НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

–––––––

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

№ 2

2017

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

2017, № 2

**(печатная версия научного
мультидисциплинарного журнала
«Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник)»**

www.id-yug.com

Основан в 2013 г.

ISSN 2309-3250 (print) **ISSN 2309-3269 (on-line)**

Свидетельство о регистрации СМИ:

**ПИ № ФС77-53093 от 07 марта 2013 г.
Эл № ФС77-53092 от 07 марта 2013 г.**

**Лицензионный договор Научная Электронная Библиотека (НЭБ)
(Российский индекс научного цитирования)
№ 446-07/2013 от 30 июля 2013 г.**

–––––––

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

2017, № 2

**(printing version of the scientific multidisciplinary magazine
«Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin)»**

www.id-yug.com

It is founded in 2013.

ISSN 2309-3250 (print) **ISSN 2309-3269 (on-line)**

**Certificate on registration of mass media:
ПИ № ФС77-53093 of March 07, 2013.
Эл № ФС77-53092 of March 07, 2013.**

**License contract Scientific Electronic Library (SEL)
(Russian index of scientific citing)
№ 446-07/2013 of July 30, 2013.**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ---------- **EDITOR-IN-CHIEF**

БЕРЕЖНОЙ Сергей Борисович,
академик Инженерной академии РФ, доктор технических наук, профессор, Почетный работник высшего образования РФ, Заслуженный машиностроитель Кубани, Заслуженный деятель науки Республики Адыгея, заместитель председателя методической комиссии Министерства образования и науки РФ по деталям машин, основам конструирования, технической и прикладной механике, член учебно-методического объединения по подъемно-транспортным машинам и оборудованию в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана, член экспертно-консультативного совета по вопросам промышленности, строительства и жилищно-комунального хозяйства, председатель комиссии по промышленности Законодательного Собрания Краснодарского края, действительный член Российской Академии продовольственной безопасности, главный редактор журнала «Наука. Техника. Технологии» (политехнический вестник), член ООО «Союз машиностроителей России».

BEREZHNOY Sergey Borisovich,
The academician of Engineering academy of the Russian Federation, the Doctor of Engineering, professor, the Honorary worker of the higher education of the Russian Federation, the Honored mechanician of Kuban, the Honored worker of science of the Republic of Adygea, the vice-chairman of the methodical commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on details of machines, to constructioning bases, technical and application-oriented mechanics, the member uchebno-methodical combining on podjemno-transport vehicles and the equipment in Bauman Moscow State Technical University, the member of the expert advisory board concerning the industry, construction and housing and communal services farms, the chairman of the commission on the industry of Legislative Assembly of Krasnodar Krai, the full member of the Russian Academy of food security, the editor-in-chief of log "Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin), member of LLC Russian Engineering Union.

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: ---------- **DEPUTY CHIEF EDITORS:**

КАСЬЯНОВ Геннадий Иванович,
Заслуженный деятель науки РФ, заслуженный изобретатель РФ, заслуженный деятель науки Кубани, академик Российской инженерной академии, академик Российской академии продовольственной безопасности, профессор кафедры технологии продуктов питания животного происхождения (КубГТУ).

KASYANOV Gennady Ivanovich,
Honored worker of science of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, honored worker of science of Kuban, academician of the Russian engineering academy, academician of the Russian academy of food security, professor of chair of technology of food of an animal origin (KubSTU).

ФОМЕНКО Олег Яковлевич,
кандидат технических наук, доцент,
директор ООО «Издательский Дом – Юг».

FOMENKO Oleg Yakovlevich,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Director of JSC «Publishing House – South».

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ: ---------- **EDITORIAL COUNCIL:**

АНТОНИАДИ Дмитрий Георгиевич,
действительный член Российской академии естественных наук, доктор технических наук, профессор, директор института нефти, газа и энергетики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), заведующий кафедрой нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна КубГТУ.

ANTONIADI Dmitry Georgiyevich,
Full member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Engineering, Professor, Director of institute of oil, gas and power of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Head of the department of oil and gas business of a name professor G.T. Vartumyan (KubSTU).

АТРОЩЕНКО Валерий Александрович,
член-корреспондент Российской академии естествознания, доктор технических наук, профессор, декан факультета компьютерных технологий и автоматизированных систем, заведующий кафедрой информатики и вычислительных систем ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

ATROSHCHENKO Valery Aleksandrovich,
Corresponding member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Engineering, Professor, Dean of faculty of computer technologies and the automated systems, Head of the department of informatics and computing systems of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

БАБУШКИН Виктор Михайлович,
член-корреспондент академии аграрного образования, член-корреспондент Международной академии аграрного образования, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кадастра и мониторинга земель ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия» (НГМА).

BABUSHKIN Victor Mikhaylovich,
Corresponding member of academy of agrarian education, Corresponding member of the International academy of agrarian education, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of chair of the inventory and monitoring of lands of federal public budgetary educational institution of higher education «Novocherkassk state meliorative academy» (NSMA).

БЛЕДНОВА Жесфина Михайловна,
Федеральный эксперт научно технической сферы, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой динамики и прочности машин ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

BLEDNOVA Zhesfina Mikhaelovna,
Federal expert of scientifically technical sphere, Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of dynamics and durability of cars of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ГЛАДИЛИН Александр Васильевич,
член-корреспондент Российской академии естественных наук, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и технологии управления Института экономики и управления ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ).

GLADILIN Alexander Vasilyevich,
Corresponding member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Economics, Professor, Professor of department of economy and technology of management of Institute of economy and management of federal public autonomous educational institution of higher education «North Caucasian federal university» (NCFU).

ДОМБРОВСКИЙ Александр Николаевич,
академик Российской академии транспорта, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры организации перевозок и дорожного движения ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), вице-президент банка «Акрополь».

DOMBROVSKY Alexander Nikolaevich,
Academician of the Russian academy of transport, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of chair of the organization of transportations and traffic of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Vice-president of Akropol bank.

КАЗЕЕВ Камиль Шагидуллович,
кандидат биологических наук, доктор географических наук, профессор, профессор кафедры экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

KAZEEV Kamil Shagidullovich,
Candidate of Biology, Doctor of geographical sciences, Professor, Professor of department of ecology and environmental management of faculty of biological sciences of federal public autonomous educational institution of higher education «Southern federal university» (SFU).

КОЛЕСНИКОВ Сергей Ильич,
кандидат географических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

KOLESNIKOV Sergey Ilyich,
Candidate of geographical sciences, Doctor of agricultural sciences, Professor, Head of the department of ecology and environmental management of faculty of biological sciences of federal public autonomous educational institution of higher education «Southern federal university» (SFU).

КОРНЕНА Елена Павловна,
член-корреспондент Международной академии высшей школы, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной и инновационной деятельности государственного научного учреждения «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук» (ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии).

KORNENA Elena Pavlovna,
Corresponding member of the International academy of the higher school, Doctor of Engineering, Professor, Deputy director for scientific and innovative activity of the public scientific institution «Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Production of the Russian Academy of Agricultural Sciences» (PSI KRISP Rosselkhozakademii).

МОСКВИЧ Вадим Константинович,
Кандидат технических наук, профессор кафедры транспортных сооружений ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), декан факультета автомобильно-дорожных и кадастровых систем ФГБОУ ВПО КубГТУ.

MOSKVICH Vadim Konstantinovich,
Candidate of Technical Sciences, Professor of chair of transport constructions of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Dean of faculty of automobile and road and cadastral systems.

ПОЛИДИ Александр Анатольевич,
член международного альянса бизнес-консультантов Восточной Европы, бизнес-тренер Академии менеджмента Нижней Саксонии, доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист Кубани, профессор кафедры экономики и финансового менеджмента ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

POLIDI Alexander Anatolyevich,
Member of the International Alliance of Business Consultants of Eastern Europe, Business coach of Academy of management of Lower Saxony, Doctor of Economics, Professor, Honored economist of Kuban, Professor of department of economy and financial management of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

СИМАНКОВ Владимир Сергеевич,
действительный член Международной академии наук прикладной радиоэлектроники, член Южной секции содействия развитию экономической науки отделения экономики РАН, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), научный руководитель НТЦ РАН.

SIMANKOV Vladimir Sergeyevich,
Full Member of the International academy of Sciences of applied radio electronics, Member of the Southern section of assistance to development of economic science of office of economy of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering, Professor of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Research Supervisor of scientific and technological center of the Russian Academy of Sciences (STC RAS).

СМЕЛЯГИН Анатолий Игоревич,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

SMELYAGIN Anatoly Igorevich,
Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of theoretical mechanics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

СТРЕЛЬНИКОВ Виктор Владимирович,
доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ), координатор международной экологической программы ТЕМПУС – STREAM по теме «Совершенствование системы экологического образования с элементами ОВОС и экологического менеджмента в России»

STRELNIKOV Victor Vladimirovich,
Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the department of applied ecology of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state agricultural university» (KubSAU), the coordinator of the international ecological program TEMPUS – STREAM on the subject «Improvement of System of Ecological Education with the AIE Elements and Ecological Management in Russia».

ТРУФЛЯК Евгений Владимирович,
доктор технических наук, профессор кафедры процессов и машин в агробизнесе ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ), начальник управления науки и инноваций КубГАУ.

TRUFLYAK Evgeny Vladimirovich,
Doctor of Engineering, Professor of chair of processes and cars in agrobusiness of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state agricultural university» (KubSAU), Head of department of science and innovations of KubSAU.

ТУЛЕШОВ Амандык Куатович,
академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академик Проектной академии «KAZGOR», член-корреспондент Академии наук высшей школы Казахстана, действительный член Международной инженерной академии, доктор технических наук, профессор, заместитель председателя комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

TULESHOV Amandyk Kuatovich,
Academician of National engineering academy of the Republic of Kazakhstan, Academician of Design academy «KAZGOR», Corresponding Member of Academy of Sciences of the higher school of Kazakhstan, Full Member of the International engineering academy, Doctor of Engineering, Professor, Vice-chairman of committee of science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

УРТЕНОВ Махамет Али Хусеевич,
доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» (КубГУ).

URTENOV Makhamet Ali Huseevich,
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the department of applied mathematics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state university» (KubSU).

УСАТИКОВ Сергей Васильевич,
доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общей математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

USATIKOV Sergey Vasilyevich,
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of department of the general mathematics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЧЕРНЫХ Анатолий Иосифович,
кандидат технических наук, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры философии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

CHERNYKH Anatoly Iosifovich,
Candidate of Technical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of department of philosophy of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЧЕШЕВ Анатолий Степанович,
академик Российской академии естественных наук, академик Академии аграрного образования**,** доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природопользования и кадастра ФГБОУ ВПО Ростовский Государственный строительный университет (РГСУ).

CHESHEV Anatoly Stepanovich,
Academician of the Russian academy of natural sciences, Academician of Academy of agrarian education, Doctor of Economics, Professor, Head of the department of economy of environmental management and inventory of federal public budgetary educational institution of higher education «Rostov state construction university» (RSCU).

ШАЗЗО Аслан Юсуфович,
действительный член Международной академии энергоинформационных наук, член-корреспондент Международной академии промышленной экологии, доктор технических наук, профессор, директор Института пищевой и перерабатывающей промышленности (ИПиПП) (КубГТУ).

SHAZZO Aslan Yusufovich,
Full Member of the International academy of power information sciences, Corresponding Member of the International academy of industrial ecology, Doctor of Engineering, Professor, Director of Institute of food and processing industry (IFPI) (KubSTU).

ШАЗЗО Рамазан Измаилович,
академик Международной академии холода, член-корреспондент Российской академии сельскохозяйственных наук, доктор технических наук, профессор.

SHAZZO Ramazan Izmailovich,
Academician of the International academy of cold, Corresponding Member of the Russian academy of agricultural sciences, Doctor of Engineering, Professor.

ШАПОШНИКОВА Татьяна Леонидовна,
кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой физики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

SHAPOSHNIKOVA Tatyana Leonidovna,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the department of physics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЯСЬЯН Юрий Павлович,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии нефти и газа ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

YASYAN Yury Pavlovich,
Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of technology of oil and gas of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

УЧРЕДИТЕЛЬ

ООО «Издательский Дом — Юг»

FOUNDER

JSC «Publishing House — South»

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ:

Россия, 350042, Краснодарский край,
г. Краснодар, ул. Московская, 2

ADDRESS OF EDITION AND PUBLISHER:

Russia, 350042, Krasnodar Krai,
Krasnodar, Moskovskaya St., 2

ЗАВЕДУЮЩИЙ РЕДАКЦИЕЙ

Фоменко Ирина Ивановна
Тел.: +7(918) 41-50-571

MANAGER OF EDITION

Fomenko Irina Ivanovna
Ph.: +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com, set@id-yug.com

ДИРЕКТОР ИЗДАТЕЛЬСТВА

Фоменко Олег Яковлевич
Тел.: +7(918) 41-50-571

DIRECTOR OF PUBLISHING HOUSE

Fomenko Oleg Yakovlevich
Ph.: +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com, set@id-yug.com

www.id-yug.com

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ..... BRANCH SCIENTIFIC AND APPLIED RESEARCHES

Физико-математические науки

Physical and mathematical sciences

А.И. Смелягин
Аксиомы механики и их применение для исследования механических систем 21

A.I. Smelyagin
Axioms of mechanics and their application for research of mechanical systemss

Науки о земле

Sciences about the earth

О.В. Боровик, О.В. Савенок
Анализ эффективности работы УЭЦН на месторождениях Краснодарского края 34

O.V. Borovik, O.V. Savenok
Efficiency analysis of operation by installation of an electric centrifugal pump
on the fields of the Krasnodar territory

О.В. Боровик, О.В. Савенок
Анализ применения системы байпасирования Y-Tool
для исследований под действующей УЭЦН
на месторождениях Краснодарского края 62

O.V. Borovik, O.V. Savenok
Analysis of application of the Y-Tool bypass system
for investigation under the current installation
of an electric centrifugal pump
on the fields of the Krasnodar territory

Д.А. Березовский, Г.В. Кусов, О.В. Савенок
Методы предупреждения и ликвидации гидратообразования при эксплуатации
газовых скважин на примере месторождения Узловое 82

D.A. Berezovskiy, G.V. Kusov, O.V. Savenok
Methods of prevention and elimination
of hydrate formation in the operation of gas wells on an example of Uzlovoe field

Д.А. Березовский, Г.В. Кусов, О.В. Савенок, Алкаджи М.
Анализ эффективности ремонтных работ
на скважинах Югидского месторождения 109

D.A. Berezovskiy, G.V. Kusov, O.V. Savenok, Alkaji M.
Analysis of the efficiency of repair work
at the wells of the Yugidskoe field

Ж.Г. Оливейра, Т.Б. Очередько, А.Л. Яковлев, А.С. Самойлов
Применение реагента СНПХ-9633 для обработки призабойных зон пластов
Серафимовского месторождения 138

G.G. Oliveira, T.B. Ocheredko, A.L. Yakovlev, A.S. Samoylov
Application of reagent SNPCH-9633 for treatment of bottomhole formation zones
of the Serafimovskoe field

Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян
Эффективные методы гидрогеологических исследований
при разработке нефтегазовых месторождений 150

E.O. Petrushin, A.S. Arutyunyan
Effective methods of hydrogeological research
at the development of oil and gas fields

Строительство. Транспорт

Construction. Transport

Д.А. Гура, К.А. Акопьян
Программное обеспечение Leica Captivate для 3D моделирования 161

D.A. Gura, C.A. Akopyan
The software of Leica Captivate for 3D simulation

И.В. Баллуян
Геодезические работы при строительстве зданий и сооружений 164

I.V. Balluyan
Geodetic works at construction of buildings and constructions

Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко, В.Г. Галустов
Применение геодезического оборудования
для строительства зданий в Туркменистане, Ашхабад 169

D.A. Gura, G.G. Shevchenko, V.G. Galustov
Use of the geodetic equipment
for construction of buildings in Turkmenistan, Ashgabat

Д. Гурагаин
Обзор геодезических изысканий в Непале 173

D. Guragain
Geodetic survey in Nepal

Г.А. Данильян
Как картография позволяет решить проблемы
с устойчивым развитием территорий 178

G.A. Danilyan
How cartography allows to solve problems with sustainable development

В.А. Евсеев
Оборудование, используемое на референцных станциях 181

V.A. Evseev
Equipment used at reference stations

Т.В. Коновалова, Н.В. Коломеец
Основные пути и методы повышения городской мобильности населения 185

T.V. Konovalova, N.V. Kolomeets
Main ways and methods increases in city mobility of the population

М.Ю. Кононец
Обеспечение точности измерения электронными тахеометрами 190

M.Y. Kononets
Ensuring the accuracy electronic total station

И.С. Копцев
Геодезические наблюдения за деформациями зданий и сооружений 194

I.S. Koptsev
Geodesic observations of deformations of buildings and constructions

И.С. Копцев
Методика использования электронных тахеометров
при производстве землеустроительных работ и межевании земель 197

I.S. Koptsev
The technique of using electronic tacheometers in the production of land surveying

Б.Р. Лаюк
Трехмерное моделирование в наземной навигации 201

B.R. Layuk
Three-dimensional modelling in land navigation

О.Е. Лесь
Кадастровые работы и их топографическое и геодезическое обеспечение 205

O.Y. Les'
Cadastral works and their topographic and geodesic support

Т.А. Гура, **М.Д. Мавропуло**, **А.А. Ковалева, Н.И. Трошкин, М.К. Знова, А.И. Стрельцов**
Мировой опыт создания информационных моделей объектов
с помощью технологии сканирования 209

D.A. Gura, G.G. Shevchenko, V.G. Galustov
World experience of creation of information models of objects
using scanning technology

Я.С. Елецков
История развития геодезических сетей России 213

Y.S. Eleckov
The history of development of geodesic networks of Russia

А.Н. Мамий
О необходимости проводения топографической съемки 218

A.N. Mamy
About provodeniya's need of survey

А.С. Мананкина
Совершенствование технического учёта
и инвентаризации объектов капитального строительства 222

A.S. Manankina
Improvement of technical accounting and inventory of capital construction objects

Т.А. Гура, **Т.Р. Иналов, В.В. Заворотынская, А.С. Махинько, Д.А. Тхазеплова, А.Т. Тлапшоков**
Лазерное сканирование промышленных объектов 225

T.A. Gura, T.R. Inalov, V.V. Zavorotynskaya, A.S. Makhinko, D.A. Thazepplova, A.T. Tlapshokov
Laser scanning of industrial objects

Р.А. Палатурян
Преимущества сканирующего тахеометра на практике 230

R.A. Palaturyan
Advantages of the scanning total station in practice

М.А. Кузьмина, И.Н. Котенкова, Н.Н. Пилюк
Влияние неблагоприятных дорожных
и погодно-климатических условий на безопасность движения 234

M.A. Kuzmina, I.N. Kotenkova, N.N. Pilyuk
Influence of adverse road and weather-climatic conditions on traffic safety

Т.А. Гура, П.В. Погодина, Ю.П. Ищук, Д.М. Рабданов, Е.В. Гайко
Среда AutoCAD Civil 3D: анализ программы,
способы и методы обработки данных инженерно-геодезических изысканий 240

T.A. Gura, P.V. Pogodina, Y.P. Ischuk, D.M. Rabdanov, E.V. Gayko
AutoCAD Civil 3D environment: analysis of the program,
methods of data processing of engineering and geodetic surveys in it

Т.А. Гура, А.В. Сафонов
К вопросу об инженерно-геодезических работах
при проведении судебных экспертиз 243

T.A. Gura, A.V. Safonov
To the question about the engineering-geodetic works
during carrying out of judicial examinations

Т.А. Гура, М.Н.А. Сикорская, В.В. Каранова, А.А. Себелева, А.О. Бирюкова
Геодезическое обеспечение при мелиоративном строительстве 250

D.A. Gura, M.N.A. Sikorskaya, V.V. Karanova, A.A. Sebeleva, A.O. Biryukova
Geodetic support for land reclamation construction

Т.А. Гура, П.В. Сирота
Особенности сканирования архитектурных сооружений 256

D.A. Gura, P.V. Sirota
Features of scanning of architectural constructions

А.Д. Суханова
Анализ современных методик прогнозирования возникновения лесных пожаров
и пути их усовершенствования 264

A.D. Sukhanova
Analysis of modern methods for predicting the occurrence of forest fires
and ways to improve them

И.В. Токмаков
Наложение фактической съемки на проектный профиль 268

I.V. Tokmakov
Superimposing an actual survey on the project profile

Е.А. Федотова
Как работают навигационные системы GPS и ГЛОНАСС 272

E.A. Fedotova
How GPS and GLONASS navigation systems work

В.Р. Яшный, М.А. Каплин, М.А. Датхужев, И.Д. Драников, Д.А. Луков
Электронный тахеометр и наземный лазерный сканер
в исследовании точности определения деформации зданий и сооружений 276

V.R. Yashny, M.A. Kaplin, M.A. Datkhuzhev, I.D. Dranikov, D.A. Lukov
Electronic tacheometer and ground laser scanner
in the study of the accuracy of deformation of buildings and structures

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

Г.И. Касьянов, Л.Н. Шубина, О.В. Косенко, Л.А. Марченко, М.Д. Назарько, В.П. Гурин
Разработка технологии очистки коммунальных и промышленных сточных вод 281

G.I. Kasyanov, L.N. Shubina, O.V. Kosenko, L.A. Marchenko, M.D. Nazarenko, V.P. Gurin
Development of technology of cleaning of communal and industrial wastewater waters

ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

_____

BRANCH SCIENTIFIC AND APPLIED RESEARCHES

УДК 531.8

АКСИОМЫ МЕХАНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

–––––––

AXIOMS OF MECHANICS AND THEIR APPLICATION FOR RESEARCH OF MECHANICAL SYSTEMSS

Смелягин Анатолий Игоревич
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой теоретической механики,
Кубанский государственный
технологический университет
asmelyagin@yandex.ru

Аннотация. Собраны вместе и сформулированы основные аксиомы природы. Доказано, что материальные объекты Вселенной обладают дуальностью и поэтому работа взаимодействий материальных объектов в любое мгновение равна нулю. Отмечено, что общее уравнение динамики ранее выводилась для механических систем без учета их фактической подвижности. Поэтому оно фактически применялось для исследования движения тел и механических систем только с одной степенью свободы. С целью расширения областей применения получено общее уравнение динамики для материальных тел и механических систем с любым числом степеей свободы. С помощью полученных уравнений исследован свободный полет трехподвижного вращающегося колеса.

Ключевые слова: теорема, кинетическая энергия, степень свободы, тело, механическая система, работа, сила, момент, скорость, закон движения.

Smelyagin Anatoly Igorevich
Doctor of engineering, Professor,
Head of the department
of theoretical mechanics,
Kuban state technological university
asmelyagin@yandex.ru

Annotation. Collected together and formulated the basic axioms of nature. It is proved that the material objects of the Universe have duality and therefore the work of the interactions of material objects at any instant is zero. It is noted that the general equation of dynamics was previously derived for mechanical systems without taking into account their actual mobility. Therefore, it was actually used to study the motion of bodies and mechanical systems with only one degree of freedom. With the purpose of expanding the fields of application, a general equation of dynamics for material bodies and mechanical systems with any number of degrees of freedom has been obtained. With the help of the equations obtained, the free flight of a three-moving rotating wheel is investigated.

Keywords: dynamics, the general equation of dynamics, the law of motion, the degree of freedom, the material body, the mechanical system, the work, the force, the moment.

Введение

Механика, как наука, базируется на законах, аксиомах и принципах. Фундамент современной классической механики построен на идеях и трудах Галилея, Ньютона и Эйлера. В [1–5] отмечается: «По мере углубления наших знаний выявляются границы применимости теоретической механики, относительность ее понятий. Выяснилось, что аксиомы или законы классической механики Ньютона не абсолютны». Тем не менее, современная классическая механика, базируется на законах и аксиомах сформулированных ещё в XV–XVII веках. И это несмотря на то, что со времен Галилея, Ньютона и Эйлера она быстро развивалась и совершенствовалась. При этом в классической механике изменились многие понятия, определения, формулировки и формулы.

Однако любая развивающаяся наука не может в своей основе иметь законы и аксиомы, представляющие собой «вечные» истины. Основываясь на современных понятиях и знаниях [5–12], сгруппируем и сформулируем основные аксиомы природы и применим их для анализа механических систем.

Аксиомы

- Вселенная это все то, что существует – весь мир.
- Вселенная одна.
- Вселенная консервативна.
- Вселенная дуальна.
- Все объекты Вселенной одновременно покоятся и движутся.
- Вселенная разнообразна по составу.

- Материя (вещество, тело, поле) – один из объектов Вселенной.
- Материя – хранилище вещества и энергии.
- Масса и энергия Вселенной постоянны.
- Энергии объектов Вселенной определяются их видом, составом, массой и состоянием (движением).
- Все объекты Вселенной взаимодействуют (контактно или бесконтактно) между собой.
- Взаимодействие объектов приводит к изменению их энергии, состояния (движению) и совершению работы.
- Изменение энергии объектов равно работе ($dT = dA$).
- Работа взаимодействий материальных объектов в любое мгновение равна нулю ($\sum A_i = 0$).

Приведенные аксиомы относятся к любому состоянию и движению материи.

Так как механическая форма движения материи является в настоящее время наиболее исследованной, поэтому, пока, остановимся только на ней.

Так как из основных аксиом следует, что Вселенная одномоментно находится как в движении, так и в покое, то материальные тела также одномоментно находятся в движении и равновесии. Кажется, в этом заключении кроется противоречие, но это не так. Это в полной мере соответствует законам диалектики и ими же объясняется. Вспомним эти законы [13].

Закон единства и борьбы противоположностей

Развитие и старение (движение) в природе происходит в результате раздвоения единого на взаимопроникающие противоположности, например, движение – покой.

Закон перехода количественных изменений в качественные

Развитие – старение (движение) в природе осуществляется путём накопления количественных изменений в объекте, что неизбежно приводит к нарушению его стабильного состояния и скачкообразному превращению в качественно новый вид (покой).

Закон отрицания

Развитие в природе идёт через постоянное отрицание противоположностей, их взаимопревращение, вследствие чего движении превращается в покой и наоборот.

Считается, что основным из этих законов диалектики является закон единства и борьбы противоположностей, но, скорее всего, это не так.

Отметим, что борьба во Вселенной может быть только в среде обитателей живой природы, а для неживой природы это понятие бессмысленно. Более того, анализ первого и третьего законов диалектики для более распространенных во Вселенной неживых объектов показывает, что это один единый закон, который можно сформулировать следующим образом – *Закон единства и отрицания противоположностей*.

Тогда классический второй закон диалектики описывает условия, процессы и явления, которые реализуют основной закон.

Итак, для неживой природы законы диалектики должны быть следующими:

– Закон единства и отрицания противоположностей;
– Закон перехода количественных изменений в качественные.

Именно законами диалектики и объясняется то, что все материальные тела во Вселенной одномоментно находятся как в движении, так и в покое. Этим же можно объяснить и эффективное действие ранее сформулированных «законов», принципов и теорем механики [14–17], которые считались независимыми, но на самом деле являются следствиями законов диалектики.

Следствия

К следствиям из законов диалектики, которые широко используются в механике, прежде всего, можно отнести:

- законы или аксиомы Ньютона;
- принцип Даламбера;
- общее уравнение динамики;
- общее уравнение статики;
- принцип освобождаемости от связей.

Покажем это.

Современные трактовки законов Ньютона хотя и многообразны, но по смыслу и содержанию совершенно идентичны [1, 3–5].

Закон I

Тело (материальная точка) находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, если оно не подвержено внешним воздействиям со стороны других тел.

Закон II

Произведение массы точки на вектор абсолютного ускорения, которое она получает под действием всех приложенных к точке сил, равно геометрической сумме этих сил, то есть

$$m\bar{a} = \sum \bar{F} .$$

Закон III

Материальные точки взаимодействуют друг с другом силами, имеющими одинаковую природу, направленными вдоль прямой, соединяющей эти точки, равными по модулю и противоположными по направлению:

$$\bar{F}_{12} = -\bar{F}_{21} .$$

Анализ этих «законов» Ньютона показывает, что все рассматриваемые в этих законах объекты одновременно находятся в движении и покое (равновесии).

Так, в соответствии с первым «законом» если на объект действует уравновешенная система сил, то тело действительно в это мгновение находится в покое. При этом «закон» не исключает и движение объекта с постоянной скоростью (V = const).

В соответствии со вторым «законом», если на тело действуют внешние силы ($\sum \bar{F} \neq 0$), то тело (объект) сопротивляется этому действию силой равной $m\bar{a}$, которая и является в данном случае уравновешивающей. Следовательно, тело (объект) в рассматриваемое мгновение движется и одновременно находится в покое, так как на него действует система уравновешенных сил.

Третий «закон» утверждает, что в каком бы состоянии, движении или покое ни находился материальный объект, его взаимодействия с другими объектами будут только взаимно уравновешенными.

Проведенный анализ показывает, что перечисленные «законы» Ньютона подтверждают дуальность состояния материальных тел.

Теперь исследуем принцип Даламбера, который прямо утверждает, что если к движущемуся телу приложить действующие на него активные силы, реакции связей и силу инерции, то тело будет находиться в равновесии, то есть

$$\bar{F} + \bar{\Phi} = 0 ,$$

где $\bar{F}$ *и* $\bar{\Phi}$ – главные вектора внешних (активных) сил и сил инерции, соответственно.

Принцип Даламбера позволяет решать задачи динамики более простыми методами статики, поэтому его еще называют методом кинетостатики.

Видно, что в самой формулировке принципа Даламбера предусмотрена дуальность (движение и покой) одномоментного состояния тела.

Рассмотрим общее уравнение динамики, которое, как известно, логически объединяет принципы Даламбера и возможных перемещений.

В механической системе с идеальными связями сумма работ, совершаемых активными силами и силами инерции на любом возможном (виртуальном) перемещении равна нулю, то есть

$$\sum \delta A_i + \sum \delta A_{\Phi i} = 0 , \qquad (1)$$

где A_i и $A_{\Phi i}$ – работы на возможном (виртуальном), а правильнее говорить предшествующем исследуемому, перемещении, совершаемые активными i-ми силами, моментами сил и силами, моментами сил инерции, соответственно.

Если принять, что исследуемый объект находится в покое, то (1) примет вид:

$$\sum \delta A_i = 0 .$$

Последнее уравнение называют общим уравнением статики.

Так как общее уравнение динамики, следствием из которого является общее уравнение статики, выводится непосредственно из принципа Даламбера с применением принципа возможных перемещений, то естественно, что в этих уравнениях так же предусмотрена дуальность одномоментного состояния тела.

Известно, что механика базируется на аксиомах. Одной из таких основополагающих аксиом является аксиома связей.

Связью [2–6] для материального тела или материальной точки называют материальные объекты (тела и точки) которые ограничивают свободу перемещения рассматриваемого тела или материальной точки.

Аксиома связей (принцип освобождаемости от связей) утверждает [2–6], что всякую связь можно отбросить и заменить силой, реакцией связей (в простейшем случае) или системой сил (в общем случае).

Применяя непосредственно к взаимодействующим телам (рис.1) аксиому связей, получим как оригинальную, так и современные формулировки третьего закона (аксиомы) И. Ньютона.

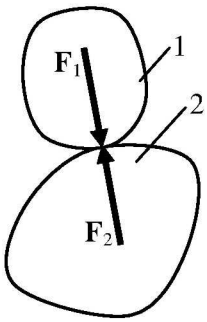


Рисунок 1 – Взаимодействие двух тел:
1, 2 – первое и второе тело, соответственно;
F1, F2 – равные по величине и противоположно направленные силы

Отсюда следует, что третий «закон» Ньютона есть следствие из аксиомы связей. Следовательно, как и в законах Ньютона, так и в принципе освобождаемости от связей присутствует одномоментность движения и покоя материального тела.

Итак, в соответствии с «законами» Ньютона, основными принципами, уравнениями и теоремами механики, любой материальный объект Вселенной находится одновременно в движении и равновесии, так как все его взаимодействия (действующие на него силовые факторы) всегда уравновешенны.

Анализ оригинальных и современных формулировок аксиом или законов движения И. Ньютона в [2–6] показал, что они описывают движение только абстрактных материальных объектов - материальных точек. Следовательно, законы Ньютона корректно можно использовать только для исследования не существующих в природе объектов, а именно материальных точек.

В работах [5–12, 14–18] сформулированы основные аксиомы, принципы и следствия, а также выведены теоремы, принципы и уравнения механики для реальных объектов природы, а также показана эффективность их применения для исследования материальных тел и механических систем.

В [2, 7, 8] показано, что общее уравнение динамики, которое логически объединяет принципы Даламбера и возможных перемещений, может эффективно применяться для исследования движения материальных объектов.

Как следует из [2, 7, 8] общее уравнение динамики было получено для материальной точки и для системы материальных точек без учета их фактической подвижности. Поэтому общее уравнение динамики (1) фактически пригодно только для описания движения тел и механических систем с одной степенью свободы.

Рассмотрим возможность применения общее уравнение динамики для тел и механических систем с несколькими степенями свободы.

Общее уравнение динамики

Общее уравнение динамики для материальных тел и механических систем (1) удобнее представить в следующем виде

$$\sum \delta A_{Fi} + \sum \delta A_{Mi} + \sum \delta A_{\Phi Fi} + \sum \delta A_{\Phi Mi} = 0\,, \tag{2}$$

где $\sum A_{Fi}$ и $\sum \delta A_{Mi}$ – работы на виртуальном перемещении, совершаемые активными i-ми силами и моментами сил, соответственно; $\sum \delta A_{\Phi Fi}$ и $\sum \delta A_{\Phi Mi}$ – работы на виртуальном перемещении, совершаемые *i*-ми силами инерции и моментами сил инерции, соответственно.

Найдем работу активных сил и моментов сил, действующих на тело, при его перемещении.

Работа сил и моментов сил на виртуальных перемещениях определится:

$$\delta A_F = \int \overline{F}\left(\overline{S}\right) \cdot d\delta\overline{S}\,; \tag{3}$$

$$\delta A_M = \int \overline{M}\left(\overline{\varphi}\right) \cdot d\delta\overline{\varphi}\,, \tag{4}$$

где δS, $\delta\varphi$ – соответственно, виртуальные перемещения и углы поворота исследуемого тела.

Представим силы, моменты сил, виртуальные перемещения и углы поворота, соответственно, через их проекции на координатные оси и единичные орты:

$$\overline{F} = F_x \cdot \overline{i} + F_y \cdot \overline{j} + F_z \cdot \overline{k}\,; \tag{5}$$

$$\overline{M} = M_x \cdot \overline{i} + M_y \cdot \overline{j} + M_z \cdot \overline{k}\,; \tag{6}$$

$$\overline{\delta S} = d\delta x \cdot \overline{i} + d\delta y \cdot \overline{j} + d\delta z \cdot \overline{k}\,; \tag{7}$$

$$\overline{\delta\varphi} = d\delta\varphi_x \cdot \overline{i} + d\delta\varphi_y \cdot \overline{j} + d\delta\varphi_z \cdot \overline{k}\,. \tag{8}$$

Подставим (5-8) в (3,4), в результате получим:

$$\delta A_F = \int\left(F_x \cdot \overline{i} + F_y \cdot \overline{j} + F_z \cdot \overline{k}\right) \cdot \left(d\delta x \cdot \overline{i} + d\delta y \cdot \overline{j} + d\delta z \cdot \overline{k}\right); \tag{9}$$

$$\delta A_M = \int\left(M_x \cdot \overline{i} + M_y \cdot \overline{j} + M_z \cdot \overline{k}\right) \cdot \left(\overline{\delta\varphi} = d\delta\varphi_x \cdot \overline{i} + d\delta\varphi_y \cdot \overline{j} + d\delta\varphi_z \cdot \overline{k}\right). \tag{10}$$

Из (9–10) следует, что их подинтегральные выражения представляют собой скалярные произведения векторов. Следовательно:

$$\overline{i} \cdot \overline{i} = 1; \tag{11}$$

$$\overline{j} \cdot \overline{j} = 1; \tag{12}$$

$$k \cdot k = 1; \tag{13}$$

$$\overline{i} \cdot \overline{j} = 0\,; \tag{14}$$

$$\overline{i} \cdot \overline{k} = 0\,; \tag{15}$$

$$\overline{k} \cdot \overline{j} = 0\,. \tag{16}$$

С учетом (11–16), после ряда преобразований (9–10), получим:

$$\delta A_F = \int F_x d\delta x + \int F_y d\delta y + \int F_z d\delta z\,; \tag{17}$$

$$\delta A_M = \int M_x d\delta\varphi_x + \int M_y d\delta\varphi_y + \int M_z d\delta\varphi_z\,. \tag{18}$$

Обозначим:

$$\delta A_{Пx} = \int F_x d\delta x \; ; \tag{19}$$

$$\delta A_{Пy} = \int F_y d\delta y \; ; \tag{20}$$

$$\delta A_{Пz} = \int F_z d\delta z \; ; \tag{21}$$

$$\delta A_{Вx} = \int M_x d\delta\varphi_x \; ; \tag{22}$$

$$\delta A_{Вy} = \int M_y d\delta\varphi_y \; ; \tag{23}$$

$$\delta A_{Вz} = \int M_z d\delta\varphi_z \, , \tag{24}$$

где $\delta A_{Пx}$, $\delta A_{Пy}$, $\delta A_{Пz}$, $\delta A_{Вx}$, $\delta A_{Вy}$, $\delta A_{Вz}$ – соответственно, работы сил и моментов сил при виртуальном поступательном и вращательном движении тела вдоль и вокруг соответствующих осей.

С учетом принятых обозначений (19–24), формулы (17, 18) примут вид

$$\delta A_F = \delta A_{Пx} + \delta A_{Пy} + \delta A_{Пz} \; ; \tag{25}$$

$$\delta A_M = \delta A_{Вx} + \delta A_{Вy} + \delta A_{Вz} \, . \tag{26}$$

Просуммировав работы всех сил и моментов сил, найдём:

$$\sum \delta A_{Fi} = \sum \delta A_{Пxi} + \sum \delta A_{Пyi} + \sum \delta A_{Пzi} \; ; \tag{27}$$

$$\sum \delta A_{Mi} = \sum \delta A_{Вxi} + \sum \delta A_{Вyi} + \sum \delta A_{Вzi} \, . \tag{28}$$

Теперь найдем работу сил инерции и моментов сил инерции, действующих на тело, при его перемещении.

Работа сил инерции и моментов сил инерции на виртуальных перемещениях определится:

$$\delta A_{ФF} = \int \overline{\Phi}\left(\overline{S}\right) \cdot d\delta\overline{S} \; ; \tag{29}$$

$$\delta A_{ФM} = \int \overline{M}_Ф\left(\overline{\varphi}\right) \cdot d\overline{\delta\varphi} \, , \tag{30}$$

где δS, $\delta\varphi$ – соответственно, виртуальные перемещения и углы поворота исследуемого тела.

Представим силы, моменты сил, виртуальные перемещения и углы поворота, соответственно, через их проекции на координатные оси и единичные орты:

$$\overline{\Phi} = \Phi_x \cdot \overline{i} + \Phi_y \cdot \overline{j} + \Phi_z \cdot \overline{k} \; ; \tag{31}$$

$$\overline{M}_Ф = M_{Фx} \cdot \overline{i} + M_{Фy} \cdot \overline{j} + M_{Фz} \cdot \overline{k} \; ; \tag{32}$$

$$\overline{\delta S} = d\delta x \cdot \overline{i} + d\delta y \cdot \overline{j} + d\delta z \cdot \overline{k} \; ; \tag{33}$$

$$\overline{\delta\varphi} = d\delta\varphi_x \cdot \overline{i} + d\delta\varphi_y \cdot \overline{j} + d\delta\varphi_z \cdot \overline{k} \, . \tag{34}$$

Подставим (5–8) в (3, 4), в результате получим:

$$\delta A_{ФF} = \int\left(\Phi_x \cdot \overline{i} + \Phi_y \cdot \overline{j} + \Phi_z \cdot \overline{k}\right) \cdot \left(d\delta x \cdot \overline{i} + d\delta y \cdot \overline{j} + d\delta z \cdot \overline{k}\right); \tag{35}$$

$$\delta A_{ФM} = \int\left(M_{Фx} \cdot \overline{i} + M_{Фy} \cdot \overline{j} + M_{Фz} \cdot \overline{k}\right) \cdot \left(d\delta\varphi_x \cdot \overline{i} + d\delta\varphi_y \cdot \overline{j} + d\delta\varphi_z \cdot \overline{k}\right). \tag{36}$$

Из (35–36) следует, что их подинтегральные выражения представляют собой скалярные произведения векторов. Следовательно:

$$\bar{i} \cdot \bar{i} = 1; \quad (37)$$

$$\bar{j} \cdot \bar{j} = 1; \quad (38)$$

$$k \cdot k = 1; \quad (39)$$

$$\bar{i} \cdot \bar{j} = 0; \quad (40)$$

$$\bar{i} \cdot \bar{k} = 0; \quad (41)$$

$$\bar{k} \cdot \bar{j} = 0. \quad (42)$$

С учетом (37–42), после ряда преобразований (35–36), получим:

$$\delta A_{ФF} = \int \Phi_x d\delta x + \int \Phi_y d\delta y + \int \Phi_z d\delta z; \quad (43)$$

$$\delta A_{ФM} = \int M_{Фx} d\delta\varphi_x + \int M_{Фy} d\delta\varphi_y + \int M_{Фz} d\delta\varphi_z. \quad (44)$$

Обозначим:

$$\delta A_{ФПx} = \int \Phi_x d\delta x; \quad (45)$$

$$\delta A_{ФПy} = \int \Phi_y d\delta y; \quad (46)$$

$$\delta A_{ФПz} = \int \Phi_z d\delta z; \quad (47)$$

$$\delta A_{ФВx} = \int M_{Фx} d\delta\varphi_x; \quad (48)$$

$$\delta A_{ФВy} = \int M_{Фy} d\delta\varphi_y; \quad (49)$$

$$\delta A_{ФВz} = \int M_{Фz} d\delta\varphi_z, \quad (50)$$

где $\delta A_{ФПx}$, $\delta A_{ФПy}$, $\delta A_{ФПz}$, $\delta A_{ФВx}$, $\delta A_{ФВy}$, $\delta A_{ФВz}$ – соответственно, работы сил и моментов сил при виртуальном поступательном и вращательном движении тела вдоль и вокруг соответствующих осей.

С учетом принятых обозначений (45–50), формулы (29, 30) примут вид:

$$\delta A_{ФF} = \delta A_{ФПx} + \delta A_{ФПy} + \delta A_{ФПz}; \quad (51)$$

$$\delta A_{ФM} = \delta A_{ФВx} + \delta A_{ФВy} + \delta A_{ФВz}. \quad (52)$$

Просуммировав работы всех сил инерции и моментов сил инерции, найдём:

$$\sum \delta A_{ФFi} = \sum \delta A_{ФПxi} + \sum \delta A_{ФПyi} + \sum \delta A_{ФПzi}; \quad (53)$$

$$\sum \delta A_{ФMi} = \sum \delta A_{ФВxi} + \sum \delta A_{ФВyi} + \sum \delta A_{ФВzi}. \quad (54)$$

Подставим (27, 20) и (53, 54) в (2), в результате получим:

$$\sum \delta A_{Пxi} + \sum \delta A_{Пyi} + \sum \delta A_{Пzi} + \sum \delta A_{Вxi} + \sum \delta A_{Вyi} + \sum \delta A_{Вzi} +$$
$$+ \sum \delta A_{ФПxi} + \sum \delta A_{ФПyi} + \sum \delta A_{ФПzi} + \sum \delta A_{ФВxi} + \sum \delta A_{ФВyi} + \sum \delta A_{ФВzi} = 0. \quad (55)$$

Уравнение (55) – это общее уравнение динамики для механических систем с одной степенью свободы.

Если механическая система имеет *j* степеней свободы, то общее уравнение для такой системы будет иметь вид:

$$\sum \delta A_{Пxij} + \sum \delta A_{Пyij} + \sum \delta A_{Пzij} + \sum \delta A_{Вxij} + \sum \delta A_{Вyij} + \sum \delta A_{Вzij} +$$
$$+ \sum \delta A_{ФПxij} + \sum \delta A_{ФПyij} + \sum \delta A_{ФПzij} + \sum \delta A_{ФВxij} + \sum \delta A_{ФВyij} + \sum \delta A_{ФВzij} = 0. \quad (56)$$

Из (56) следует, что если механическая система имеет несколько степеней свободы, то сумма всех работ на виртуальном перемещении равна нулю.

Часто на практике приходится исследовать тела и системы тел, которые совершают движение в плоскости. Для исследования таких объектов системы уравнений (55) и (56) упростятся и примут вид:

$$\sum \delta A_{Пxi} + \sum \delta A_{Пyi} + \sum \delta A_{Bzi} + \sum \delta A_{ФПxi} + \sum \delta A_{ФПyi} + \sum \delta A_{ФBzi} = 0\,; \qquad (57)$$

$$\sum \delta A_{Пxij} + \sum \delta A_{Пyij} + \sum \delta A_{Bzij} + \sum \delta A_{ФПxij} + \sum \delta A_{ФПyij} + \sum \delta A_{ФBzij} = 0\,. \qquad (58)$$

Для статически определимых механических систем, которые находятся в равновесии уравнение (56) примет вид:

$$\sum \delta A_{Пxij} + \sum \delta A_{Пyij} + \sum \delta A_{Пzij} + \sum \delta A_{Bxij} + \sum \delta A_{Byij} + \sum \delta A_{Bzij} = 0\,, \qquad (59)$$

где j – число неизвестных реакций.

Уравнение (59) – это общее уравнение статики для статически определимых механических систем.

Применяя искусственный приём перевода неизвестных реакций в задаваемые силы, с помощью уравнений (59) можно просто и эффективно находить любую реакцию.

Рассмотрим практическое применение выведенной теоремы при исследовании, например, движения вращающегося колеса.

Свободный полет в плоскости колеса

Исследуем, например, свободный полет вращающегося колеса (рис. 2) в вертикальной плоскости.

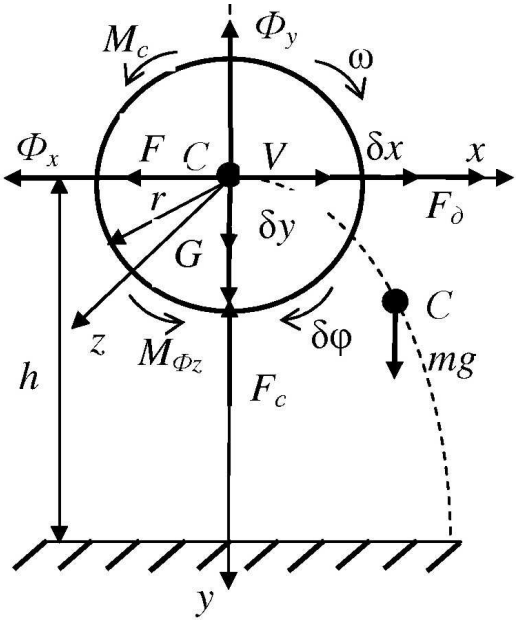


Рисунок 2 – Расчетная схема

При исследовании движения колеса примем, что колесо представляет собой кольцо. Считаем, что колесо имеет радиус r и массу m, которая сосредоточена в точке C пересечения осей симметрии колеса. Для широты исследования примем, что на колесо действуют:

- момент сопротивления $M_c = b\omega^2$;
- силы $F = \text{const}$, $F_Д = \text{const}$, $F_Д > F$, $G = mg$ и $F_c = kV_y$.

Движение колеса исследуем при следующих начальных условиях, что начальный момент времени $t = 0$ начальные:

- линейные V и угловая ω скорости, соответственно, равны $V_{0x} = 0$, $V_{0y} = 0$, $\omega = \omega_0$;
- линейные x, y и угловое φ перемещения равны, соответственно, $x = 0$, $y = 0$, $\varphi = 0$.

Из расчетной схемы следует, что исследуемое колесо совершает два поступательных движения вдоль осей *x*, *y* и одно вращательное вокруг оси *z*, следовательно, оно совершает свободное плоскопараллельное движение и имеет три степени свободы.

При исследовании поступательных движений колеса уравнения будем записывать для точки *C* (центра тяжести колеса).

Для определения движения колеса воспользуемся системой уравнений (58), которые для исследуемого случая примут вид:

$$\sum \delta A_{Пxi} + \sum \delta A_{ФПxi} = 0\,; \tag{59}$$

$$\sum \delta A_{Пyi} + \sum \delta A_{ФПyi} = 0\,; \tag{60}$$

$$\sum \delta A_{Bzi} + \sum \delta A_{ФBzi} = 0\,. \tag{61}$$

Найдем виртуальные работы (рис.2), входящие в уравнения (59–61):

$$\sum \delta A_{Пxi} = F_Д \cdot \delta x - F \cdot \delta x\,; \tag{62}$$

$$\sum \delta A_{ФПxi} = -m\ddot{x} \cdot \delta x\,; \tag{63}$$

$$\sum \delta A_{Пyi} = mg \cdot \delta y - kV_y \cdot \delta y\,; \tag{64}$$

$$\sum \delta A_{ФПyi} = -m\ddot{y} \cdot \delta x\,; \tag{65}$$

$$\sum \delta A_{Bzi} = -b\omega^2 \cdot \delta\varphi; \tag{66}$$

$$\sum \delta A_{ФBzi} = I_z \ddot{\varphi} \delta\varphi\,; \tag{67}$$

Подставим (62–67) в уравнения (59–61) и после преобразований, получим:

$$\ddot{x} = \frac{1}{m}\left(F_Д - F\right); \tag{68}$$

$$\ddot{y} = g - \frac{k}{m}V_y\,; \tag{69}$$

$$\ddot{\varphi} = -\frac{b\omega^2}{mr^2}\,. \tag{70}$$

Разделим переменные в уравнениях (68–70):

$$dV_x = \frac{1}{m}\left(F_Д - F\right)dt\,; \tag{71}$$

$$\frac{dV_y}{g - \frac{k}{m}V_y} = dt\,; \tag{72}$$

$$\frac{d\omega}{\omega^2} = \frac{dbt}{mr^2}\,. \tag{73}$$

Проинтегрируем (71–73):

$$V_x = \frac{1}{m}\left(F_Д - F\right)t + C_1\,; \tag{74}$$

$$-\frac{m}{k}\ln\left(g - \frac{k}{m}V_y\right) = t + C_2\,; \tag{75}$$

$$-\frac{1}{\omega} = -\frac{b}{mr^2}t - C_3\,, \tag{76}$$

где C_1, C_2, C_3 – постоянные интегрирования.

После подстановки начальных условий в (74–76), найдем:

$$C_1 = 0; \tag{77}$$

$$C_2 = -\frac{m}{k}\ln g; \tag{78}$$

$$C_3 = \frac{1}{\omega_0}. \tag{79}$$

Подставив (77–79) в (74–76) и после ряда преобразований, найдем скорости колеса в поступательных и вращательном движениях колеса:

$$V_x = \frac{1}{m}(F_Д - F)t; \tag{80}$$

$$V_y = \frac{gm}{k}\left(1 - e^{-\frac{k}{m}t}\right); \tag{81}$$

$$\omega = \frac{1}{\frac{b}{mr^2}t + \frac{1}{\omega_0}}. \tag{82}$$

Так как колесо совершает сложное движение, то зная скорости движения центра тяжести колеса V_x, V_y и угловую скорость ω можно по теореме сложения скоростей найти скорости любых точек колеса:

- центра тяжести «*C*» – $V_c^2 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$;
- любой точки колеса – $V_i = \sqrt{V_C^2 + V_{Ti}^2}$.

где $V_{Ti} = \omega r_{Ti}$ – скорость *i*-той точки колеса; r_{Ti} – радиус *i*-той точки колеса.

Разделив переменные в (80–82) и проинтегрировав полученные выражения, получим:

$$x = \frac{1}{2m}(F_Д - F)t^2 + C_4; \tag{83}$$

$$y = \frac{gm}{k}\left(t + \frac{m}{k}e^{-\frac{k}{m}t}\right) + C_5; \tag{84}$$

$$\varphi = \frac{mr^2}{b}\ln\left|\frac{1}{\omega_0} + \frac{b}{mr^2}t\right| + C_6, \tag{85}$$

где C_4, C_5, C_6 – постоянные интегрирования.

После подстановки начальных условий в (83–85), найдем:

$$C_4 = 0; \tag{86}$$

$$C_5 = -g\left(\frac{m}{k}\right)^2; \tag{87}$$

$$C_6 = \frac{mr^2}{b}\ln\left|\frac{1}{\omega_0}\right|. \tag{88}$$

Подставив (86–88) в (83–85) и после ряда преобразований, найдем законы движения колеса вдоль осей *x*, *y* и вокруг *z*:

$$x = \frac{1}{2m}(F_Д - F)t^2;$$

$$y = \frac{gm}{k}\left(t + \frac{m}{k}e^{-\frac{k}{m}t}\right) - g\left(\frac{m}{k}\right)^2;$$

$$\varphi = \frac{mr^2}{b}\ln\left|\frac{1}{\omega_0} + \frac{b}{mr^2}t\right| - \frac{mr^2}{b}\ln\left|\frac{1}{\omega_0}\right|.$$

Зная координаты точки *C* и закон вращения колеса можно найти законы движения всех точек колеса.

Формулы (81) и (82) для определения вращения и угловой скорости колеса вокруг оси *z* полностью совпадают с формулами, которые можно найти из дифференциальных уравнений вращательного движения тел. Это свидетельствует о правильности применяемых для исследования движения уравнений.

Выводы

- Собраны, уточнены и сформулированы основные аксиомы природы.
- Показано, что общее уравнение динамики может применяться как для тел, так и для механических систем с любым числом степеней свободы.
- Общее уравнение динамики является универсальным и поэтому может применяться для исследования всех видов механического движения.

Литература:

1. Харламов П.В. Очерки об основаниях механики. Мифы, заблуждения и ошибки. – Киев : Наук, думка, 1995. – 407 с.
2. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. – М. : Высш. шк., 1990. – 607 с.
3. Смелягин А.И. Объекты, для которых сформулированы аксиомы или законы классической механики // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – №1. – С. 21–25.
4. Смелягин А.И. Аксиомы или законы движения сформулировал И. Ньютон // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – № 2. – С. 11–16.
5. Смелягин А.И. Основные, первичные понятия механики // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – № 2. – С. 17–26.
6. Смелягин А.И. Аксиомы движения материальных тел // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – № 3. – С. 19–34.
7. Смелягин А.И. Теоремы, принципы и уравнения механики // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – № 4. – С. 21–29.
8. Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий из них для исследования движений материальных тел // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – № 1. – С. 19–27.
9. Смелягин А.И. О необоснованности применения законов Ньютона для исследования динамики машин или современные аксиомы движения материальных тел и следствия из них : в сб.: проблемы механики современных машин / материалы VI международной конференции; ответственный редактор В.С. Балбаров. – 2015. – С. 344–350.
10. Смелягин А.И. Современные аксиомы движения материальных тел и следствия из них : в сб.: XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики / Сборник докладов; составители: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров; ответственные редакторы: Д.А. Губайдуллин, А.И. Елизаров, Е.К. Липачев. – 2015. – С. 3500–3502.
11. Смелягин А.И. Современные аксиомы и следствия из них для исследования динамики машин : в сб.: Инновации в машиностроении (ИНМАШ-2015) / сборник трудов VII Международной научно-практической конференции. Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Новосибирский государственный технический университет, Бийский технологический институт, МИП Техмаш; под редакцией В.Ю. Блюменштейна, А.А. Баканова, О.А. Останина. – 2015. – С. 526–529.
12. Смелягин А.И. Современные аксиомы движения материальных тел и следствия из них : в сб.: XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики / Сборник докладов; составители: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров; ответственные редакторы: Д.А. Губайдуллин, А.И. Елизаров, Е.К. Липачев. – 2015. – С. 3500–3502.

13.Философия : учебник / под ред. Г.В. Андрейченко, В.Д. Грачева. – Ставрополь : Изд-во СГУ, 2001. – С. 245.

14.Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий для исследования движений механических систем // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – № 2. – С. 19–26.

15.Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий для исследования механических систем вращательного движения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – № 3. – С. 19–27.

16.Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий для исследования движения колесницы // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 10. – С. 47–62.

17.Смелягин А.И. Применение аналогов скоростей и ускорений для исследования механических систем с помощью новых аксиом и теорем // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – № 2. – С. 21–29.

18.Смелягин А.И. Применение аналогов скоростей для исследования механических систем вращательного движения // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 10. – С. 125–139.

References:

1. Kharlamov P.V. Sketches about the mechanics bases. Myths, delusions and errors. – Kiev : Sciences, thought, 1995. – 407 p.

2. Nikitin N.N. Course of theoretical mechanics. – M. : Higher school, 1990. – 607 p.

3. Smelyagin A.I. Objects for which axioms or laws of classical mechanics // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – No. 1. – P. 21–25.

4. Smelyagin A.I. Axioms or laws of movement were formulated by I. Newton // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – No. 2. – P. 11–16.

5. Smelyagin A.I. Basic, primary concepts of mechanics // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – No. 2. – P. 17–26.

6. Smelyagin A.I. Axioms of movement of the material bodies // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – No. 3. – P. 19–34.

7. Smelyagin A.I. Theorems, principles and equations of mechanics // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – No. 4. – P. 21–29.

8. Smelyagin A.I. Application of new axioms and the investigations from them for a research of movements of the material bodies // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2015. – No. 1. – P. 19–27.

9. Smelyagin A.I. About groundlessness of application of laws of Newton for a research of dynamics of machines or the modern axioms of movement of the material bodies and the investigation from them : in col.: problems of mechanics of the modern machines / materials VI of the international conference; editor-in-chief V.S. Balbarov. – 2015. – P. 344–350.

10.Smelyagin A.I. The modern axioms of movement of the material bodies and the investigation from them: in col.: The XI All-Russian congress on fundamental problems of theoretical and application-oriented mechanics / Collection of reports; originators: D.Yu. Akhmetov, A.N. Gerasimov, Sh.M. Haydarov; editor-in-chief: D.A. Gubaidulin, A.I. Yelizarov, E.K. Lipachev. – 2015. – P. 3500–3502.

11.Smelyagin A.I. The modern axioms and the investigations from them for a research of dynamics of machines: in col.: Innovations in mechanical engineering (INMASh-2015) / collection of works VII of the International scientific and practical conference. Kuzbass state technical university of T.F. Gorbachev, Altai state technical university of I.I. Polzunov, Novosibirsk State Technical University, Biysk institute of technology, MIP Tekhmash; under V.Yu. Blyumenstein, A.A. Bakanov, O.A. Ostanin edition. – 2015. – P. 526–529.

12.Smelyagin A.I. The modern axioms of movement of the material bodies and the investigation from them : in col.: The XI All-Russian congress on fundamental problems of theoretical and application-oriented mechanics / Collection of reports; originators: D.Yu. Akhmetov, A.N. Gerasimov, Sh.M. Haydarov; editor-in-chief: D.A. Gubaidulin, A.I. Yelizarov, E.K. Lipachev. – 2015. – P. 3500–3502.

13.Philosophy : the textbook / under the editorship of G.V. Andreychenko, V.D. Grachev. – Stavropol : SGU publishing house, 2001. – P. 245.

14.Smelyagin A.I. Application of new axioms and the investigations for a research of movements of mechanical systems // Science. Equipment. Technologies (polytechnical messenger). – 2015. – No. 2. – P. 19–26.

15. Smelyagin A.I. Application of new axioms and the investigations for a research of mechanical systems of rotary motion // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2015. – No. 3. – P. 19–27.
16. Smelyagin A.I. Application of new axioms and the investigations for a research of the movement of the chariot // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2015. – No. 10. – P. 47–62.
17. Smelyagin A.I. Application of analogs of speeds and accelerations for a research of mechanical systems by means of new axioms and theorems // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2016. – No. 2. – P. 21–29.
18. Smelyagin A.I. Application of analogs of speeds for a research of mechanical systems of rotary motion // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 10. – P. 125–139.

УДК 622.276

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УЭЦН НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

–––––––

EFFICIENCY ANALYSIS OF OPERATION BY INSTALLATION OF AN ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMP ON THE FIELDS OF THE KRASNODAR TERRITORY

Боровик Оксана Владимировна
оператор пульта управления
в добыче нефти и газа 5 разряда,
ЦДНГ-3 ООО «РН-Краснодарнефтегаз»
oksana.borovik@mail.ru

Савенок Ольга Вадимовна
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Borovik Oksana Vladimirovna
Remote control in oil and gas
production operator 5th grade,
Workshop for oil and gas № 3
LLC «Rosneft-Krasnodarneftegas»

Savenok Olga Vadimovna
Doctor of the technical sciences,
Assistant professor, Professor of
the pulpit oil and gas deal of the name
of the professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university

Аннотация. В статье рассматривается анализ работы скважин, эксплуатируемых УЭЦН на месторождениях Краснодарского края. Приведены основные характеристики, назначение и область применения УЭЦН. Проведён анализ действующего фонда скважин месторождений Абино-Украинское и Зыбза-Глубокий Яр. Сделан подбор установки УЭЦН для эксплуатации скважины на месторождениях Абино-Украинском и Зыбза-Глубокий Яр. Рассмотрены причины отказов оборудования при эксплуатации УЭЦН и анализ ремонтов УЭЦН, не отработавших гарантийный срок.

Annotation. The paper considers the analysis of the operation of wells operated by the ECFP at the fields of the Krasnodar Territory. The main characteristics, purpose and scope of ECFP are given. The analysis of the current well stock of the Abino-Ukrainskoe and Zybza-Gluboky Yar fields is carried out. Selection of the ECFP unit for exploitation of the well at the Abino-Ukrainskoe and Zybza-Gluboky Yar deposits was done. The reasons for equipment failures during operation of the ECFP and the analysis of ECFP repairs that have not fulfilled the warranty period are considered.

Ключевые слова: установка электроцентробежного насоса; назначение и область применения УЭЦН; установка электропогружного центробежного насоса; погружной электродвигатель; конструкция односекционного электродвигателя; многоступенчатый насос центробежного типа; привод с регулируемой скоростью.

Keywords: installation of an electric centrifugal pump; purpose and scope of ECFP; installation of an electric submersible centrifugal pump; submersible motor; design of single-section electric motor; multistage centrifugal pump; variable speed drive.

Общие сведения о месторождениях Краснодарского края

Для проведения сравнительного анализа эффективности использования электроцентробежных насосных установок на месторождениях Краснодарского края были выбраны два месторождения Абино-Украинское месторождение и Зыбза-Глубокий Яр, на которых применяется данный вид эксплуатации действующих скважин.

Абино-Украинское месторождение открыто и введено в разработку в 1956 году. Абино-Украинское газонефтяное месторождение расположено в пределах Крымского и Абинского районов Краснодарского края, в 75 км к юго-западу от г. Краснодара.

Абино-Украинское месторождение находится на обустроенной территории нефтегазодобывающего предприятия ООО «РН-Краснодарнефтегаз», с широко развитой сетью нефтегазосборных коммуникаций, водоводов, линий электропередач, гравийных дорог.

Месторождение Зыбза-Глубокий Яр открыто в 1944 году и введено в промышленную эксплуатацию в 1946 году. Месторождение Зыбза-Глубокий Яр расположено на территории Абинского и Северского районов Краснодарского края.

Основные характеристики, назначения и область применения УЭЦН

Установки погружных центробежных насосов предназначены для откачки из нефтяных скважин, в том числе и наклонных пластовой жидкости, содержащей нефть, воду и газ, и механические примеси. При больших подачах УЭЦН имеют достаточный КПД (до 0,35), позволяющий конкурировать этим установкам со штанговыми установками и газлифтом. Для погружных электроприводных центробежных насосов (ЭЦН) по сравнению с другими системами подъёма скважинной продукции характерны большая производительность и глубина установки. Системы добычи ЭЦН занимают весьма малую площадь на дневной поверхности и могут применяться как в наземных, так и в морских скважинах с большим смещением забоя.

В зависимости от количества различных компонентов, содержащихся в откачиваемой жидкости, насосы установок имеют исполнение обычное и повышенной коррозионно-износостойкости. При работе УЭЦН, где в откачиваемой жидкости концентрация механических примесей превышает допустимую 0,1 г/л происходит засорение насосов, интенсивной износ рабочих агрегатов. Как следствие, усиливается вибрация, попадание воды в ПЭД по торцевым уплотнениям, происходит перегрев двигателя, что приводит к отказу работы УЭЦН.

Обычно эти системы лучше всего работают в скважинах с большим дебитом и умеренным забойным давлением, продукция которых не содержит значительные количества газа и твёрдых примесей. Установки ЭЦН весьма эффективны при дебитах не ниже 1000 м^3/сут., хотя способны работать и при более низких дебитах до 40 м^3/сут., не предъявляют высоких требовании к обслуживанию и устойчивы к коррозионной среде скважин. Межремонтный период работы УЭЦН в скважинах достаточно высок и составляет до 600 сут.

Установки ЭЦН состоят из погружных и наземных узлов. Для любой установки требуются оба типа узлов. Ниже описывается каждый узел, начиная со скважинных. Типичная установка ЭЦН показана на рисунке 1.

Скважинный насос имеет от 80 до 400 ступеней. Жидкость поступает через сетку в нижней части насоса. Погружной электродвигатель маслозаполненный и герметизированный, во избежание попадания в него пластовой воды устанавливается узел гидрозащиты. Электроэнергия с поверхности подаётся по круглому кабелю, а около насоса по плоскому. При частоте тока 50 Гц частота вращения вала двигателя синхронная и составляет 3000 мин.$^{-1}$ и 2800–2950 мин.$^{-1}$ (с учётом скольжения). Трансформатор используют для повышения напряжения тока от 380 до 400–2000 В. Станция управления имеет приборы, показывающие напряжение и силу тока, что позволяет отключить установку в ручном или автоматическом режиме. Колонна НКТ оборудуется обратным и сливным клапанами. Обратный клапан удерживает жидкость в НКТ при остановках насоса, что облегчает запуск установки, а сливной освобождает НКТ от жидкости перед подъёмом установки при установленном обратном клапане.

Условное обозначение установок:

УЭЦН – К 5-180-1200, насос – У 2 ЭЦН И 6-350-1100,

где У – установка; 2 – вторая модификация; Э – с приводом от погружного электродвигателя; Ц – центробежный; Н – насос; К – повышенный коррозионностойкости; И – повышенной износостойкости; М – модульного исполнения; 6 – группы насосов; 180, 350 – подача, м^3/сут.; 1200, 1100 – напор, м в.ст.

В зависимости от диаметра эксплуатационной колонны и максимального поперечного габарита погружного агрегата применяют ЭЦН различных групп – 5, 5а, 6: установка группы 5 с поперечным диаметром не менее 121,7 мм; установки группы 5а с поперечным габаритом 124 мм – в скважинах внутренним диаметром не менее 148,3 мм. Насосы также подразделяют на три условные группы – 5, 5а, 6: диаметры корпусов группы 5 – 92 мм, группы 5а – 103 мм и группы 6 – 114 мм.

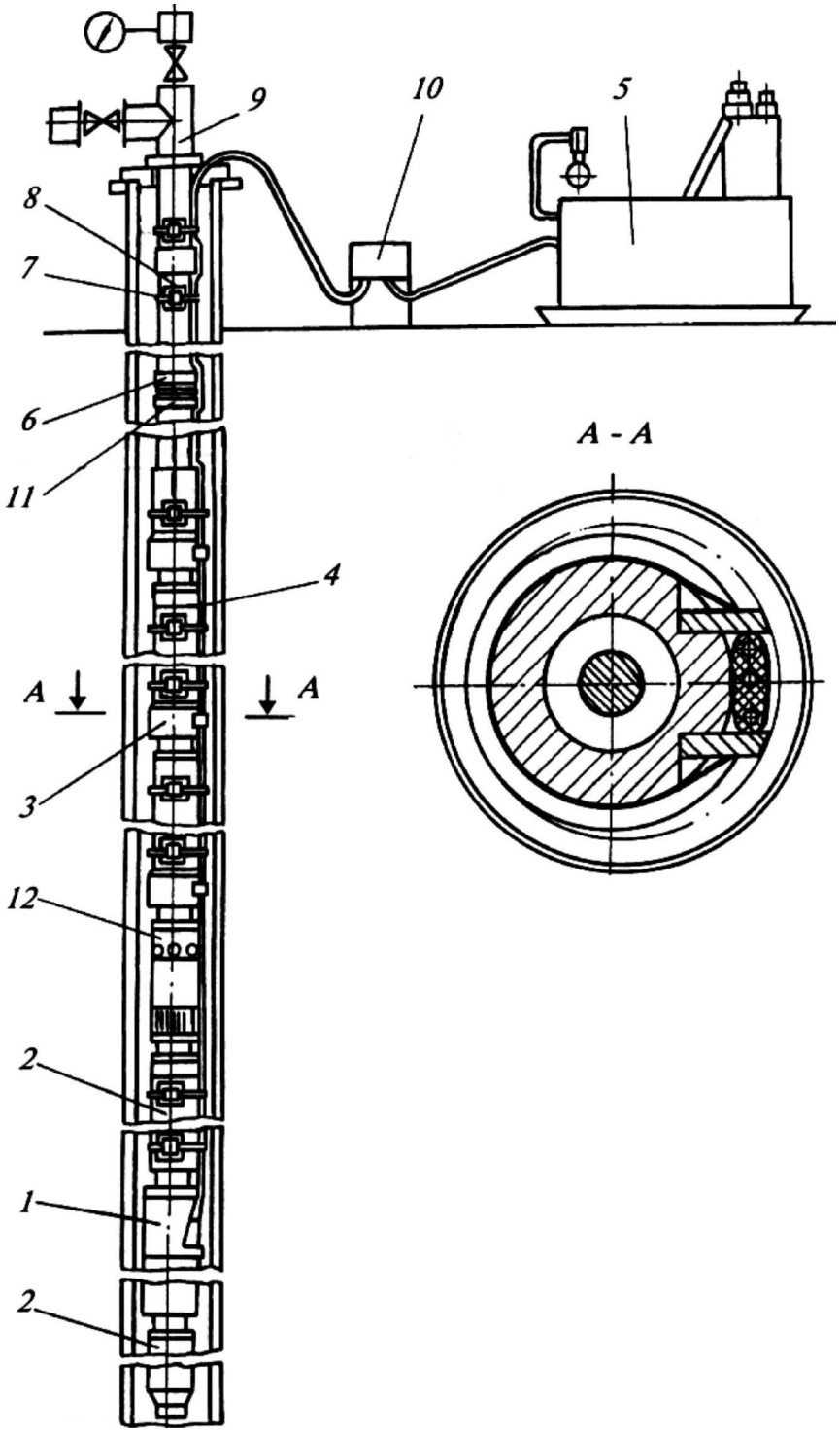


Рисунок 1 – Установка электропогружного центробежного насоса:
1 – электродвигатель; 2 – гидрозащита; 3 – насос; 4 – кабель; 5 – КТППН; 6 – клапан сливной; 7 – пояс; 8 – НКТ; 9 – устьевое оборудование; 10 – клеммная коробка; 11 – клапан обратный; 12 – газосепаратор

Погружной электродвигатель (ПЭД)

ПЭД является неотъемлемой частью установки ЭЦН. Применяются двухполюсные трёхфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Номинальная скорость двигателя 3500 об./мин. при 60 Гц и 2917 об./мин. при 50 Гц. Двигатель заполнен минеральным маслом высокой степени очистки с высокой диэлектрической прочностью и достаточной теплопроводностью, обеспечивающим смазку подшипников.

В стандартных двигателях применяются фиксированные упорные подшипники (подпятники). Назначение подпятника – воспринимать нагрузку от ротора двигателя. В высокотемпературных (свыше 250 °F) скважинах применяются двигатели с подпятни-

ками другого типа. Тепло, образующееся при работе двигателя, передаётся скважинной жидкости, проходящей мимо корпуса двигателя. Поскольку двигатель при работе нуждается в потоке жидкости для охлаждения, обычные ЭЦН с двигателем без кожуха всегда должны устанавливаться выше перфорационных отверстий или продуктивной зоны.

Двигатели выпускаются четырёх различных диаметров (типоразмеров): 3,75; 4,56; 5,41 и 7,38 дюймов. Поэтому они могут применяться только при диаметре эксплуатационной колонны не менее 4,50 дюймов. Мощность двигателей при питании переменным током частотой 60 Гц варьируется от 7,5 л.с. для 3,75-дюймовых двигателей до 1200 л.с. для 7,38 дюймовых. Конструкция двигателя может быть односекционной или в целях достижения необходимой мощности состоять из нескольких секций, скрепляемых между собой болтами. Двигатели выбираются исходя из максимального диаметра, при котором насосная установка может быть беспрепятственно спущена в скважину, и требуемой мощности.

Электродвигатель (рис. 2) состоит из статора 1, ротора 3, головки 5, основания 10 и узла токоввода 9.

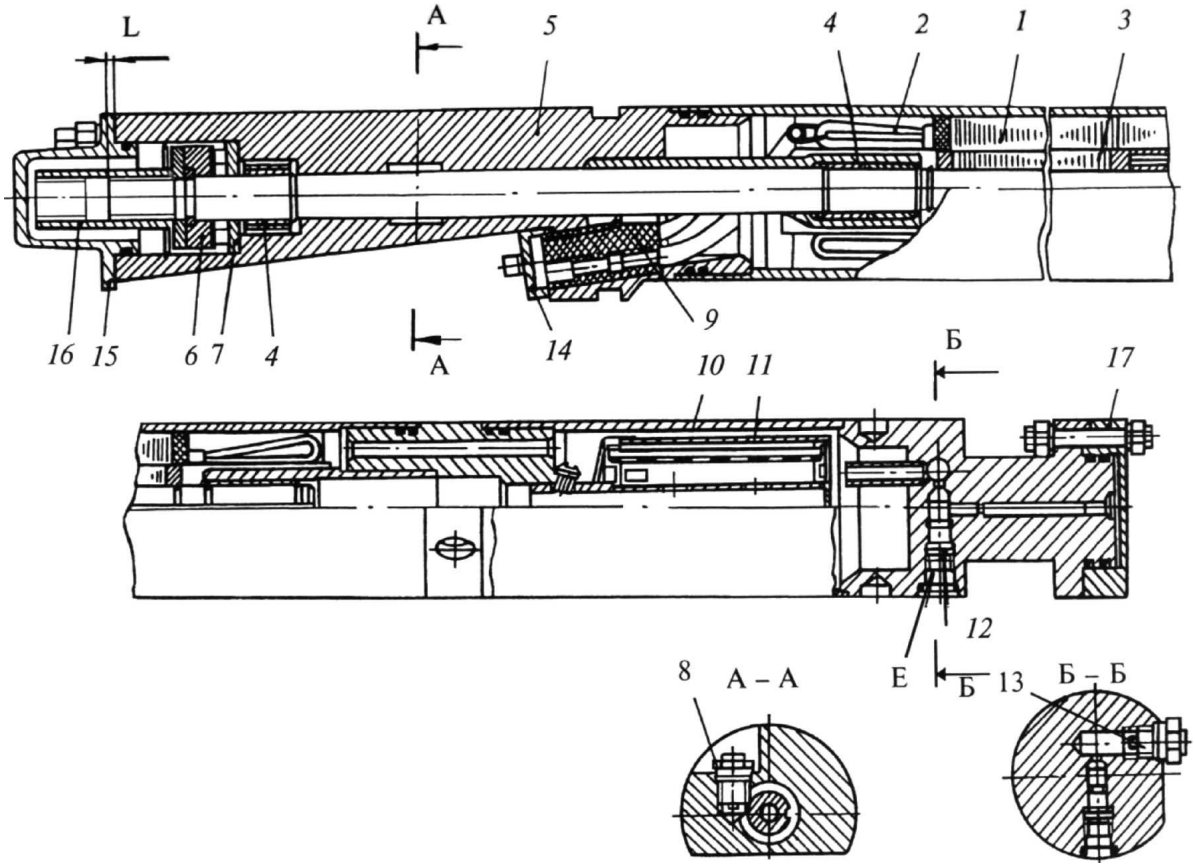


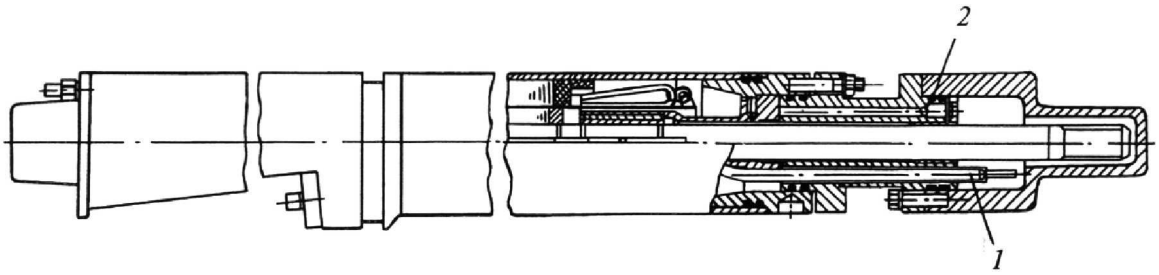
Рисунок 2 – Конструкция односекционного электродвигателя:
1 – статор; 2 – обмотка статора; 3 – ротор; 4 – втулка подшипника; 5 – головка; 6 – пята; 7 – подпятник; 8 – клапан обратный; 9 – колодка; 10 – основание; 11 – фильтр; 12 – клапан перепускной; 13 – клапан обратный; 14 – крышка кабельного ввода; 15 – крышка верхняя; 16 – муфта шлицевая; 17 – крышка нижняя

Статор 1 представляет собой выполненный из специальной трубы корпус, в который запрессован магнитопровод из листовой электротехнической стали. В пазы статора уложена трёхфазная протяженная обмотка из специального обмоточного провода. Фазы обмотки соединены в звезду.

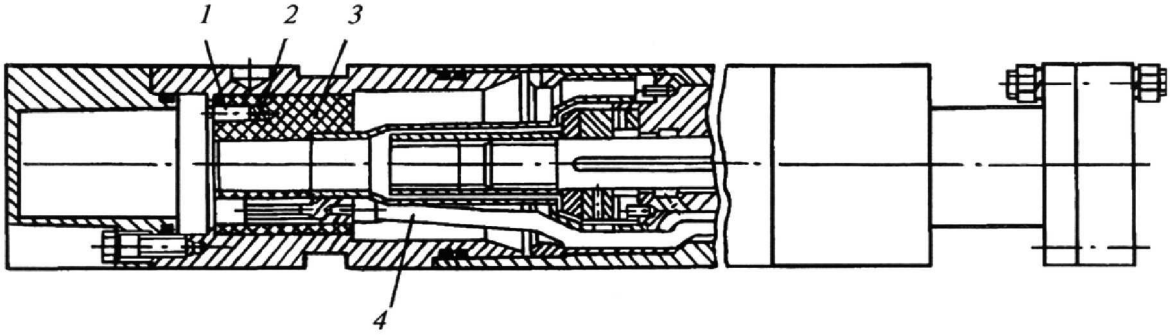
Внутри статора размещается ротор 3, представляющий собой набор пакетов, разделённых между собой промежуточными подшипниками, последовательно надетыми на вал. Вал ротора выполнен пустотелым для обеспечения циркуляции масла. Пакеты ротора набраны из листовой электротехнической стали. В пазы пакетов вставлены медные стержни, сваренные по торцам медными кольцами.

В головке электродвигателя размещён узел упорного подшипника 6, который воспринимает осевые нагрузки от веса ротора. В нижней части электродвигателя расположено основание 10, в котором размещён фильтр 11 для очистки масла.

Секционные двигатели (рис. 3) состоят из верхней и нижней секций, которые соединяются при монтаже двигателя на скважине.



Верхняя секция секционного электродвигателя:
1 – провод выводной с наконечником; 2 – шариковый перепускной клапан



Нижняя секция секционного электродвигателя:
1 – стопор; 2 – пружина; 3 – колодка межсекционная; 4 – провод выводной с гильзой

Рисунок 3 – Секционный двигатель

Каждая секция состоит из статора и ротора, устройство которых аналогично односекционному электродвигателю. Электрическое соединение секций между собой последовательное, внутреннее и осуществляется с помощью трёх наконечников. При стыковке секций обеспечивается герметичное соединение.

При подаче напряжения по кабелю вал двигателя приводится во вращение и через шлицевую муфту вращает вал насоса.

Гидравлическая защита ПЭД (протектор)

Главным назначением протектора является защита масла в двигателе от попадания скважинной жидкости при равновесии давления в скважине и внутреннего давления в двигателе. Существуют два типа конструкции протектора – с принудительным уплотнением и с лабиринтным уплотнением. Принудительное уплотнение осуществляется эластичным, не пропускающим жидкости материалом, который допускает тепловое расширение жидкостей при работе двигателя и в то же время разобщает скважинную жидкость и масло в двигателе. В лабиринтном уплотнении для предотвращения проникновения скважинной жидкости в двигатель используется различие удельных весов скважинной жидкости и моторного масла. Жидкость и масло сообщаются друг с другом через каналы, соединяющие разобщаемые камеры.

Протектор выполняет следующие основные четыре функции:

1) соединяет между собой корпусы и валы насоса и двигателя;

2) несёт в себе упорный подшипник, воспринимающий осевое усилие от вала насоса;

3) разобщает масло в двигателе и скважинную жидкость, позволяя в то же время уравнять давления в скважине и в двигателе;

4) воспринимает тепловое расширение масла во время работы двигателя и сжатие масла из-за охлаждения после остановки.

Протектор гидрозащиты типа Г (рис. 4) состоит из головки, верхнего, среднего и нижнего ниппелей, верхнего и нижнего корпусов и основания, соединённых между собой резьбовыми соединениями.

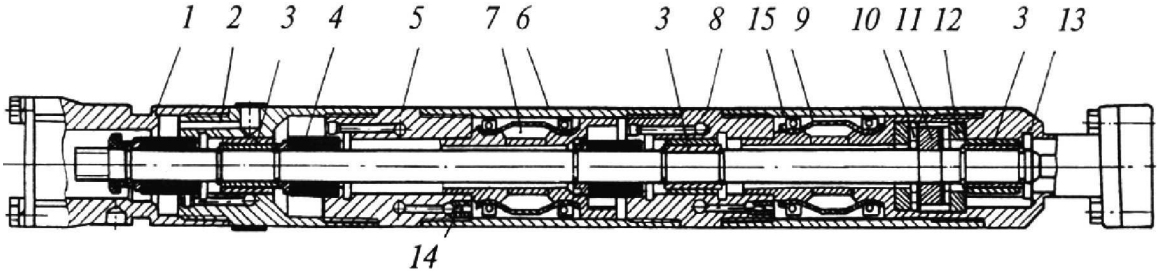


Рисунок 4 – Конструкция протектора гидрозащиты типа Г:
1 – головка; 2 – ниппель верхний; 3 – подшипник; 4 – торцевое уплотнение; 5 – ниппель; 6 – корпус верхний; 7 – диафрагма верхняя; 8 – ниппель нижний; 9 – диафрагма нижняя; 10 – подпятник верхний; 11 – пята; 12 – подпятник нижний; 13 – основание; 14 – клапан обратный; 15 – корпус нижний

Приём насоса и газосепаратор

Существует три типа приёмной части насосов: обычный приём, неподвижный газосепаратор и газосепаратор, снабжённый ротором.

Объёмное содержание свободного газа на приёме насоса не должно превышать 10–15 %. Обычный приём насоса имеет несколько достаточно крупных отверстий, позволяющих жидкости поступать в нижнюю ступень насоса. Приёмные части некоторых моделей насосов оснащаются сетками, задерживающими крупные частицы механических примесей. Неподвижный газосепаратор – приём с изменением направления потока жидкости. Такой сепаратор в большинстве случаев отделяет до 20 % (по объёму) свободного газа. Жидкость движется вверх по наружной окружности газосепаратора, а затем для поступления в отверстия сепаратора должна изменить направление своего движения. Жидкость, изменив направление движения, идёт вниз и поступает на приёмное рабочее колесо. Часть газа отделяется и, перемещаясь вверх, выходит в кольцевое пространство. Жидкость вместе с оставшимся газом проходит через приёмное рабочее колесо и перемещается вверх к первой ступени насоса.

Роторный газосепаратор в определённых условиях отделяет до 90 % газа и должен применяться, когда объёмное содержание свободного газа на приёме насоса превышает 20 %, если в жидкости не содержатся абразивные примеси. Использование вращающегося газосепаратора должно быть рассмотрено со всей тщательностью. Хотя он и весьма эффективен, возможность срыва подачи насоса из-за газовой пробки остаётся. Если давление на приёме насоса снижается настолько, что развивается пробковый режим течения пластовой жидкости, то в некоторые моменты времени на приёме насоса будет только свободный газ, который будет поступать в насос в эти моменты времени, несмотря на наличие газосепаратора.

ЭЦН – многоступенчатый насос центробежного типа

Каждая ступень состоит из рабочего колеса и диффузора (направляющего аппарата). Рабочее колесо крепится на валу шпонкой и вращается с той же скоростью, что и вал двигателя. Центробежные силы вынуждают жидкость перемещаться от центральной части рабочего колеса к периферии. При этом жидкость приобретает кинетическую энергию.

Модуль-секция насоса (рис. 5) состоит из корпуса 1, вала 2, пакетов ступеней (рабочих колёс 3 и направляющих аппаратов 4), верхнего подшипника 5, нижнего подшипника 6, верхней осевой опоры 7, головки 8, основания 9, двух рёбер 10 (служат для защиты кабеля от механических повреждений) и резиновых колец 11, 12 и 13.

Направляющий аппарат неподвижен; его функция – направлять поток жидкости от одного рабочего колеса к следующему и преобразовывать часть кинетической энергии жидкости в энергию давления (потенциальную энергию).

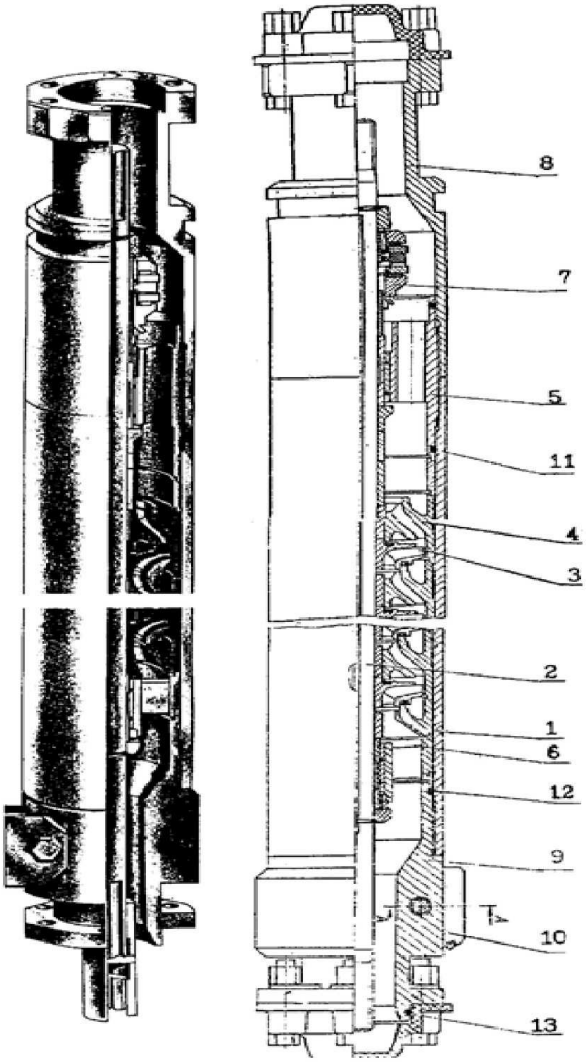


Рисунок 5 – Схема модуля-секции насоса:
1 – корпус; 2 – вал; 3 – колесо рабочее; 4 – аппарат направляющий; 5 – подшипник верхний; 6 – подшипник нижний; 7 – опора осевая верхняя; 8 – головка; 9 – основание; 10 – ребро; 11, 12, 13 – кольца резиновые

Ступени насоса (рабочие колёса с направляющими аппаратами) заключены в стальной корпус (трубу). Когда резьбовые крышка и основание навинчиваются на корпус, они прижимают наружные края диффузоров. Сила трения при этом удерживает направляющие аппараты в неподвижном состоянии. Если по какой-либо причине сила прижатия уменьшается, то направляющие аппараты могут начать вращаться. При этом насос резко снижает подачу и напор, а вращение направляющих аппаратов приводит к катастрофическому износу насоса.

Рабочие колёса имеют закрытую конструкцию: криволинейные лопасти заключены между дисками, один из которых имеет входное отверстие для перекачиваемой жидкости, а другой связан со ступицей колеса и передаёт на лопасти крутящий момент от вала насоса. Максимальный КПД колёс зависит от их типа и конструкции и обычно растёт с увеличением объёмной подачи. Рабочий КПД зависит от отношения текущей подачи насоса к расчётной.

Жидкость поступает в центральную часть рабочего колеса. Лопасти и диски рабочего колеса образуют каналы, по которым движется жидкость. Объём перекачиваемой за единицу времени жидкости (т.е. подача жидкости) определяется объёмом рабочего колеса или объёмом между верхним и нижним дисками и частотой вращения колеса.

В скважинных погружных насосах применяются рабочие колёса двух типов – с радиальным и смешанным (радиально-осевым) направлением потока жидкости. Насосы с радиальными ступенями обычно имеют подачу от 30 до 400 м^3/сут. Радиальная

ступень является плоской и при таких небольших величинах подачи обладает наибольшим КПД по сравнению с другими типами. Диапазон подачи радиально-осевых колёс варьируется примерно от 270 до 6400 м^3/сут.

Износ и коррозия насосов могут быть уменьшены применением коррозионностойких материалов – рабочих колёс из коррозионностойкого чугуна, неметаллических формованных рабочих колёс из полифенилен сульфида (ритона) и диффузоров с молибден-никелевым покрытием. Большей частью рабочие колёса изготавливаются из коррозионностойкого чугуна. Корпусы, крышки и основания насосов, протекторов и двигателей, если к ним не предъявляются особые требования, изготавливаются из углеродистой стали.

Оборудование, эксплуатируемое в коррозионной среде, должно иметь коррозионностойкое покрытие либо корпусы должны изготавливаться из специальной ферритной стали. Многоступенчатые насосы могут собираться с плавающей или фиксированной посадкой рабочих колёс в зависимости от того, как уравновешивается осевое усилие ротора насоса.

Станция управления

Представляет собой устройство управления погружным электродвигателем. Обычные станции способны работать с напряжениями от 600 до 4800 В. Корпусы всех станций относятся к классу ХЕМА 3 R, пригодному для эксплуатации практически при всех условиях наружной среды. По степени сложности станции управления варьируются от простого пускателя и прерывателя двигателя до чрезвычайно сложных устройств слежения и управления.

Существует два основных типа конструкций станций управления: электромеханические и полупроводниковые. Электромеханические станции управления обеспечивают максимальную токовую защиту с помощью трёх магнитных реле максимального тока с обратнозависимой выдержкой времени с кнопочным управлением и ручным сбросом. Минимальная токовая защита обеспечивается триодными тиристорами. Эти средства обеспечивают защиту погружного скважинного оборудования от повреждений, вызываемых такими обстоятельствами, как превышение подачи насоса над притоком из скважины, срыв подачи из-за газовой блокировки, утечки в трубах и отключения. Полупроводниковые станции управления содержат блок управления двигателем (такой как Vortex или Eliminator). Назначение блока управления двигателем – защита погружного узла путём контроля и отключения питания в случае, если потребляемый ток выходит за установленные пределы. Контроль тока осуществляется по каждой фазе кабеля питания. Ценной является возможность применения регистрирующею амперметра, функцией которого является запись величины потребляемого тока на круговой диаграмме. Диаграмма амперметра показывает нормальность или ненормальность условий работы погружного узла. Ненормальные условия могут наступить, когда приток к скважине не соответствует подаче насоса или при низком качестве питания двигателя насоса. Ненормальные условия регистрируются на диаграмме амперметра в виде флуктуаций напряжения первичной линии питания, пиков, провалов и изменчивых значений тока. В последние годы станции управления всё чаще оснащаются специальными контроллерами, обеспечивающими автоматизацию управления работой погружного насосного агрегата. Указанные контроллеры имеют связь (кабельную или радиосвязь) с компьютерными системами в офисных помещениях нефтедобывающих компаний.

Привод с регулируемой скоростью (Variable Speed Drive – VSD)

Сложное устройство управления двигателем, выполняющее три различные функции:

1) он изменяет подачу ЭЦН, регулируя обороты двигателя;
2) защищает погружное оборудование от помех в электропитании;
3) обеспечивает плавный пуск двигателя.

Ниже более подробно рассматривается каждая из этих функций.

VSD изменяет подачу ЭЦН путём регулировки оборотов двигателя. При изменении частоты переменного тока, питающего двигатель (а тем самым и оборотов двигателя), в линейной зависимости изменяется и подача насоса. Таким образом, можно оптимизировать добычу из скважины, уравняв подачу насоса с притоком к скважине. Этот способ применим как при долгосрочных изменениях в коллекторе, так и при крат-

косрочных изменениях притока в скважинах с высоким газожидкостным фактором. При этом может быть исключена необходимость смены насоса для адаптации его подачи к изменяющимся скважинным условиям, а также продлён срок непрерывной работы путём исключения проблем циклического характера. Такая функциональность полезна также при определении продуктивности новых скважин посредством регистрации забойных давлений и дебитов в интервале величин депрессии на пласт. Изменение частоты напряжения электропитания может осуществляться вручную или автоматически. VSD может работать автоматически в режиме «замкнутого цикла» под управлением программируемого контроллера и датчиков давления.

Привод с регулируемой скоростью также защищает погружной двигатель от флуктуации качества электропитания. Он сравнительно нечувствителен к дисбалансу и нестабильности входного напряжения, обеспечивая при этом стабильное и сбалансированное выходное напряжение. VSD не пропускает на двигатель флуктуации напряжения, но сам может быть выведен из строя этими флуктуациями. Большинство операторов установок ЭЦН предпочтут, конечно же, ремонтировать наземное оборудование, чем поднимать и спускать погружное оборудование. В определённых пределах VSD улучшает качество питания, преобразуя входной переменный ток в постоянный и вновь восстанавливая синусоидальный переменный ток.

Способность VSD осуществлять плавный пуск даёт ей два основных преимущества. Во-первых, уменьшается пусковой ток. Во-вторых, деформация вала насоса (и связанных с ним узлов) существенно ниже, чем при обычном пуске. Плавный пуск полезен при высоком содержании газа и песка в продукции скважины. В некоторых случаях плавное доведение оборотов насоса до рабочих органов способствует устранению повреждения насоса.

Трансформаторы

В установках ЭЦН могут применяться в трёх различных конфигурациях: три однофазных трансформатора, обычные трёхфазные трансформаторы и трёхфазные автотрансформаторы. Трансформаторы необходимы в связи с тем, что напряжение в сети питания обычно не соответствует напряжению питания погружного электродвигателя. В установках наземного базирования используются масляные трансформаторы с естественным охлаждением. В установках морского базирования, когда применение масляных трансформаторов не допускается, используются сухие трансформаторы.

Система погружной (скважинной) телеметрии

Обеспечивает оператора точными данными о давлении и температуре в скважине. Система состоит из двух узлов: скважинных датчиков и наземного считывающего устройства. Скважинные датчики электрически соединены с двигателем и крепятся к его основанию (или к головке). Значения давления и температуры передаются на считывающее устройство через обмотки двигателя и кабель питания модуляцией на несущей частоте. Датчик получает питание от нейтральной обмотки двигателя, поэтому может работать даже при остановленном двигателе. Основной функцией измерителя давления является определение потенциала дебита скважины. Для этого определяют статическое и динамическое пластовое давления. Сопоставляя изменение давления с данным значением дебита, можно точно оценить численно характеристику притока скважины. Это, в свою очередь, позволяет подобрать оборудование, оптимизирующее добычу из скважины.

Кабельная линия предназначена для подачи электрического напряжения переменного тока к погружному электродвигателю установки. Кабельная линия состоит из основного питающего кабеля (круглого или плоского) и соединённого с ним плоского кабеля-удлинителя с муфтой кабельного ввода.

Соединение основного кабеля с кабелем-удлинителем обеспечивается неразъёмной соединительной муфтой (сросткой). Для получения требуемой длины с помощью сростки могут быть также соединены участки основного кабеля. Кабель-удлинитель имеет уменьшенные по сравнению с основным кабелем наружные размеры. Муфта кабельного ввода обеспечивает герметичное присоединение кабельной линии к погружному электродвигателю.

Кабельная линия

При транспортировании и хранении располагается на специальном барабане, используемом также при спусках и подъёмах установок на скважинах, профилактиче-

ских и ремонтных работах с кабельной линией. Кабельные линии для установок УЭЦН изготавливаются по техническим условиям.

В качестве основных используются кабели марок КПБК и КПБП с полиэтиленовой изоляцией, предназначенные для работы при температурах окружающей среды до 90 °С. Допускается взамен кабелей КПБК и КПБП использование кабелей марок КППБК и КППБП, предназначенных для работы при температуре окружающей среды до 95 °С. Муфта кабельного ввода изготавливается на конце кабеля-удлинителя, присоединяемом к погружному электродвигателю.

Конструкции кабелей КПБК (круглого) и КПБП (плоского) показаны на рисунке 5.

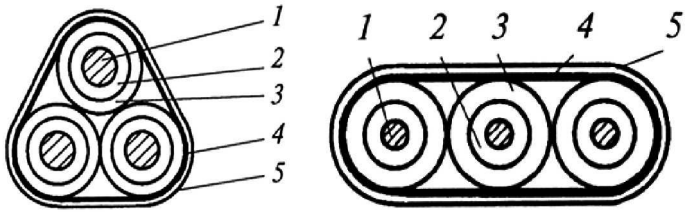


Рисунок 5 – Конструкция кабелей:
1 – медная однопроволочная жила; 2 – первый слой изоляции из полиэтилена высокой плотности;
3 – второй слой изоляции из полиэтилена высокой плотности;
4 – подушка из прорезиненной ткани или равноценных заменяющих материалов;
5 – броня из стальной оцинкованной ленты S-образного профиля
(для кабеля КПБК) или ступенчатого профиля (для кабеля КПБП)

Герметизация устья

Осуществляется устьевой арматурой или устройством для подвески НКТ. Устьевая арматура обеспечивает герметизацию ввода в скважину НКТ и кабеля питания. Обвязка устья скважины производится по типовой схеме оборудования устья скважин при способе добычи с помощью УЭЦН (рис. 6).

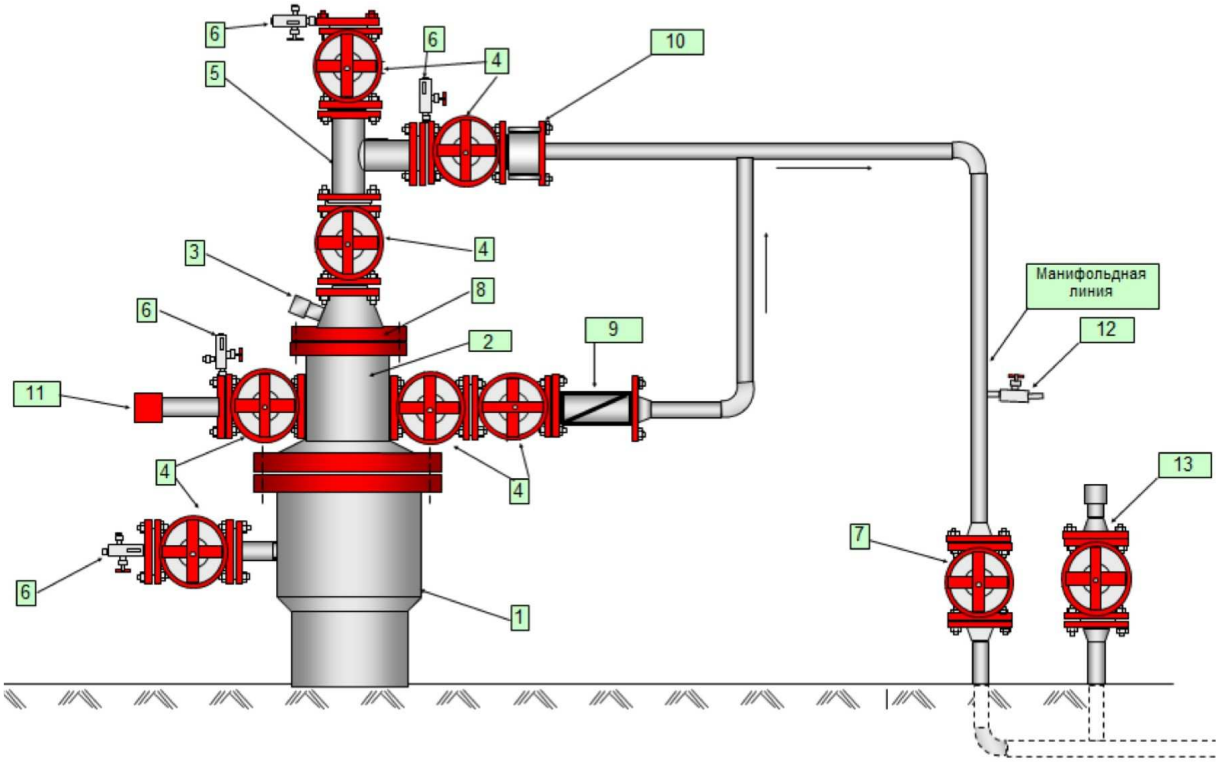


Рисунок 6 – Типовая схема обвязки устья скважины при способе добычи УЭЦН:
1 – колонная головка (колонный фланец); 2 – крестовина; 3 – кабельный ввод;
4 – задвижка ЗМС 65×21 (ЗФК); 5 – тройник фланцевый 65×210; 6 – вентиль игольчатый;
7 – манифольдная задвижка; 8 – планшайба с кабельным вводом; 9 – обратный клапан;
10 – штуцерная камера; 11 – исследовательский патрубок 2" с заглушкой; 12 – пробоотборник;
13 – технологическая задвижка (ЗМС Ду65 Ру210)

Соединительная коробка

Соединяет скважинный кабель и кабель, идущий от станции управления. Она необходима для выпуска в атмосферу газа, который может подниматься из скважины по кабелю. Это предотвращает накопление газа в станции управления и образование взрывоопасной среды. Соединительная коробка обязательна для всех установок ЭЦН.

Анализ действующего фонда скважин месторождений Абино-Украинское и Зыбза-Глубокий Яр

Лицензионное соглашение на разработку, а также вся необходимая документация по месторождениям Абино-Украинское и Зыбза-Глубокий Яр принадлежит предприятию Краснодарского края ООО «РН-Краснодарнефтегаз». Разработку данных месторождений осуществляет ЦДНГ-3 (цех по добыче нефти и газа № 3).

Электроцентробежными насосами эксплуатируются скважины с дебитом по жидкости от 8 до 200 м^3/сут. Эксплуатационный фонд, оборудованный этими погружными установками на месторождениях Абино-Украинском и Зыбза-Глубокий Яр, на 01.01.2016 г. составляет 20 скважин или 7 % от всего действующего фонда скважин. За год фонд скважин, оборудованных ЭЦН, увеличился на 4 единицы. В таблице 1 приведён весь эксплуатационный фонд анализируемых месторождений (в том числе бездействующий; скважин, находящихся под консервацией, и скважин, ожидающих перевода в нагнетательные скважины).

Таблица 1 – Динамика действующего фонда скважин

Фонд скважин	на 01.01.2015 г.	на 01.01.2016 г.	на 01.06.2016 г.
Эксплуатационный	305	304	311
Действующий	276	281	290
Дающий продукцию	186	180	172
Из них УЭЦН	14	16	20
Абино-Украинское	8	9	11
Зыбза-Глубокий Яр	6	7	9
Простаивающий	96	101	118
Бездействующий	23	23	21

Низкий процент эксплуатации скважин УЭЦН связан с тем, что данные месторождения перешли на позднюю стадию разработки и характеризуются ростом геологических и технологических факторов, влияющих на работу электроцентробежного насоса.

Долевое соотношение действующего фонда по видам эксплуатации скважин для каждого месторождения показано на рисунке 7.

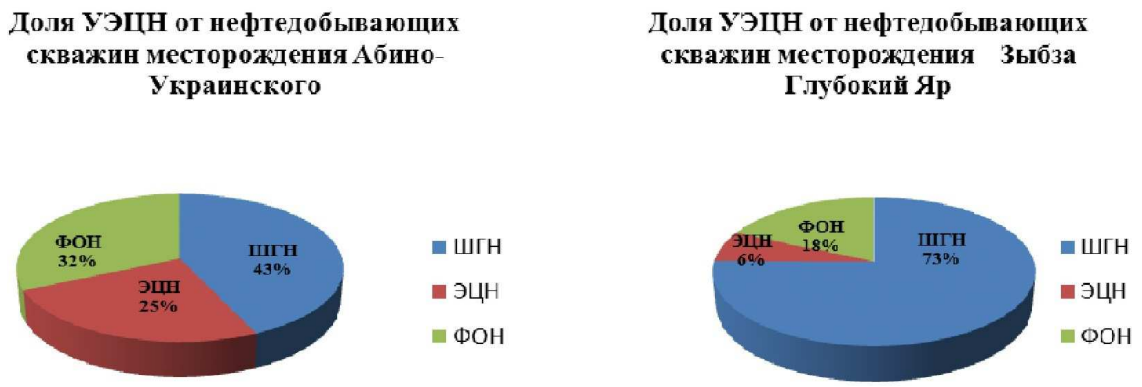


Рисунок 7 – Доля УЭЦН от нефтедобывающих скважин

Из рисунка 7 можно сделать выводы, что на Абино-Украинском месторождении 25 % от общего фонда скважин эксплуатируется установками УЭЦН, по месторождению Зыбза-Глубокий Яр – всего 6 % от общего фонда скважин.

На рисунках 8 и 9 приведён анализ добычи жидкости и нефти по месторождениям Абино-Украинское и Зыбза-Глубокий Яр в целом добывающими скважинами и скважинами с установками ЭЦН.

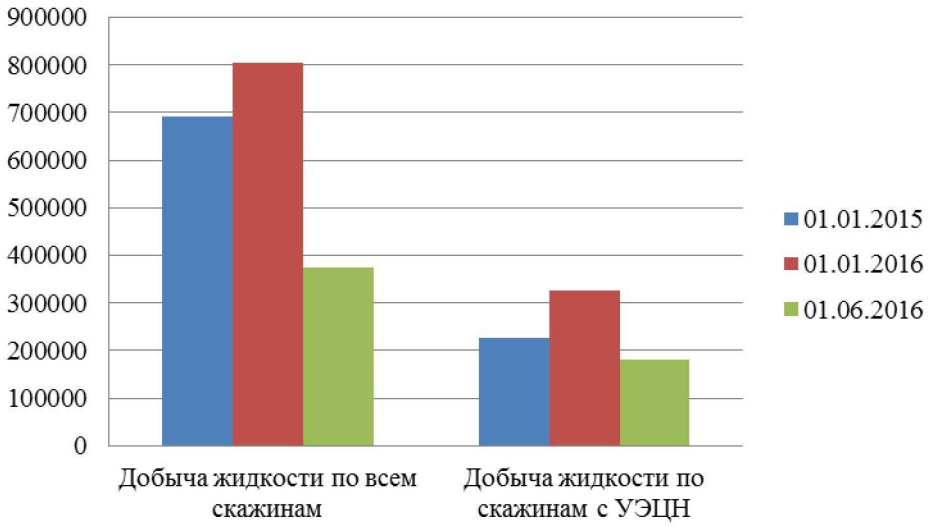


Рисунок 8 – Добыча жидкости по месторождениям Зыбза-Глубокий Яр и Абино-Украинское в целом и скважинами УЭЦН

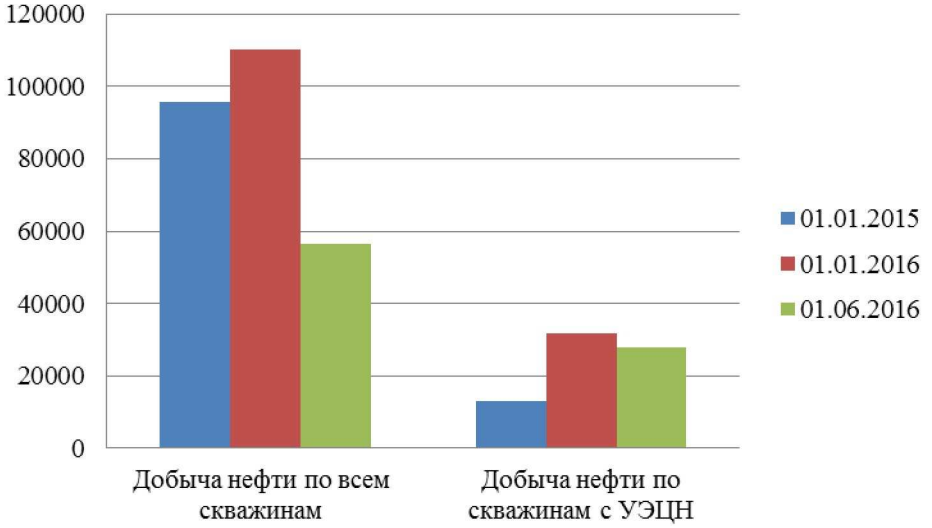


Рисунок 9 – Добыча нефти по месторождениям Зыбза-Глубокий Яр и Абино-Украинское в целом и скважинами УЭЦН

Из рисунка 8 видно, что добыча жидкости в период с 01.12.2015 по 01.06.2016 гг. возросла в целом по всему фонду скважин на 114537 м^3; по скважинам, оборудованным УЭЦН, – на 98769 м^3. Из чего можно сделать вывод, что прирост добычи жидкости по анализируемым месторождениям составил в целом 85,8 %; по скважинам, оборудованным УЭЦН, – 69,7 %. Также можно увидеть положительную динамику на конец 2016 года, так как добыча жидкости за полгода составляет в целом по фонду 373084 м^3, что на 89,8 % больше, чем добыча жидкости аналогичного периода прошлого года; по скважинам, оборудованным УЭЦН, добыча жидкости составляет 181230 м^3, что на 74,8 % больше, чем добыча жидкости аналогичного периода прошлого года.

Из рисунка 9 видно, что добыча нефти в период с 01.12.2015 г. по 01.06.2016 гг. возросла в целом по всему фонду скважин на 14432 тонн; по скважинам, оборудованным УЭЦН, – на 18941 тонн. Из чего можно сделать вывод, что прирост добычи нефти по анализируемым месторождениям составил в целом 86,9 %; по скважинам, оборудованным УЭЦН, – 40,6 %. Также можно увидеть положительную динамику на конец 2016 года, так как добыча нефти за полгода составляет в целом по фонду 56484 тонн,

что на 81,2 % больше, чем добыча нефти аналогичного периода прошлого года; по скважинам, оборудованным УЭЦН, добыча нефти составляет 27960 м3, что на 47,5 % больше, чем добыча нефти аналогичного периода прошлого года.

На месторождениях Абино-Украинское и Зыбза-Глубокий Яр применяются электроцентробежные насосные установки отечественного производителя ПК «Борец». В состав ПК «Борец» входят различные производственные предприятия, сервисные компании и центр разработки нефтедобывающего оборудования. Одним из таких предприятий является «Сервисная Компания Борец». Данная компания является подрядной организацией, осуществляющей ремонт оборудования и обслуживание центробежных насосов в ЦДНГ-3.

На месторождении применяются установки производительностью от 30 до 250 м^3/сут. Распределение УЭЦН по типоразмерам приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение ЭЦН по производительности насоса

Производительность насоса УЭЦН, м^3/сут.	30	35	50	60	80	125; 250	Всего
Количество, шт.	5	3	6	1	3	2	20

Основные параметры установок, спущенных на месторождениях Абино-Украинском и Зыбза-Глубокий Яр, показаны в таблице 3, из которой можно сделать вывод, что коэффициент подачи ЭЦН по Абино-Украинскому месторождению изменяется в пределах от 0,2 до 1,6, а по месторождению Зыбза-Глубокий Яр изменяется в пределах от 0,7 до 1,8.

Расчёт установок ЭЦН, как и других установок механизированной добычи, не может быть изложен в виде точной и универсальной процедуры ввиду различных условий применения ЭЦН. Расчёт эффективно работающей установки ЭЦН не является сложной задачей, но для его выполнения необходимо иметь надёжные и точные данные, чтобы гарантировать правильный выбор компонентов установки.

Данные, необходимые для выбора ЭЦН, подразделяются на данные механико-геометрического характера, данные о продуктивности скважины, данные о свойствах жидкостей и данные об электрической сети.

Ниже кратко перечисляются данные каждой категории для каждой скважины с УЭЦН на месторождениях Абино-Украинское и Зыбза-Глубокий Яр.

Механико-геометрические данные (табл. 4):

1) диаметр и погонный вес эксплуатационной колонны;
2) диаметр, погонный вес и резьбовые соединения НКТ;
3) глубина скважины (по стволу и по вертикали);
4) глубина перфорации (по стволу и по вертикали);
5) состояние ствола скважины (интервалы сужений и искривлений ствола, смещение на глубине установки ЭЦН).

Глубина скважин довольно разнообразна. Есть неглубокие скважины от 190 м до 675 м, в основном располагаются на месторождении Зыбза-Глубокий Яр. Также есть и глубокие скважины от 1240 м до 3195,8 м, большое количество скважин с такой глубиной располагаются на месторождении Абино-Украинское. Внутренний диаметр эксплуатационной колонны на данных месторождениях тоже разнообразен и достигает от 89 мм до 255 мм. В связи с этим насосы побираются с различными габаритами.

Данные о продуктивности скважины (табл. 5):

1) текущая и требуемая добыча из скважины;
2) добыча нефти из скважины;
3) добыча воды из скважины;
4) газонефтяной фактор, содержание свободного газа, растворённого газа и параметры точки начала кипения;
5) статическое забойное давление и уровень жидкости;
6) динамическое забойное давление и установившийся уровень жидкости в скважине;

7) забойная температура и температурный градиент;

8) противодавление (потери давления) в выкидных линиях, в сепараторе и на устьевом штуцере.

Данные о свойствах жидкостей (табл. 6):

1) удельный вес нефти, вязкость, температура потери текучести, содержание парафина, песка и склонность к образованию эмульсий;

2) удельный вес воды, химический состав, коррозионные свойства и склонность к образованию отложений;

3) удельный вес газа, химический состав и коррозионные свойства;

4) коэффициент пластового объёма, давление точки начала кипения и кривая зависимости вязкости от температуры.

Данные об электрической сети (табл. 7):

1) напряжение и частота в сети питания;

2) нагрузочная способность сети;

3) качество электропитания (всплески и спады напряжения и т.д.).

Исходя из собранных данных об электрической сети, можно рассчитать потребляемую мощность в сутки, потребляемую мощность в месяц и удельное потребление напряжения за месяц на добываемый объём жидкости из скважины.

Подбор установки УЭЦН для эксплуатации скважины на месторождениях Абино-Украинском и Зыбза-Глубокий Яр

Подбор насоса к скважинам по существу сводится к выбору такого типоразмера УЭЦН, чтобы он, будучи спущен в скважину, работал в условиях оптимального или рекомендованного режима при откачке заданного дебита скважины с данной глубины с учётом:

1) коэффициента продуктивности данной скважины (по результатам гидродинамических исследований скважины);

2) данных инклинометрии;

3) газового фактора;

4) давления пластового;

5) давления насыщения;

6) обводнённости добываемой продукции;

7) концентрации выносимых частиц.

Суть метода подбора УЭЦН изложенного ниже заключается в построении гидродинамической характеристики и совмещении её с реальными характеристиками насосов. Точки пересечения характеризуют совместные режимы работы скважины и насоса.

Под гидродинамической характеристикой скважины понимается совокупная характеристика работы пласта и подъёмника, которая выражается графической зависимостью напора (давления) в функции дебита (подачи) $H = f(Q)$.

Забойное давление вычисляется по формуле:

$$P_{заб} = P_{пл} - \frac{Q}{K_{пр}}. \quad (1)$$

Давление на приёме насоса:

$$P_{пн} = P_{заб} - (L_c - H_н) \cdot \rho_ж \cdot g, \quad (2)$$

где $\rho_ж$ – плотность жидкости в интервале от забоя скважины до приёма насоса; L_c – глубина скважины.

Принимая давление на приёме насоса оптимальным $P_{опт}$, вычисляем глубину спуска насоса $H_н$:

$$H_н = L_c + \frac{10^6 \cdot \left(P_{опт} + \frac{Q}{K_{пр}} - P_{пл} \right)}{\rho_ж \cdot g}. \quad (3)$$

Таблица 3 – Технологические характеристики скважинного оборудования

Месторождение	Номер скважины	Тип насосного оборудования	Марка ПЭД	Номи-нальный напор	Номи-нальная подача насоса	Количе-ство ступеней	Коэффи-циент подачи насоса
Абино-Украинское	12	10.2 ЭЦНДИ 5-50-2250	ПЭД-40-103	2250	50,0	386	0,2
Абино-Украинское	13	10.1 ЭЦНД (ВЗВ) 5а-35-1650	9.8.4 ПЭДБТ СПТ 28-117	1650	35,0	259	0,9
Абино-Украинское	381	30.1 ЭЦНД 5-50-600	ПЭДБНТ 1 28-117	600	50,0	386	1,2
Абино-Украинское	621	10.1 ЭЦНДП 5-30-1100	ПЭД-22-103	1100	30,0	292	0,9
Абино-Украинское	941	УЭЦН5-50-950	9.8.4 ЭДБТ 24-103	950	50,0	386	0,7
Абино-Украинское	362	10.1ЭЦНДП 5-30-1650	ПЭД-28-103	1650	30,0	259	0,3
Абино-Украинское	922	10.2 ЭЦНДП 5а-35-900	6.4 ПЭДБТ 28-117	900	35,0	328	0,3
Абино-Украинское	952	30.2 ЭЦНДП 5-50-1000	9.8.4 ЭДБДТК 24/103	1000	50,0	313	1,1
Абино-Украинское	344	1ВВНС 4-30-1500	ПЭД-32-95	1500	30,0	292	1,6
Абино-Украинское	364	10.1ЭЦНДП 5-30-950	6.4 ПЭДБТ 28-117	950	30,0	386	0,9
Абино-Украинское	394	10.1ЭЦНД 5-80-1250	ПЭД-40-103	1250	80,0	386	1,0
Абино-Украинское	424	30.2 ЭЦНДП 5-50-1000	9.4 ЭДБТ 22-103 ТМС	1000	50,0	360	1,0
Зыбза-Глубокий Яр	119	10.2 ЭЦНД 5-50-550	ПЭД-28-103	550	50,0	360	1,5
Зыбза-Глубокий Яр	154	10.2 ЭЦНД 5-80-900	ПЭД-22-103	900	80,0	292	1,1
Зыбза-Глубокий Яр	286	ЭЦН 5-60-650	6.4 ПЭДБТ 28-117	650	60,0	292	1,1
Зыбза-Глубокий Яр	107	10.2ЭЦНДП 5-30-1400	ПЭД-22-117	1400	30,0	386	0,7
Зыбза-Глубокий Яр	207	10.2 ЭЦНД 5а-35-1400	ПЭД-24-103	1400	35,0	145	0,7
Зыбза-Глубокий Яр	608	10.2 ЭЦНД 5-125-550	8.4 ПЭДБТ 28-117	550	125,0	386	1,0
Зыбза-Глубокий Яр	478	10.2 ЭЦНД 5-80-500	6.4 ПЭДБТ 28-117	500	80,0	370	1,8
Зыбза-Глубокий Яр	954	10.2 ЭЦНД 5-250-550	ЭДБТК 32-117	550	250,0	380	0,8

Таблица 4 – Механико-геометрические данные

Месторождение	Номер скважины	Внутренний диаметр эксплуатаци-онной колонны	Внешний диаметр НКТ	Глубина скважины	Глубина перфорации	Глубина спуска насоса	Тип скважины
Абино-Украинское	12	122	63,0	3195,8	3063	2330,5	вертикальная
Абино-Украинское	13	175	73,0	1434,0	1378	1200,0	вертикальная
Абино-Украинское	381	89	61,0	2235,5	2220	951,6	вертикальная
Абино-Украинское	621	122	62,4	2379,0	2300	1560,0	вертикальная
Абино-Украинское	941	150	73,0	1885,0	1732	1326,0	вертикальная
Абино-Украинское	362	125	66,6	1746,1	1712	1501,25	вертикальная
Абино-Украинское	922	150	73,0	1670,3	1612	1121,0	вертикальная
Абино-Украинское	952	122	73,0	2338,5	2265	1081,0	вертикальная
Абино-Украинское	344	131	73,0	1500,0	1454	1215,0	вертикальная
Абино-Украинское	364	150	73,0	1274,0	1192	1012,0	вертикальная
Абино-Украинское	394	128	73,0	1336,6	1203	1110,96	вертикальная
Абино-Украинское	424	150	73,0	1342,5	1265	1080,5	вертикальная
Зыбза-Глубокий Яр	119	121	73,0	661,0	619	550,0	вертикальная
Зыбза-Глубокий Яр	154	150	73,0	673,0	668	529,9	вертикальная
Зыбза-Глубокий Яр	286	159	73,0	266,0	176	221,93	вертикальная
Зыбза-Глубокий Яр	107	150	60,9	1240,0	1206	1017,0	вертикальная
Зыбза-Глубокий Яр	207	144	73,0	1674,2	1657	1509,59	вертикальная
Зыбза-Глубокий Яр	608	174	73,0	259,0	175	195,3	вертикальная
Зыбза-Глубокий Яр	478	255	73,0	220,0	142	170,12	вертикальная
Зыбза-Глубокий Яр	954	150	73,0	190,0	167	153,7	вертикальная

Таблица 5 – Данные о продуктивности скважин

Месторождение	Номер скважины	Добыча жидкости, $м^3$/сут.	Добыча нефти, тонн/сут.	Обвод-нённость, %	Содержание механических примесей, мг/л	Газовый фактор, $м^3$/т	Уровень жидкости в скважине, м	Пластовое давление, атм.	Пластовая температура, °С
Абино-Украинское	12	8,6	6	23,0	480	625	50	232	93
Абино-Украинское	13	31,5	5	84,0	670	53	697	58	58
Абино-Украинское	381	58,4	1	98,0	6470	49	42	240	58
Абино-Украинское	621	27,7	1	95,0	260	27	749	295	58
Абино-Украинское	941	33,2	3	89,0	220	306	53	184	93
Абино-Украинское	362	10,2	3	71,0	5130	125	200	176	58
Абино-Украинское	922	10,9	6	37,0	50	25	332	152	58
Абино-Украинское	952	57,2	2	95,0	90	23	282	246	58
Абино-Украинское	344	47,2	4	91,0	50	23	537	145	58
Абино-Украинское	364	25,7	21	11,0	1590	441	38	180	43
Абино-Украинское	394	76,7	69	2,0	820	7	16	108	46
Абино-Украинское	424	49,8	45	2,0	450	3	128	138	18
Зыбза-Глубокий Яр	119	75,6	1	99,0	980	373	723	59	48
Зыбза-Глубокий Яр	154	91,2	3	97,0	850	656	873	68	63
Зыбза-Глубокий Яр	286	68,5	1	99,0	170	39	146	12	18
Зыбза-Глубокий Яр	107	19,9	2	87,0	420	69	110	129	18
Зыбза-Глубокий Яр	207	23,3	6	69,0	470	2	133	139	18
Зыбза-Глубокий Яр	608	124,6	1	99,0	480	625	50	11	93
Зыбза-Глубокий Яр	478	143	1	99,0	670	53	697	8	58
Зыбза-Глубокий Яр	954	208,6	12	94,0	6470	49	42	14	58

Продолжение таблицы 5

Месторождение	Номер скважины	Затрубное давление, атм.	Буферное давление, атм.	Давление в выкидных линиях, атм.	Закреплённый скин-фактор $Skin_{закр}$	Текущий расчётный коэффициент продуктивности $K_{пр\,тек}$, м^3/сут./атм.	Текущий расчётный коэффициент проводимости $K_н$, мДарси · м
Абино-Украинское	12	2	2	2	0,10	1,51	51
Абино-Украинское	13	2	2	2	0,10	0,26	1071
Абино-Украинское	381	3	4	3	0,10	0,38	304
Абино-Украинское	621	3	3	3	–3,70	0,87	52
Абино-Украинское	941	3	3	2	0,10	0,17	173
Абино-Украинское	362	22	6	3	0,10	1,05	348
Абино-Украинское	922	3	3	2	0,10	1,66	252
Абино-Украинское	952	3	3	2	0,10	0,27	214
Абино-Украинское	344	13	3	3	0,10	4,17	780
Абино-Украинское	364	14	13	6	0,10	0,79	732
Абино-Украинское	394	14	16	5	0,10	9,21	12160
Абино-Украинское	424	16	15	6	0,10	16,35	2295
Зыбза-Глубокий Яр	119	0	8	7	0,10	9,47	3737
Зыбза-Глубокий Яр	154	0	1	1	–4,70	0,27	21764
Зыбза-Глубокий Яр	286	0	5	5	0,10	0,37	7143
Зыбза-Глубокий Яр	107	5	10	7	0,10	31,56	36
Зыбза-Глубокий Яр	207	7	6	6	0,10	215,4	83
Зыбза-Глубокий Яр	608	4	2	1	0,10	20,18	23800
Зыбза-Глубокий Яр	478	4	7	1	0,10	1,51	162458
Зыбза-Глубокий Яр	954	0	1	1	0,10	16,35	68855

Таблица 6 – Данные о свойствах жидкости

Месторождение	Номер скважины	Вязкость нефти в пластовых условиях, сПз	Вязкость воды в пластовых условиях, сПз	Вязкость жидкости, сПз	Объёмный коэффициент нефти, $м^3/м^3$	Объёмный коэффициент жидкости, $м^3/м^3$	Плотность нефти, $г/см^3$	Плотность воды, $г/см^3$
Абино-Украинское	12	4,90	0,50	4,21	1,11	1,09	0,838	1,012
Абино-Украинское	13	14,00	0,50	3,83	1,13	1,03	0,920	1,010
Абино-Украинское	381	0,50	0,50	1,61	1,17	1,01	0,850	1,006
Абино-Украинское	621	0,50	0,50	1,61	1,17	1,02	0,850	1,009
Абино-Украинское	941	14,00	0,50	3,17	1,13	1,02	0,920	1,006
Абино-Украинское	362	14,00	0,50	5,53	1,13	1,04	0,920	1,010
Абино-Украинское	922	14,00	0,50	9,75	1,13	1,08	0,920	1,010
Абино-Украинское	952	0,50	0,50	1,61	1,17	1,02	0,850	1,009
Абино-Украинское	344	19,90	0,50	3,49	1,13	1,02	0,920	1,010
Абино-Украинское	364	19,90	0,50	18,08	1,13	1,12	0,939	1,010
Абино-Украинское	394	19,90	0,50	19,57	1,13	1,13	0,920	1,010
Абино-Украинское	424	19,90	0,50	19,57	1,13	1,13	0,920	1,010
Зыбза-Глубокий Яр	119	138,42	0,50	3,04	1,02	1,01	0,963	1,013
Зыбза-Глубокий Яр	154	277,42	0,50	9,97	1,02	1,01	0,970	1,012
Зыбза-Глубокий Яр	286	401,70	0,50	5,65	1,01	1,01	0,972	1,003
Зыбза-Глубокий Яр	107	10,00	0,50	2,97	1,25	1,04	0,940	1,015
Зыбза-Глубокий Яр	207	1,50	0,50	1,61	1,21	1,07	0,869	1,012
Зыбза-Глубокий Яр	608	401,70	0,50	5,65	1,01	1,01	0,972	1,003
Зыбза-Глубокий Яр	478	401,70	0,50	5,65	1,01	1,01	0,972	1,005
Зыбза-Глубокий Яр	954	401,70	0,50	25,57	1,01	1,01	0,972	1,006

Таблица 7 – Данные об электрической сети

Месторождение	Номер скважины	Напряжение в ТМПН (отпайка), В	Входное напряжение в СУ, В	Рабочий ток, А	Активная мощность с СУ, кВт	Потребляемая мощность в сутки, кВт/сут.	Потребляемая мощность в месяц, кВт/мес.	Дебит жидкости в месяц, $м^3$/мес.	Удельное энергопотребление за месяц, кВт/$м^3$
Абино-Украинское	12	1440	423	18,2	49,0	1176,3	35289,3	258,0	136,8
Абино-Украинское	13	910	420	19	25,2	603,7	18111,5	945,0	19,2
Абино-Украинское	381	942	411	9	4,8	114,3	3430,5	1752,0	2,0
Абино-Украинское	621	920	408	19	13,7	327,7	9829,9	831,0	11,8
Абино-Украинское	941	856	371	24	26,1	625,3	18759,3	996,0	18,8
Абино-Украинское	362	815	395	19	22,6	542,0	16258,9	306,0	53,1
Абино-Украинское	922	825	339	18,1	21,5	515,0	15449,4	327,0	47,2
Абино-Украинское	952	810	413	19	18,5	445,0	13349,5	1716,0	7,8
Абино-Украинское	344	1074	405	17	18,9	453,0	13589,2	1416,0	9,6
Абино-Украинское	364	1062	404	8,8	13,9	334,5	10036,2	771,0	13,0
Абино-Украинское	394	1575	403	18,3	32,8	787,8	23633,3	2301,0	10,3
Абино-Украинское	424	2942	395	19	77,5	1859,8	55793,1	1494,0	37,3
Зыбза-Глубокий Яр	119	856	408	9	14,0	337,0	10108,8	2268,0	4,5
Зыбза-Глубокий Яр	154	825	402	17	13,6	326,9	9806,2	2736,0	3,6
Зыбза-Глубокий Яр	286	1170	382	12,3	16,3	390,9	11726,4	2055,0	5,7
Зыбза-Глубокий Яр	107	860	413	16	16,6	397,9	11935,6	597,0	20,0
Зыбза-Глубокий Яр	207	850	384	24	25,7	617,0	18509,3	699,0	26,5
Зыбза-Глубокий Яр	608	988	384	14	10,4	249,8	7495,2	3738,0	2,0
Зыбза-Глубокий Яр	478	1023	384	17,6	29,0	695,8	20873,9	4290,0	4,9
Зыбза-Глубокий Яр	954	942	390	14,1	21,2	510,0	15299,4	6258,0	2,4

Затем по экспериментальным кривым распределения давления в зависимости от обводнённости и устьевого давления определяется давление на выходе насоса $P_{вых}$ при заданной подаче Q.

Давление $P_н$, необходимое для подъёма заданного Q на поверхность, рассчитывается по формуле:

$$P_н = P_{вых} - P_{опт}, \tag{4}$$

где $P_{вых}$ – давление на выходе насоса.

При необходимости пересчёта давления $P_н$ в напор выражение (4) записывается в виде:

$$H = \frac{10^6 \cdot (P_{вых} - P_{опт})}{\rho_ж \cdot g}. \tag{5}$$

В процессе подбора необходимо руководствоваться принятой в НГДУ методикой. При этом максимальное содержание свободного газа у приёма насоса не должно превышать 25 % для установок без газосепараторов. В случае если по скважине ожидается значительный вынос мехпримесей или отложение солей в насосе, спускать УЭЦН без шламоуловителя запрещается.

Результаты подбора:

1) расчётный суточный дебит;
2) напор насоса;
3) внутренний минимальный диаметр эксплуатационной колонны;
4) глубина спуска;
5) расчётный динамический уровень;
6) максимальный темп набора кривизны в зоне спуска и на участке подвески УЭЦН.

К особым условиям эксплуатации относятся:

1) высокая температура жидкости в зоне подвески;
2) расчётное процентное содержание свободного газа на приёме насоса;
3) содержание механических примесей, соли;
4) наличие углекислого газа и сероводорода в откачиваемой жидкости.

При подборе УЭЦН необходимо, чтобы скважина после запуска и вывода на режим работала в потенциале. Потенциал скважины определяется по следующей методике.

Стандартный расчёт через $Q_ж$, $P_{пл}$, $P_{заб}$ (для работающих скважин).

Исходные данные:

- текущий дебит скважины $Q_ж$, м^3/сут.;
- пластовое давление $P_{пл}$, атм.;
- забойное давление $P_{заб}$, атм.;
- давление насыщения $P_{нас}$, атм.;
- вязкость нефти в пластовых условиях μ, сПз;
- объёмный коэффициент нефти b;
- радиус скважины $r_{скв}$, м;
- радиус контура питания $R_к$, м;
- скин S (определяется по результатам исследований скважин на различных режимах или снятии кривой восстановления давления с помощью программного комплекса WellTest; если подобных исследований не проводилось, скин желательно принимать равным 0).

Расчёт производится по следующей методике:

1. Определяется продуктивность скважины $K_{пр}$:

$$K_{пр} = \frac{Q_ж}{P_{пл} - P_{заб}} \text{ при } P_{заб} > P_{нас}; \tag{6}$$

$$K_{пр} = \frac{Q_ж}{P_{пл} - P_{нас} + P_{нас} \cdot \left[1 - 0{,}2 \cdot \left(\frac{P_{заб}}{P_{нас}}\right) - 0{,}8 \cdot \left(\frac{P_{заб}}{P_{нас}}\right)^2\right]} \text{ при } P_{заб} < P_{нас}. \quad (7)$$

2. Определяется дебит скважины $Q_{нас}$ при $P_{нас}$:

$$Q_{нас} = K_{пр} \cdot (P_{пл} - P_{нас}). \quad (8)$$

3. Определяется максимальный дебит скважины Q_{max}:

$$Q_{max} = Q_{нас} + \frac{K_{пр} \cdot P_{нас}}{1{,}8}. \quad (9)$$

4. Определяется потенциальный дебит скважины $Q_{пот}$ при $P_{заб50} = 50$ атм., либо если $P_{нас} < 50$ атм., то $P_{заб}$ на 30 % ниже $P_{нас}$:

$$Q_{пот} = Q_{нас} + (Q_{max} - Q_{нас}) \cdot \left[1 - 0{,}2 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}}\right) - 0{,}8 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}}\right)^2\right], \quad (10)$$

либо

$$Q_{пот} = K_{пр} \cdot (P_{пл} - P_{нас}) + \left(\frac{K_{пр} \cdot P_{нас}}{1{,}8}\right) \cdot \left[1 - 0{,}2 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}}\right) - 0{,}8 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}}\right)^2\right]. \quad (11)$$

5. Определяется $k \cdot h$ обратным порядком:

$$k \cdot h = K_{пр} \cdot 18{,}4 \cdot \mu \cdot \beta \cdot \left(ln \frac{R_к}{r_{скв}} - 0{,}75 + S\right). \quad (12)$$

После расчёта обратным порядком этот параметр должен быть зафиксирован для каждой скважины (если нет более точных данных, например, из WellTest). Для скважин, на которых было проведено ГРП, при расчёте $k \cdot h$ подставляется скин, достигнутый в результате ГРП; для обычных скважин скин берётся равным 0, либо определяется через WellTest. Желательно для большей наглядности ввести дополнительные колонки с датой ГРП и скином. Если скважина находится в простое и $Q_ж = 0$, расчёт производится через предполагаемый режим.

Расчёт через $k \cdot h$ осуществляется следующим образом:

Исходные данные:

- пластовое давление $P_{пл}$, атм.;
- $P_{заб50}$ – потенциальное забойное давление (50 атм., либо если $P_{нас} < 50$ атм., то $P_{заб}$ на 30 % ниже $P_{нас}$);
- давление насыщения $P_{нас}$, атм.;
- $k \cdot h$ – проницаемость, нефтенасыщенная мощность, мД;
- вязкость нефти в пластовых условиях μ, сПз;
- объёмный коэффициент нефти *b*;
- радиус скважины $r_{скв}$, м;
- радиус контура питания $R_к$, м;
- скин *S* (определяется по результатам исследований скважин на различных режимах или снятии кривой восстановления давления с помощью программного комплекса WellTest; если подобных исследований не проводилось, скин желательно принимать равным 0).

Расчёт производится по следующей методике:

1. Определяется продуктивность скважины $K_{пр}$:

$$K_{пр} = \frac{k \cdot h}{18{,}4 \cdot \mu \cdot \beta \cdot \left(ln \frac{R_к}{r_{скв}} - 0{,}75 + S \right)}. \quad (13)$$

2. Определяется дебит скважины $Q_{нас}$ при $P_{нас}$:

$$Q_{нас} = K_{пр} \cdot (P_{пл} - P_{нас}). \quad (14)$$

3. Определяется максимальный дебит скважины Q_{max}:

$$Q_{max} = Q_{нас} + \frac{K_{пр} \cdot P_{нас}}{1{,}8}. \quad (15)$$

4. Определяем потенциальный дебит скважины $Q_{пот}$ при $P_{заб} = 50$ атм., либо если $P_{нас} < 50$ атм., то $P_{заб}$ на 30 % ниже $P_{нас}$:

$$Q_{пот} = Q_{нас} + (Q_{max} - Q_{нас}) \cdot \left[1 - 0{,}2 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}} \right) - 0{,}8 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}} \right)^2 \right], \quad (16)$$

либо

$$Q_{пот} = K_{пр} \cdot (P_{пл} - P_{нас}) + \left(\frac{K_{пр} \cdot P_{нас}}{1{,}8} \right) \cdot \left[1 - 0{,}2 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}} \right) - 0{,}8 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}} \right)^2 \right]. \quad (17)$$

Для расчёта потенциального дебита после ГРП необходимо в формулу (14) подставить значение скин фактора $S = -4{,}7$.

Если есть данные по продуктивности скважины, то расчёт упрощается и сводится к формуле:

$$Q_{пот} = K_{пр} \cdot (P_{пл} - P_{нас}) + \left(\frac{K_{пр} \cdot P_{нас}}{1{,}8} \right) \cdot \left[1 - 0{,}2 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}} \right) - 0{,}8 \cdot \left(\frac{P_{заб50}}{P_{нас}} \right)^2 \right]. \quad (18)$$

Расчёт скин-эффекта после проведения ГРП

Скин-эффект после ГРП рассчитывается исходя из $k \cdot h$ скважины и $K_{пр}$ после ГРП, который рассчитывается аналогично с расчётом до ГРП:

$$S = \frac{k \cdot h}{18{,}4 \cdot K_{пр} \cdot \mu \cdot \beta - ln \left(\frac{R_к}{r_{скв}} \right) + 0{,}75}. \quad (19)$$

Расчёт $P_{заб}$ производится следующим образом:

$$P_{заб} = P_{затр} + \frac{(H_{сп} - H_{дин}) \cdot \rho_н}{10} + \frac{(H_{вд} - H_{сп}) \cdot \left(\rho_н \cdot \frac{1 - W}{100} + \rho_в \cdot \frac{W}{100} \right)}{10}, \quad (20)$$

где $P_{затр}$ – затрубное давление, атм.; $H_{вд}$ – глубина до верхних дыр перфорации, м; $H_{дин}$ – динамический уровень, м; $\rho_н$ – плотность нефти в поверхностных условиях, г/см^3; $\rho_в$ – плотность пластовой воды, г/см^3; W – обводнённость, %.

Причины отказов оборудования при эксплуатации УЭЦН

Анализ ремонтов УЭЦН, не отработавших гарантийный срок

Причины простоя и бездействия приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Причины простоя и бездействия скважин

Причины	Количество скважин
Отсутствие подачи	5
Негерметичность лифта	1
Остановка из-за обводнённости, прорыв пластовых вод	1
Падение изоляции системы «кабель – двигатель»	3
Падение СШН и НКТ без штанг	1
Падение ЭЦН с НКТ и кабелем	1
Ухудшение продуктивности ПЗП	4
Заклинивание двигателя ЭЦН, выход из строя ЭЦН	2
Обрыв, отворот штанг	2
Заклинивание штанг	2
Оптимизация подземного оборудования, неисправность глубинного оборудования	3
Смена способа, прекращение фонтанирования	2
Остановка из-за малодебитности	1
Запарафинивание лифта	1
ГДИ	1

Причинами бездействия скважин являются:

- отсутствие подачи;
- падение оборудования на забой;
- ухудшение продуктивности ПЗП;
- прорыв пластовых вод;
- остановка из-за обводнённости;
- негерметичность эксплуатационной колонны и т.д.

Отсюда следует, бездействие скважин обусловлено причинами технического и геологического характера.

Бездействие фонтанных скважин обусловлено прекращением фонтанирования, прорывом пластовых вод и т.д.

Графически распределение скважин, оборудованных ЭЦН, по причинам простоя и бездействия представлено на рисунке 10.

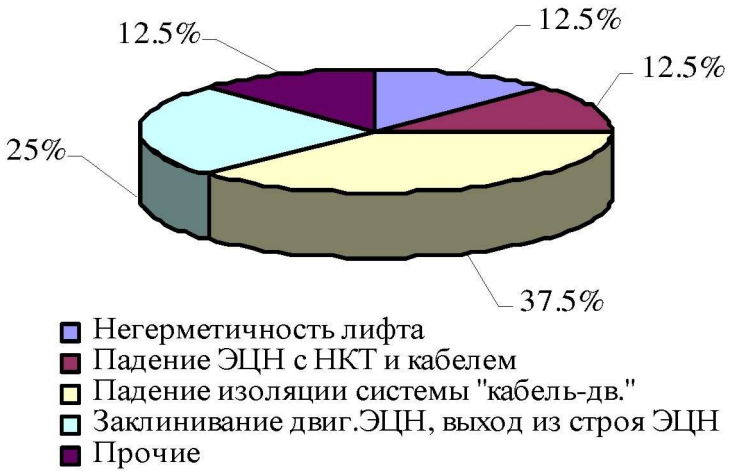


Рисунок 10 – Причины отказов скважин, оборудованных УЭЦН

Распределение показало, что 37,5 % скважин не эксплуатируются по причине падения изоляции системы «кабель – двигатель», 25 % – по причине заклинивания двигателя ЭЦН и выхода из строя насоса, 12,5 % – из-за негерметичности лифта и т.д.

На рисунке 11 приведено распределение причин отказов УЭЦН. Скважины останавливались по причине падения изоляции системы «кабель – двигатель» (76,4 %), смены насоса (6,4 %), заклинивания ЭЦН (8,6 %) и т.д.

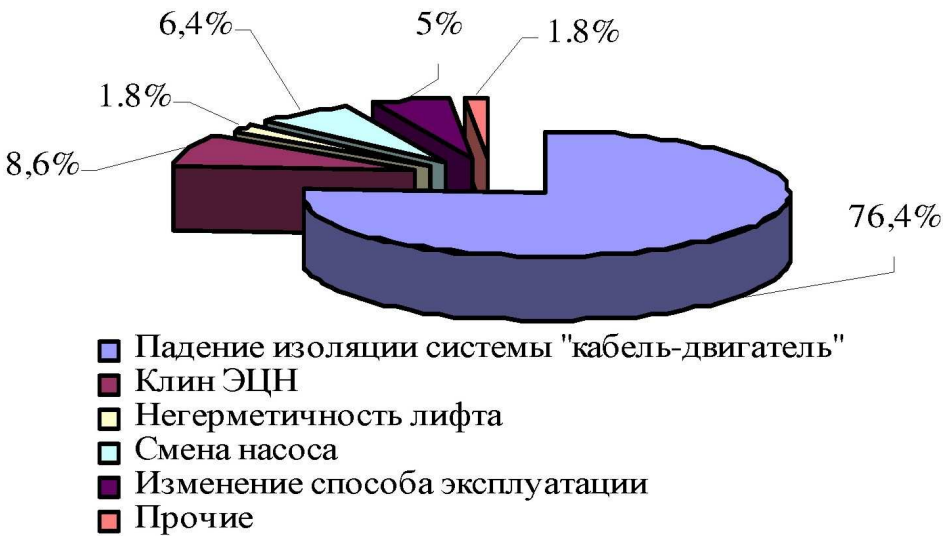


Рисунок 11 – Распределение причин отказов УЭЦН

Анализ причин, выявленных при разборе в ЭПУ, показал, что максимальное количество отказов оборудования произошло по причине засорения рабочих органов и приёма насоса механическими примесями (34 %), недостаточного охлаждения (26,8 %). Кроме вышеназванной причины, относительно высокий процент отказов по причине механических повреждений кабеля при спуске (11,3 %).

По результатам работы фонда ЭЦН основными причинами снижения наработки на отказ в условиях месторождений Абино-Украинское и Зыбза-Глубокий Яр является:

- старение оборудования скважин;
- увеличение осложнённого фонда скважин;
- рост малодебитного фонда скважин.

Старение оборудования скважин, в первую очередь, сказывается на герметичности НКТ. Из 10 ремонтов ЭЦН, не отработавших гарантийный срок, 3 отказа связано с негерметичностью НКТ. Негерметичности обычно выявляются на НКТ73В, и их характер – отверстия (трещины) по телу. Реальным единственным способом борьбы с этим является замена НКТ на новые.

При работе со скважинами, оборудованными ЭЦН, факторами, осложняющими их эксплуатацию в наших условиях, являются АСПО, механические примеси и солеотложения.

За год фонд ЭЦН, осложнённых парафиноотложениями, составляет 9 скважин. Механизмом борьбы с ними является механический способ, т.е. спуск механических скребков, но он не совершенен, так как возникают проблемы со скребками, особенно в зимний период (полёты и прихваты) и невозможно их спускать при низких температурах. Для предотвращения полётов скребков начали внедрять противополётные муфты. В дальнейшем по мере роста малодебитного фонда скважин проблема парафиноотложений будет усугубляться, и сегодня ясна необходимость отработки других способов по борьбе с данной проблемой.

Также осложняющим фактором при эксплуатации скважин на месторождениях Абино-Украинское и Зыбза-Глубокий Яр является вынос механических примесей, которые влияют, в первую очередь, на износ рабочих органов. В большинстве случаев это скважины, на которых недавно была проведена оптимизация работы скважин. На данный момент эта проблема решается путём перехода на износостойкое оборудование.

Следующей по актуальности проблемой при эксплуатации скважин становится солеотложение. Так, в течение 2016 года по этой причине по ЦДНГ-3 отказало 2 установки со средней наработкой 174 сут. Борются с этой проблемой следующим образом:

- обработка ПЗП;
- закачка ингибитора солеотложения в затрубное пространство рабочей скважины.

Проведём анализ за 2016 год и выведем основные причины отказов УЭЦН. За 2016 год по причинам отказа УЭЦН подняли 21 установку. Причины отказа были следующими:

- снижение изоляции (37 %);
- снижение подачи (20 %);
- нет подачи (10 %);
- проведение геолого-технических мероприятий (33 %).

На рисунке 12 показаны основные причины подъёмов УЭЦН.

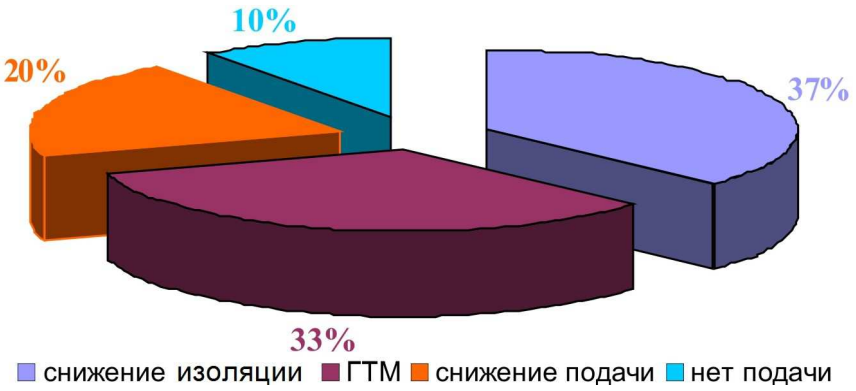


Рисунок 12 – Основные причины подъёмов УЭЦН.

Рассмотрим эти отказы более подробно, т.е. из-за чего они возникают.

Снижение изоляции может происходить по следующим причинам:

- порыв диафрагмы компенсатора;
- некачественный ремонт гидрозащиты;
- повреждения кабеля;
- полёты как по узлам УЭЦН, так и по узлам подвески.

Эти причины выясняются непосредственно при смене насоса или при расследовании его, т.е. в процессе его разборки.

Снижение подачи возникает по следующим основным причинам:

- износ рабочих органов;
- слом вала;
- солеотложения;
- негерметичность НКТ.

Для борьбы с осложнениями при эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН, предлагается следующее.

Для снижения количества подъёмов насосных установок по причине негерметичности подвески НКТ рекомендуется менять старую подвеску НКТ на новую и вести учёт о количестве произведённых спускоподъёмных операций, т.к. в основном полёты по узлам подвески происходят из-за старения подвески НКТ, что позволяет повысить качество работы бригад ПРС.

Рекомендуется внедрять углепластиковые рабочие органы, которые повышают чистоту поверхности проточных каналов рабочего колеса и повышают гидродинамические характеристики насоса. Также углепластиковые рабочие органы легче в 7 раз чугунных рабочих органов, что понизит вибрацию насоса, т.к. вибрация является основной причиной всех видов расчленений.

Для борьбы с солеотложениями рекомендуется применять углепластиковые рабочие колеса и обработку скважин ингибиторами солеотложений, например, реагентами типа ТХ-1312 и ХПС-001 Когалымского завода химреагентов.

При осложнении эксплуатации скважин парафиноотложениями следует применять механический способ борьбы, такой как спуск механических скребков, а также применять двухступенчатую подвеску УЭЦН.

Литература:

1. Уточнение запасов нефти и газа и проект доразработки кумского горизонта Абино-Украинского месторождения / ОАО «РосНИПИтермнефть»; отв. исп. В.Н. Соловьёва. – Краснодар, 1999.
2. Технологическая схема разработки Абино-Украинского месторождения / ООО «НК «Роснефть» - НТЦ»; отв. исп. С.В. Мочаев. – Краснодар, 2008.
3. Проект разработки месторождения Зыбза-Глубокий Яр : Отчёт о НИР ООО «Геотехинформцентр» / исп. М.У. Каримов и др. – Тюмень, 2007. – 255 с.
4. Дополнение к проекту разработки месторождения Зыбза-Глубокий Яр : Отчёт о НИР ООО «НК «Роснефть» - НТЦ»; исп. В.М. Мочульский и др. – Краснодар, 2011. – 607 с.
5. Андреев В.В., Уразаков К.Р., Далимов В.У. Справочник по добыче нефти. – М. : ООО «Недра - Бизнесцентр», 2000. – 374 с.
6. Антониади Д.Г., Савенок О.В., Шостак Н.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2011. – 203 с.
7. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 1. – 540 с.
8. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 2. – 576 с.
9. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 3. – 576 с.
10. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – Т. 4. – 512 с.
11. Булатов А.И., Савенок О.В. Заканчивание нефтяных и газовых скважин: теория и практика. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2010. – 539 с. (грант Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 10-05-07083)
12. Булатов А.И., Савенок О.В. Осложнения и аварии при строительстве нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2010. – 522 с.
13. Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2011. – 603 с.
14. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 1. – 432 с.
15. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 2. – 532 с.
16. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 3. – 348 с.
17. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 4. – 464 с.
18. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.
19. Каталог производственной компании погружных электронасосов «Борец».
20. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти : учебное пособие для вузов. – М. : ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2003. – 816 с.

References:

1. Specification of reserves of oil and gas and project of further development of the kumsky horizon of the Abino-Ukrainsky field / joint stock company RosNIPItermneft; executive V.N. Solovyyova. – Krasnodar, 1999.
2. The technological scheme of development of the Abino-Ukrainsky field / Ltd company «Rosneft – STC»; executive S.V. Mochayev. – Krasnodar, 2008.
3. Project of mining Zybza-Gluboky Yar : Report on research of LLC Geotekhinformcentre / performer M.U. Karimov, etc. – Tyumen, 2007. – 255 p.
4. Addition to the project of mining Zybza-Gluboky Yar : Report on research of LLC Rosneft - STC; performer V.M. Mochulsky, etc. – Krasnodar, 2011. – 607 p.
5. Andreyev V.V., Urazakov K.R., Dalimov V.U. Reference book on oil production. – M. : LLC Nedra-Businesscentre, 2000. – 374 p.
6. Antoniadi D.G., Savenok O.V., Shostak N.A. Theoretical bases of development of oil and gas fields : manual. – Krasnodar : Education South, 2011. – 203 p.
7. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 1. – 540 p.

8. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 2. – 576 p.
9. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – T. 3. – 576 p.
10. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2015. – T. 4. – 512 p.
11. Bulatov A.I., Savenok O.V. Completion of oil and gas wells: theory and practice. – Krasnodar : Education - the South, 2010. – 539 p. (a grant of the Russian Federal Property Fund on the project No. 10-05-07083).
12. Bulatov A.I., Savenok O.V. Complications and accidents at construction of oil and gas wells. – Krasnodar : Education - the South, 2010. – 522 p.
13. Bulatov A.I., Voloshchenko E.Yu., Kusov G.V., Savenok O.V. Ecology at construction of oil and gas wells : manual for students of higher education institutions. – Krasnodar : Education - the South, 2011. – 603 p.
14. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 1. – 432 p.
15. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 2. – 532 p.
16. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 3. – 348 p.
17. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – T. 4. – 464 p.
18. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Scientific bases and practice of development of oil and gas wells. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2016. – 576 p.
19. Catalog of production company of the submersible electric pumps «Fighter».
20. Mishchenko I.T. Borehole oil production: manual for higher education institutions. – M. : Federal State Unitary Enterprise Publishing House Neft i gaz RGU of oil and gas of I.M. Gubkin, 2003. – 816 p.

УДК 622.276

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ БАЙПАСИРОВАНИЯ Y-TOOL ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОД ДЕЙСТВУЮЩЕЙ УЭЦН НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

–––––––

ANALYSIS OF APPLICATION OF THE Y-TOOL BYPASS SYSTEM FOR INVESTIGATION UNDER THE CURRENT INSTALLATION OF AN ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMP ON THE FIELDS OF THE KRASNODAR TERRITORY

Боровик Оксана Владимировна
оператор пульта управления
в добыче нефти и газа 5 разряда,
ЦДНГ-3 ООО «РН-Краснодарнефтегаз»
oksana.borovik@mail.ru

Савенок Ольга Вадимовна
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Borovik Oksana Vladimirovna
Remote control in oil and gas
production operator 5th grade,
Workshop for oil and gas № 3
LLC «Rosneft-Krasnodarneftegas»

Savenok Olga Vadimovna
Doctor of the technical sciences,
Assistant professor, Professor of
the pulpit oil and gas deal of the name
of the professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university

Аннотация. В статье предложено технологическое решение, при помощи которого без остановки УЭЦН можно проводить все необходимые исследования скважин, оборудованных УЭЦН. Эту возможность даёт применение системы байпасирования Y-Tool. Рассмотрен вопрос применения системы байпасирования Y-Tool для исследования под действующей УЭЦН. Приведена комплектация байпасных систем Y-Tool. Показано проведение каротажных исследований скважин. Рассмотрены применяемые геофизические приборы и способы доставки геофизических приборов на забой, а также планирование работ и процедура проведения исследований.

Ключевые слова: байпасные системы (системы Y-Tool); комплектация байпасных систем Y-Tool; основные компоненты байпасной системы; проведение каротажных исследований скважин; применяемые геофизические приборы; способы доставки геофизических приборов на забой; компоновка установочного инструмента при использовании колтюбинга.

Annotation. The article proposes a technological solution, with the help of which, without stopping the ECFP, it is possible to conduct all necessary studies of wells equipped with ECFP. This feature is provided by the Y-Tool bypass system. The issue of using the Y-Tool bypass system for research under the current ECFP is considered. A complete set of Y-Tool bypass systems is provided. Well logging is shown. The applied geophysical instruments and methods of delivering geophysical instruments to the face, as well as the planning of work and the procedure for conducting research are considered.

Keywords: bypass systems (Y-Tool systems); configuration of Y-Tool by-pass systems; main components of the bypass system; well logging; used geophysical instruments; methods of delivering geophysical instruments to the face; assembly of the installation tool using coiled tubing.

Применение системы байпасирования Y-Tool для исследований под действующей УЭЦН

Байпасные системы (системы Y-Tool) – скважинное оборудование, устанавливаемое в составе УЭЦН, позволяющее одновременно эксплуатировать один или несколько нефтеносных пластов через одну скважину и параллельно проводить исследования по каждому из объектов (пласту) при работающей установке электропогружного центробежного насоса (УЭЦН).

Задача системы Y-Tool – обеспечить беспрепятственное прохождение оборудования вдоль насосной установки с целью проведения геофизических исследований в условиях промышленной эксплуатации скважины и проведения сервисных работ в области скважины под насосом без демонтажа насосной установки и поднятия её на устье скважины, а также обеспечить лёгкость извлечения насосной установки и системы байпасирования насосной установки из скважины в аварийных ситуациях.

Система байпасирования насосной установки обеспечивает возможность исследования параметров флюида в скважине с помощью измерительных приборов, а также проведение скважинных работ без извлечения насосной установки из скважины.

Данные системы широко применяются в разных компоновках для решения нескольких задач:

1) исследование многопластовых скважин при работе УЭЦН с движением приборов перед спуском систем для одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ);

2) исследование пласта на разных режимах с целью получения наиболее полной картины работы системы «пласт – скважина – УЭЦН» и последующего спуска оптимальной для этих условий работы УЭЦН;

3) увеличение МРП скважины за счёт применения в ней двух УЭЦН одного типоразмера (часто – на морских месторождениях). Данная система предполагает включение в работу второй УЭЦН после выхода из строя первой;

4) ОРЭ двух пластов с применением двух УЭЦН.

Системы Y-Tool позволяют решить многие проблемы:

- во-первых, нет нужды при эксплуатации нескольких объектов подвешивать под УЭЦН несколько приборов, можно обойтись проведением исследований одним прибором с осуществлением движения от пласта к пласту;
- во-вторых (финансовая сторона вопроса), при подвеске приборов под УЭЦН необходимо каждую установку оснащать приборами, с Y-Tool один прибор может применяться на нескольких скважинах, поочередно проводя исследования на одной, второй, третьей и т.д.;
- в-третьих, при малой наработке приборов с подвеской под УЭЦН (вследствие отказа по засорению расходомера или отказа по причине негерметичности любого другого прибора), Y-Tool позволяет заменить прибор без подъёма установки.

Комплектация байпасных систем Y-Tool

Современные методы промысловых исследований с использованием передовой геофизической аппаратуры позволяют выполнять оценку текущей насыщенности пласта и свойств флюидов, определять причины снижения продуктивности, выявлять межпластовые и внутрипластовые перетоки, проводить диагностику состояния скважины после ГРП и др.

В результате проведения исследования обеспечивается получение детальной информации, которая может быть использована:

- для определения профиля притока газожидкостной смеси (ГЖС) и состава флюида из различных интервалов;
- для идентификации множественных трещин ГРП в интервале воздействия;
- для выделения невыработанных зон пласта;
- для оценки технического состояния скважины, потенциала стимуляции пласта и качества гравийной набивки.

Основные затруднения при реализации исследований связаны с необходимостью их проведения в различных интервалах скважин при одновременном создании депрессии на пласт. Также исследования должны проводиться при различных депрессиях на пласт, что зачастую проблематично обеспечить без спуска добывающего оборудования. К другим видам затруднений следует отнести необходимость интерпретации данных в виде трёхмерных моделей и оценки состояния заколонного пространства и призабойной зоны пласта. Все эти работы повышают эффективность эксплуатации, но при этом техническая сложность их реализации может привести к увеличению сроков реализации проекта.

Кратко рассмотрим технологию проведения операции по исследованию скважин с помощью байпасной системы Y-Tool.

На первом этапе выполняется анализ конструкции скважины, подбирается комплекс проводимых исследований и геофизических приборов, а также выбирается система УЭЦН. Далее подбирается конфигурация байпасной системы Y-Tool с учётом рассчитанных предельных нагрузок, воспринимаемых всей компоновкой при спуске в соответствии с фактическим профилем скважины.

Следующим шагом становится выбор способа доставки геофизических приборов на забой, после чего уточняется конфигурация внутрискважинного оборудования и комплекс дополнительного оборудования для проведения операций. Так, в некоторых

случаях требуется применение НКТ меньшего диаметра над Y-Tool для упрощения процесса установки пробок и клапанов. На заключительном этапе формируются рекомендации по составу компоновки спускового инструмента.

Сегодня байпасные системы Y-Tool активно применяются для одновременно-раздельной эксплуатации нескольких продуктивных пластов, обеспечения возможности использования систем с резервной УЭЦН. Также с помощью байпасных систем можно проводить различные операции при работающей УЭЦН, включая:

- геофизические исследования;
- обработку призабойной зоны пласта;
- изменение интервала перфорации;
- отбор проб с забоя скважины;
- закачку жидкости под давлением;
- изоляцию нижележащих зон скважины;
- защиту УЭЦН в режиме фонтанирования и управление циркуляционными муфтами (премиум порты) в составе системы нижнего заканчивания.

На рисунке 1 представлены основные компоненты байпасной системы. В стандартной конфигурации компоновка включает в себя переводник, верхний ниппель, байпасный блок, подключаемый к нему ниппель байпасной линии, телескопический патрубок, переводник подвески, байпасную трубу, протектор удлинителя и опорный блок.

Рисунок 1 – Комплектация байпасной системы Y-Tool

Для герметизации и обеспечения возможности прохода каротажных приборов в составе байпасных систем могут использоваться различные муфты. Муфта переводника, например, соединяет байпасную систему с НКТ, при этом соединение должно соответствовать типу используемых НКТ (рис. 2). Применение муфты позволяет осуществлять её быструю замену в случае повреждения без демонтажа другого оборудования. В свою очередь, переводник обеспечивает соединение Y-блока с НКТ. Оборудование выбирается с учётом возможности установки пробок и клапанов определённого диаметра.

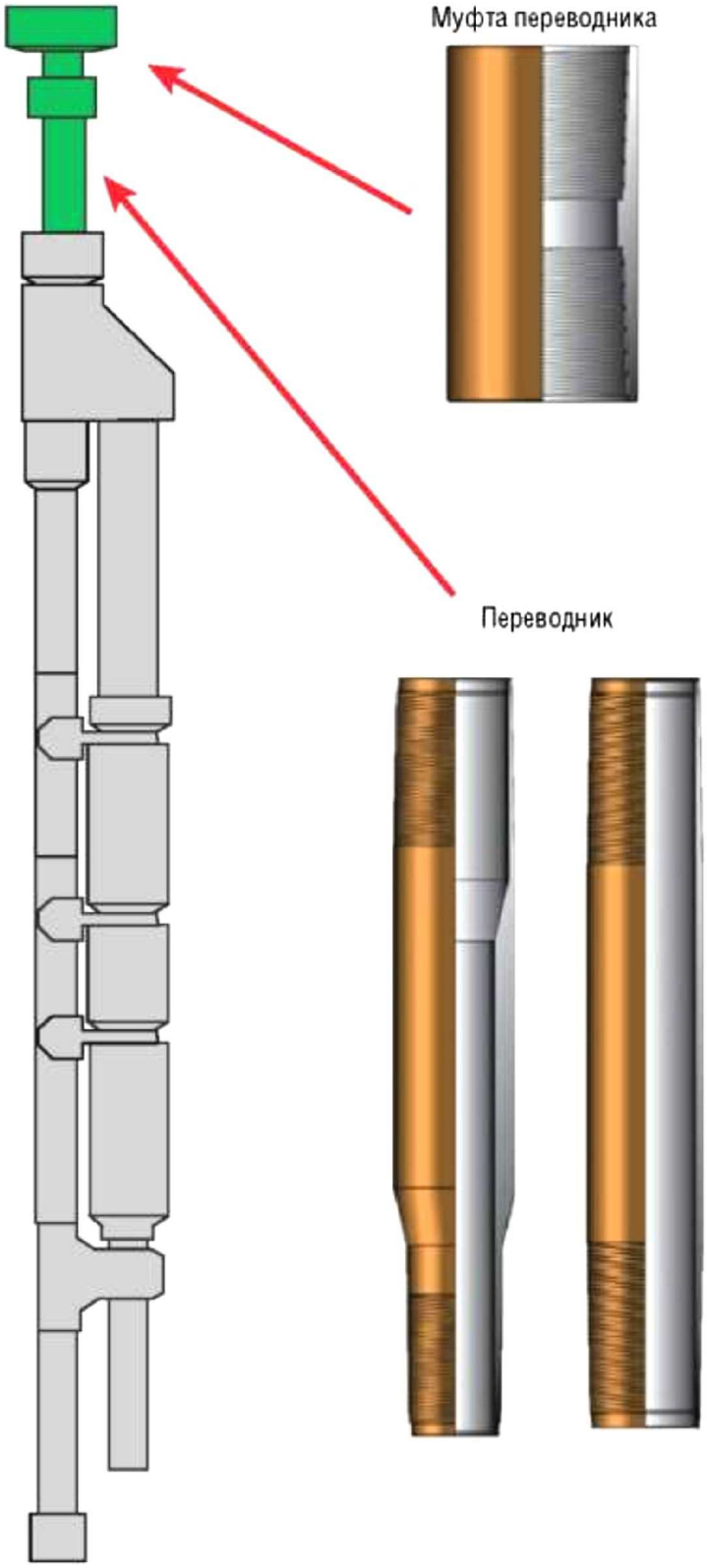


Рисунок 2 – Муфта переводника и переводник

Y-блок (или тройник) объединяет байпасную и выкидную линии, соединённые с насосом в нижней части, и переводник, соединённый с НКТ в верхней (рис. 3). Тройник оснащён специальным пазом для прокладки кабельных удлинителей и контрольных линий, защита которых обеспечивается дополнительными пластинами.

Опционально может применяться Y-блок с отклонителем, который автоматически открывается при запуске ЭЦН. В этом случае отсутствует необходимость в использовании глухой пробки и обратного клапана, а также эластомеров в зоне уплотнения.

Переводник подвески насоса обеспечивает канал связи между Y-блоком и УЭЦН (рис. 4). Резьбовое соединение в нижней части должно соответствовать типу резьбы выкидного модуля ЭЦН.

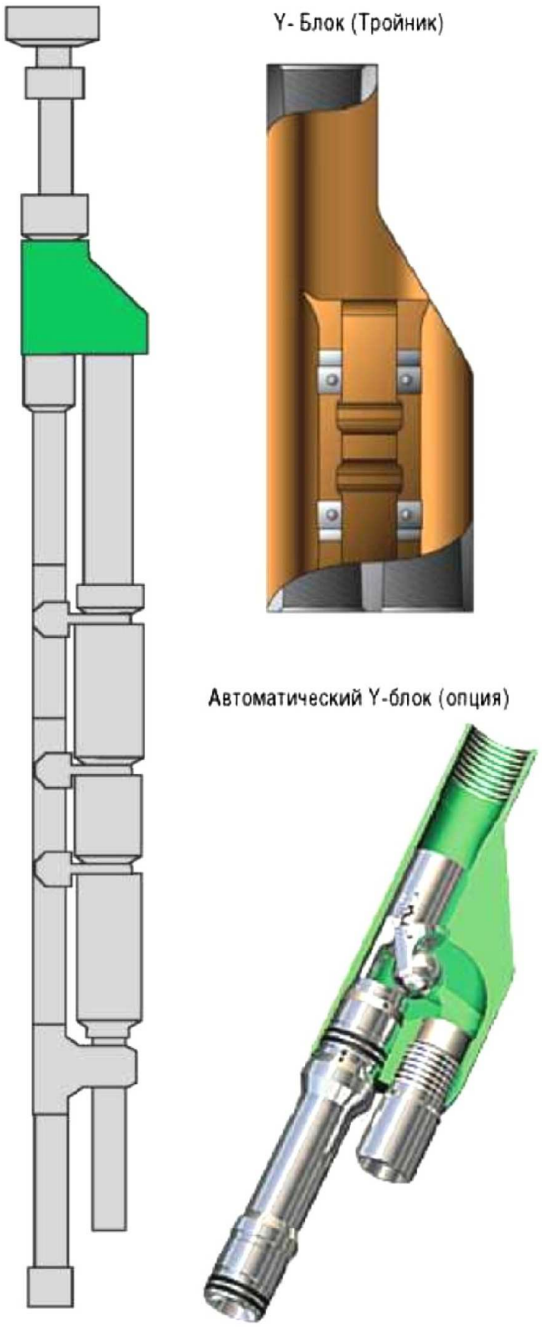


Рисунок 3 – Y-блок и автоматический Y-блок

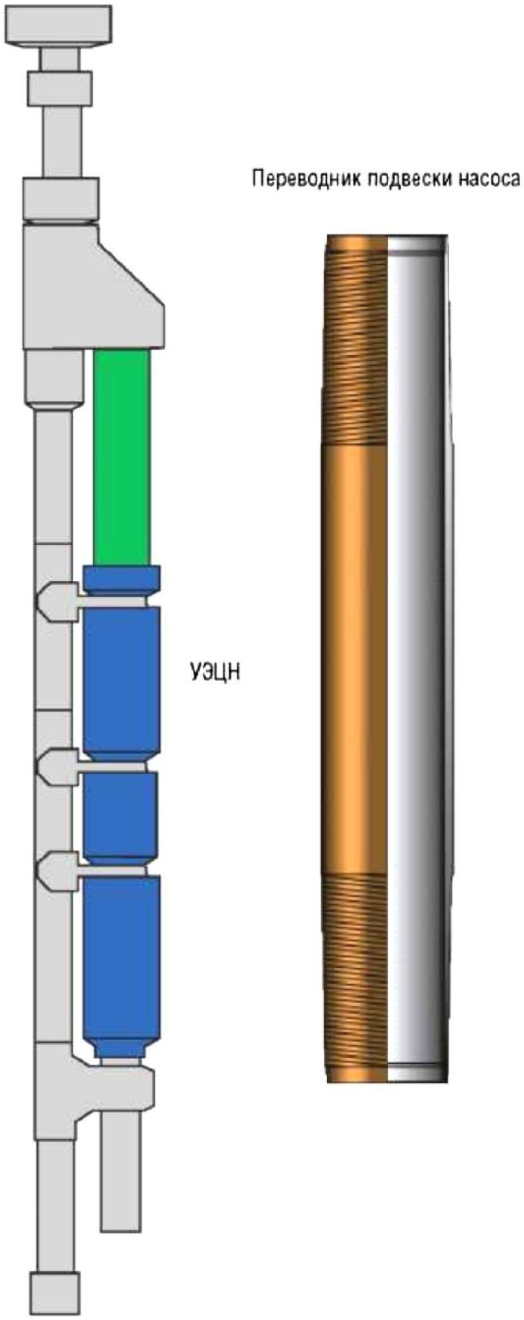


Рисунок 4 – Переводник подвески насоса и УЭЦН

Установка ЭЦН используется в том числе для создания необходимой депрессии на пласт. Все оборудование должно быть подобрано с учётом заданных параметров для выполнения комплекса исследований при различных дебитах ГЖС.

Применение ТМС WellLift с датчиками на приёме и в выкидной линии насоса позволяет обеспечить детальный мониторинг эксплуатации оборудования и достичь максимального МРП.

Верхний ниппель применяется для установки обратного клапана выше Y-блока (тройника) или изолирующей муфты и обеспечивает возможность опрессовки НКТ или установки гидравлически активируемых пакеров (рис. 5).

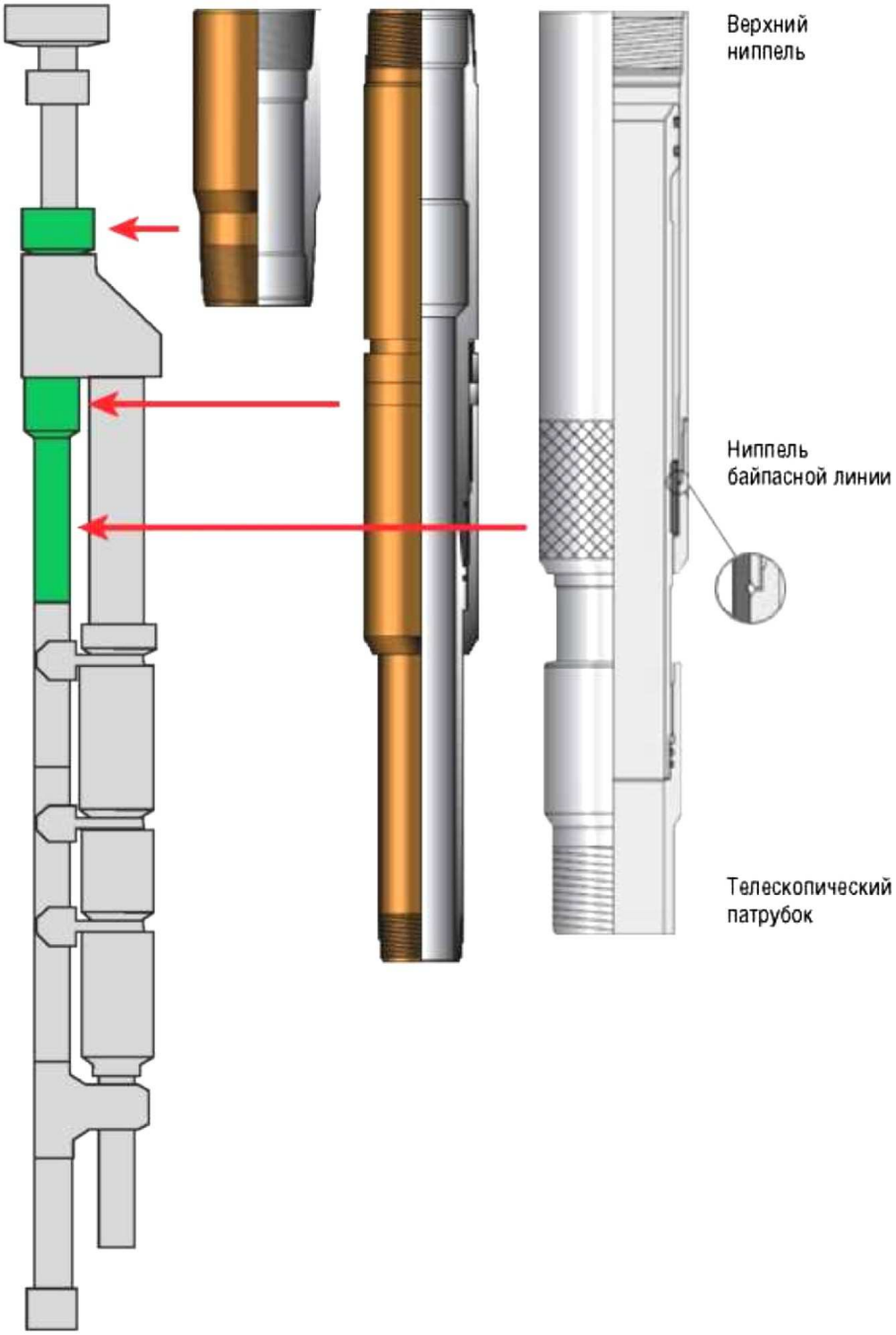


Рисунок 5 – Верхний ниппель, ниппель байпасной линии и телескопический патрубок

Ниппель байпасной линии обеспечивает соединение тройника с элементами байпасной линии. Ниппель расположен в зоне установки глухой пробки, которая предотвращает рециркуляцию потока жидкости вдоль байпасной линии при работе насоса. Также его можно разместить в зоне установки каротажных пробок.

Ещё один важный элемент системы – байпасные трубы, которые устанавливаются вдоль УЭЦН и обеспечивают канал для прохождения оборудования канатно-тросовой техники или колтюбинга в интервалы ниже системы Y-Tool (рис. 6). Трубы со-

единяются при помощи безмуфтовых соединений для обеспечения минимального внешнего диаметра и максимального внутреннего диаметра байпасной линии. В зависимости от воспринимаемых нагрузок могут использоваться различные типы резьбовых соединений. В случае если в байпасной линии создаётся высокое давление или байпасная линия воспринимает значительные растягивающие нагрузки, используются премиальные резьбовые соединения типа ST-L.

Опорный блок насоса используется при наличии больших растягивающих нагрузок, воспринимаемых системой Y-Tool (рис. 7). Применение опорного блока насоса позволяет осуществлять монтаж всей байпасной системы в течение одного цикла, при этом исключается необходимость фактической подгонки байпасной линии к длине УЭЦН непосредственно при монтаже оборудования на устье скважины. При использовании опорного блока отпадает необходимость в защитном хомуте байпасной линии при монтаже, что снижает риски обрыва оборудования при сборке на устье скважины. Помимо этого, сокращается время монтажа оборудования. В настоящий момент разработано несколько типов конструкций опорного блока.

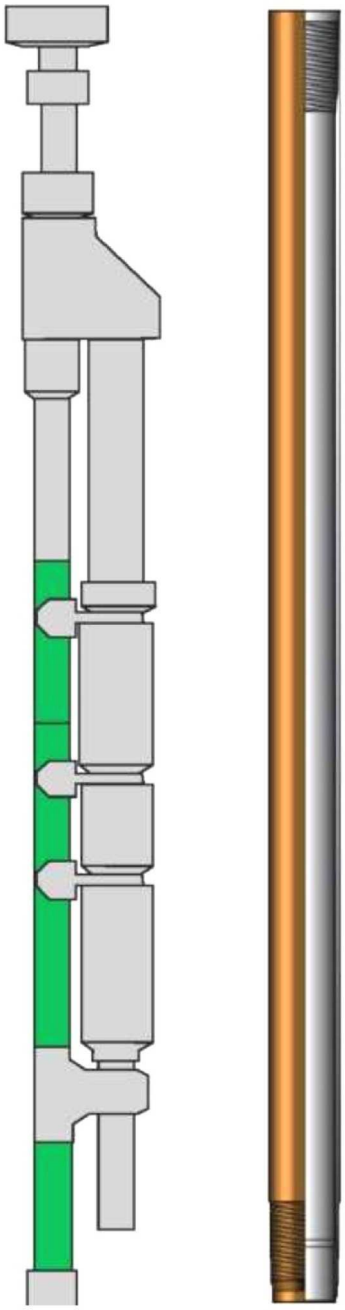


Рисунок 6 – Байпасные трубы

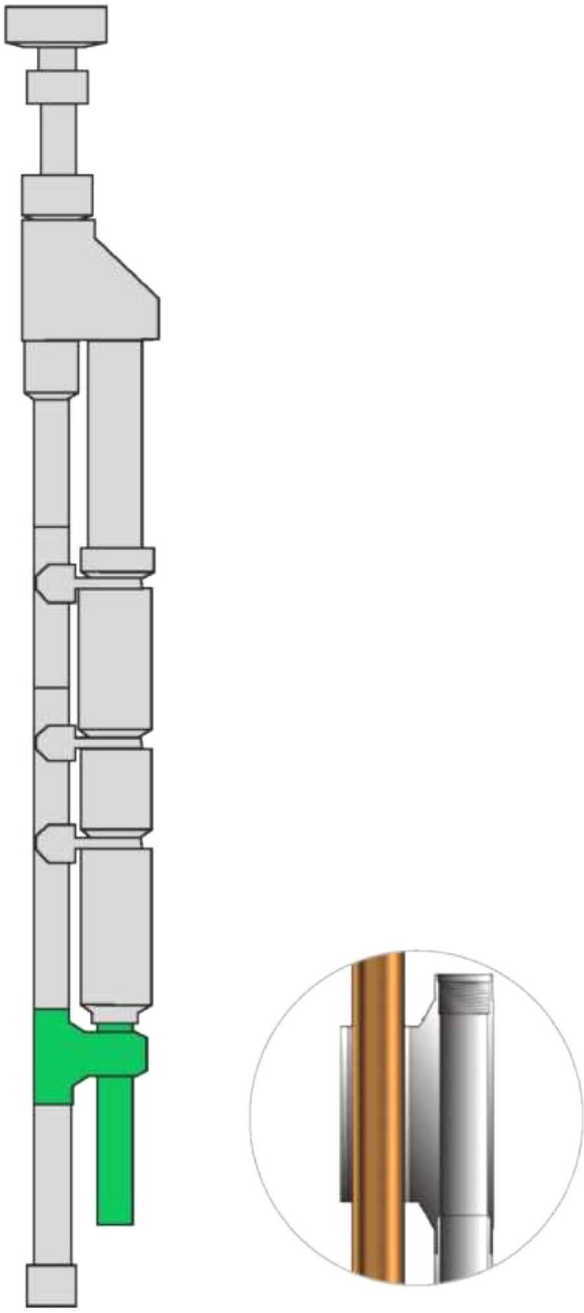


Рисунок 7 – Опорный блок насоса

Геофизическая воронка устанавливается в нижней части байпасной линии и упрощает прохождение и извлечение геофизических приборов и дополнительного оборудования при использовании канатно-тросовой техники или колтюбинга (рис. 8). С целью снижения рисков при проведении внутрискважинных операций к геофизической воронке может дополнительно подвешиваться колонна труб для обеспечения прямого канала связи с хвостовиком.

Байпасные хомуты фиксируют систему байпасных труб с УЭЦН и обеспечивают центрирование системы в скважине (рис. 9). Также они служат для защиты кабельных удлинителей и контрольных линий. Конструкция хомутов позволяет компенсировать температурное расширение металла при различных режимах эксплуатации оборудования. Использование хомутов существенно упрощает монтаж оборудования.

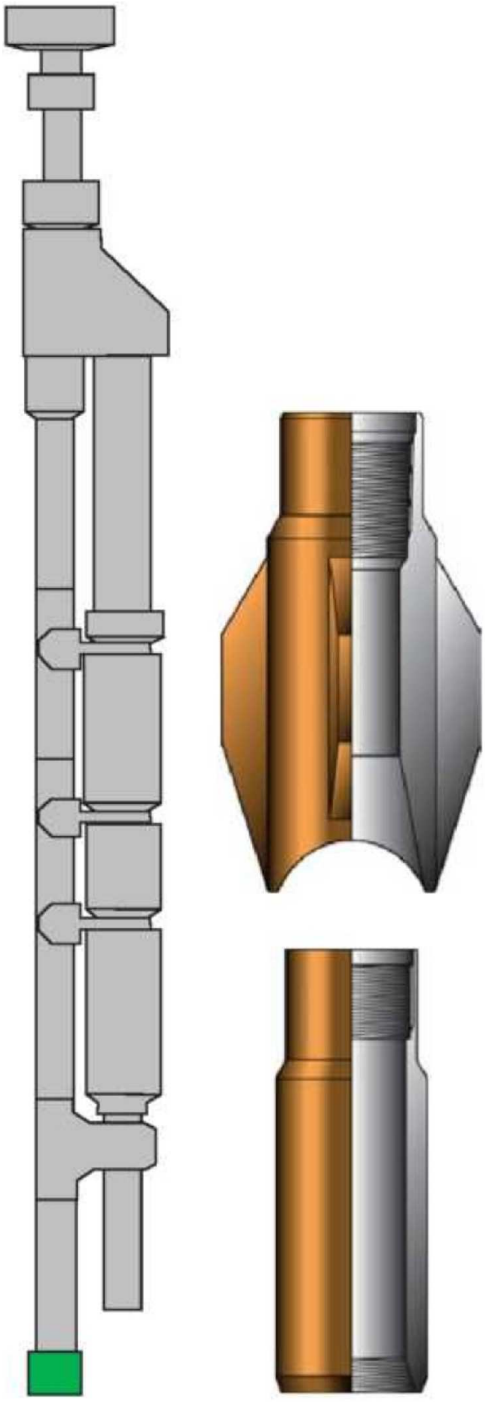


Рисунок 8 – Геофизическая воронка

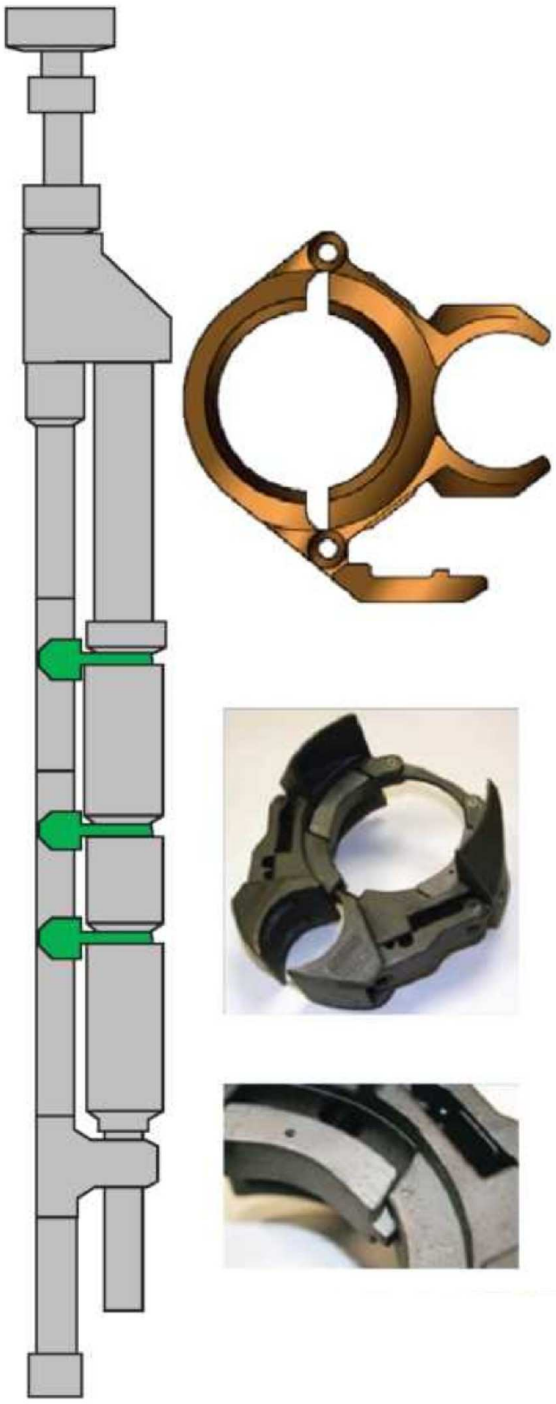


Рисунок 9 – Байпасные хомуты

На рисунке 10 показано функционирование системы при установке различных элементов, таких как глухая пробка, каротажная пробка, обратный клапан и др. Эти устройства помогают проводить геофизические исследования без необходимости извлечения оборудования из скважины.

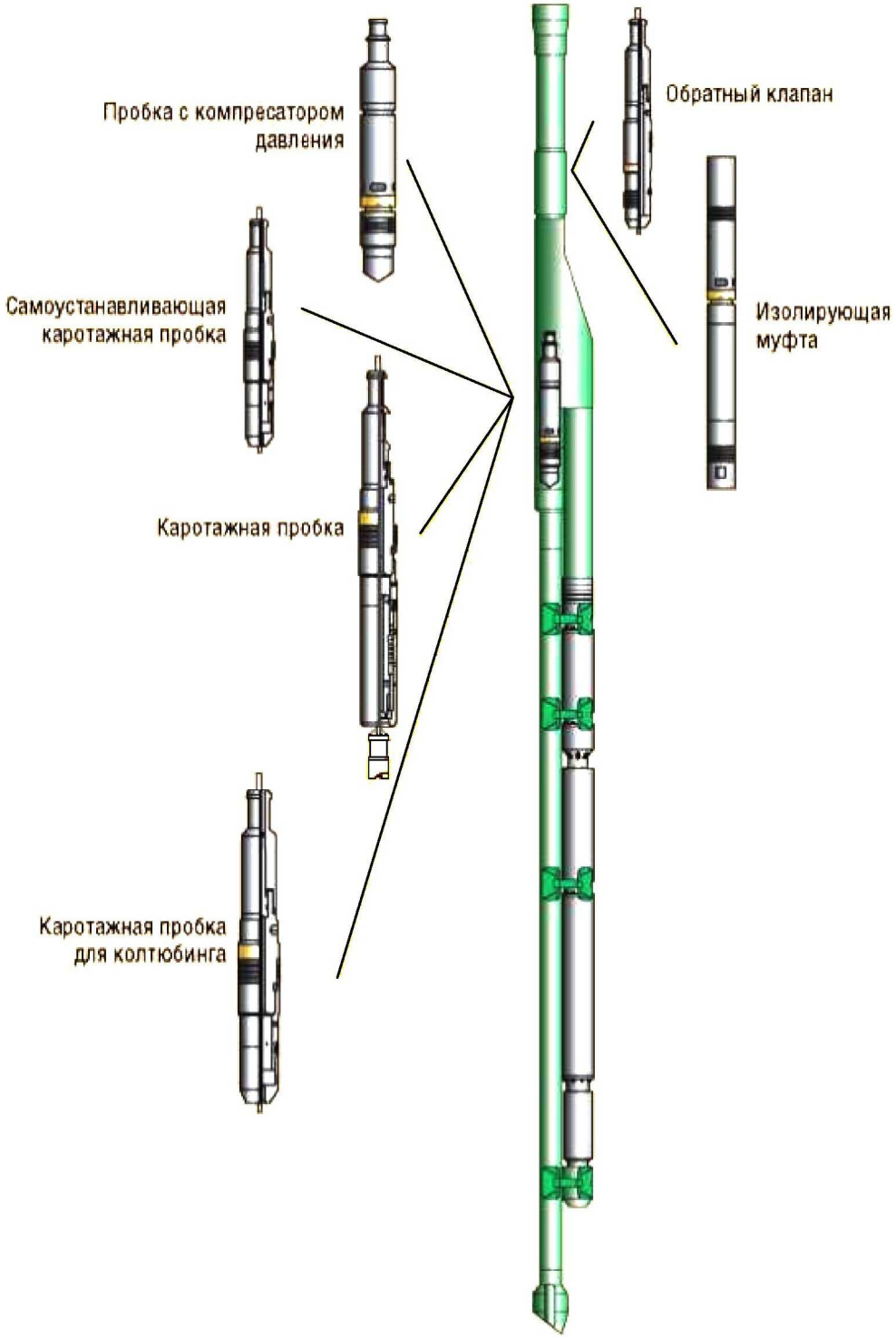


Рисунок 10 – Функционирование системы при установке различных элементов

Глухая пробка с компенсатором давления устанавливается в ниппеле байпасной линии и предотвращает рециркуляцию потока жидкости вдоль байпасной линии при работе насоса (рис. 11). Конструкция пробки позволяет выравнивать давление сверху и снизу пробки при её извлечении. Глухая пробка бывает нескольких видов. Стандартная глухая пробка устанавливается в ниппеле с помощью зажимных цанг. Её

конструкция позволяет извлекать пробку с приложением существенно меньшей нагрузки, поэтому данную пробку не рекомендуется применять при фонтанировании скважины, а также с ГНКТ, поскольку необходимо учитывать и постоянно контролировать максимальный перепад давления снизу и сверху пробки с целью предотвращения её вылета с посадочного места.

Также существует так называемая запирающаяся глухая пробка, оборудованная принудительным жёстким механизмом закрепления в ниппеле. Данная конструкция может использоваться при фонтанировании скважины или в случае применения ГНКТ.

Изолирующая муфта устанавливается в ниппеле байпасной линии и перекрывает зону до верхнего ниппеля, при этом создаётся прямой канал между НКТ и байпасной линией (рис. 12). Изолирующая муфта применяется для защиты УЭЦН в режиме фонтанирования, либо при проведении дополнительных операций через байпасную линию (например, при закачке жидкости).

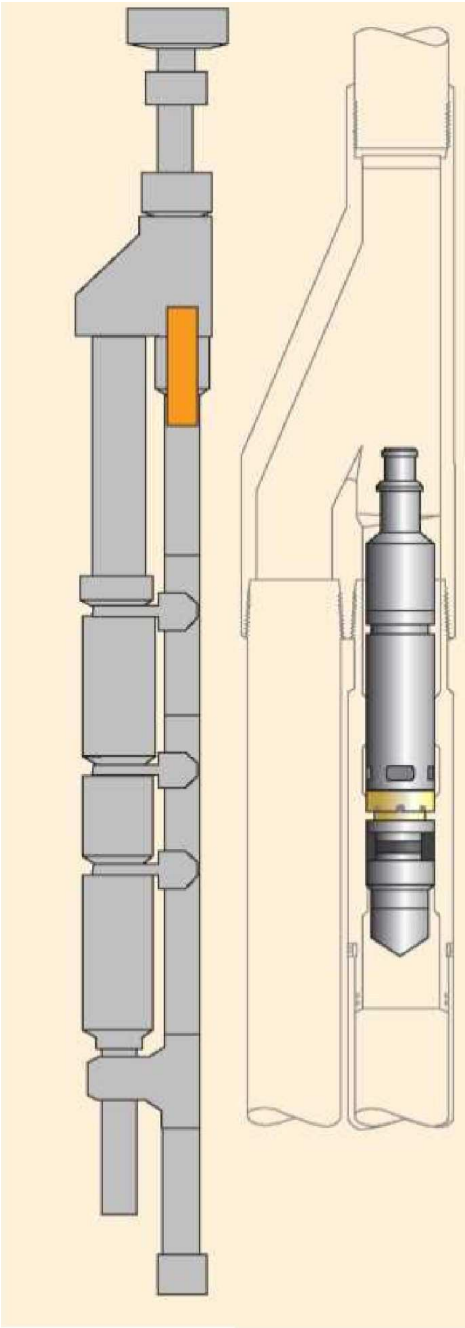


Рисунок 11 – Глухая пробка с компенсатором давления

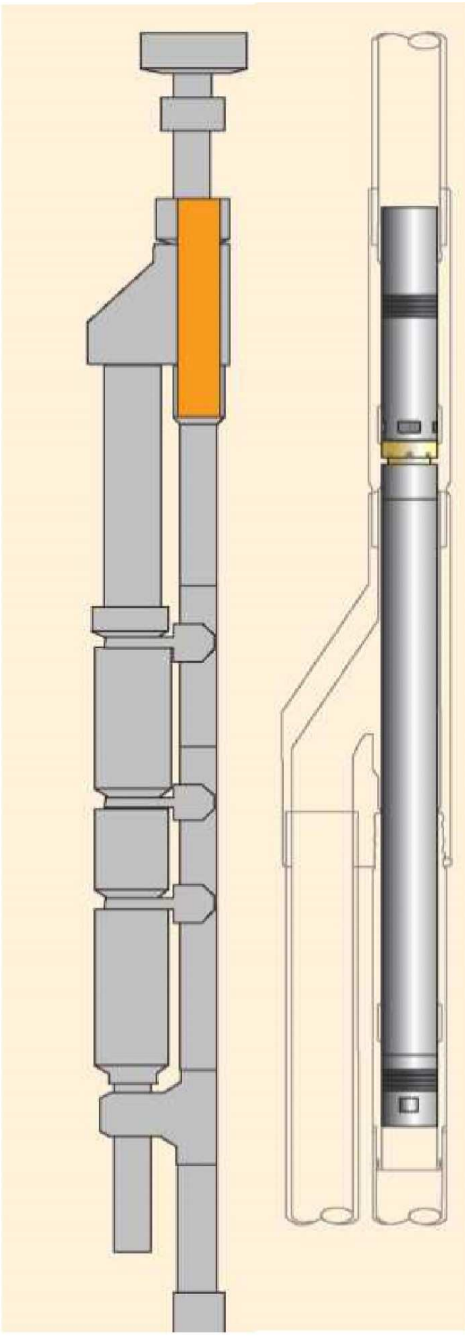


Рисунок 12 – Изолирующая муфта

Обратный клапан устанавливается в верхнем ниппеле и позволяет производить опрессовку колонны НКТ (рис. 13). Также он используется для установки гидравлически активируемого пакера выше Y-Tool.

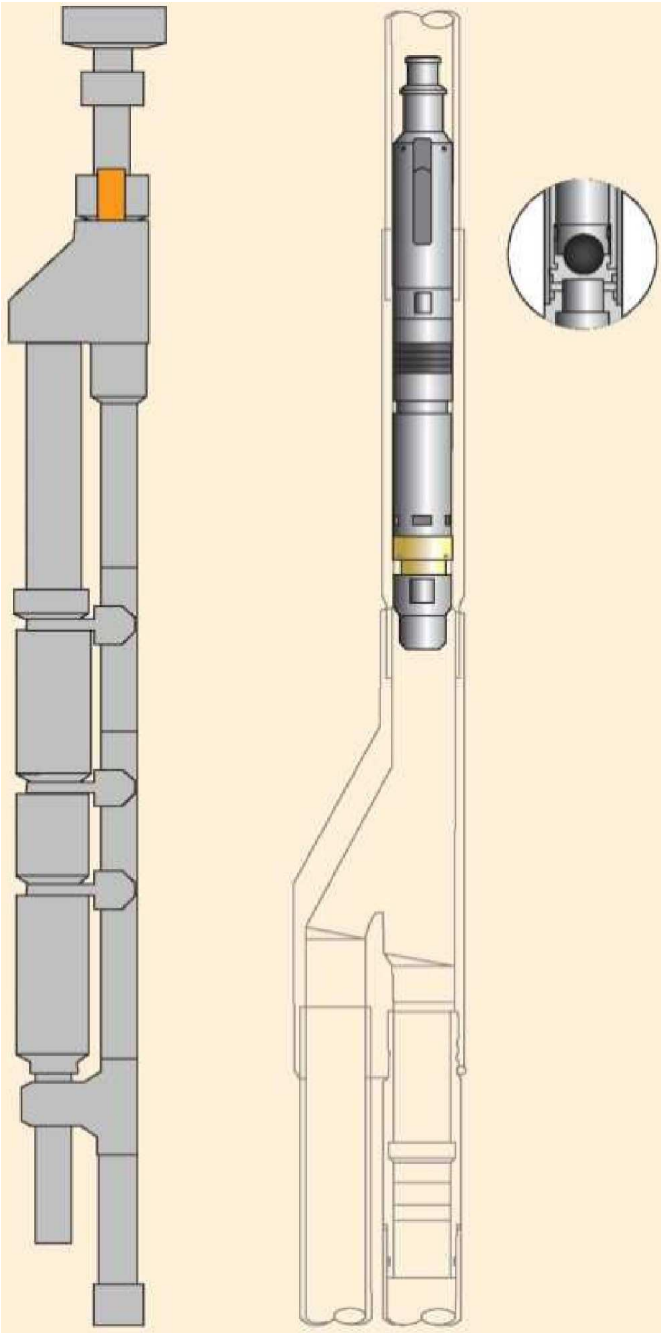


Рисунок 13 – Обратный клапан

Каротажная пробка устанавливается в ниппеле байпасной линии и обеспечивает герметичность байпасной линии при проведении исследований и одновременной эксплуатации насоса (рис. 14). Специальный канал внутри пробки обеспечивает прохождение троса, а герметизация внутренней полости обеспечивается благодаря подбору уплотняющей вставки соответствующего диаметра. Окончательная установка каротажной пробки выполняется с помощью кабельного захвата, монтируемого на трос. Зона установки кабельного захвата ограничивает глубину спуска геофизических приборов и должна быть определена максимально точно. Для фиксации геофизических приборов при возможном обрыве каната при подъёме может быть использован специальный захватный механизм.

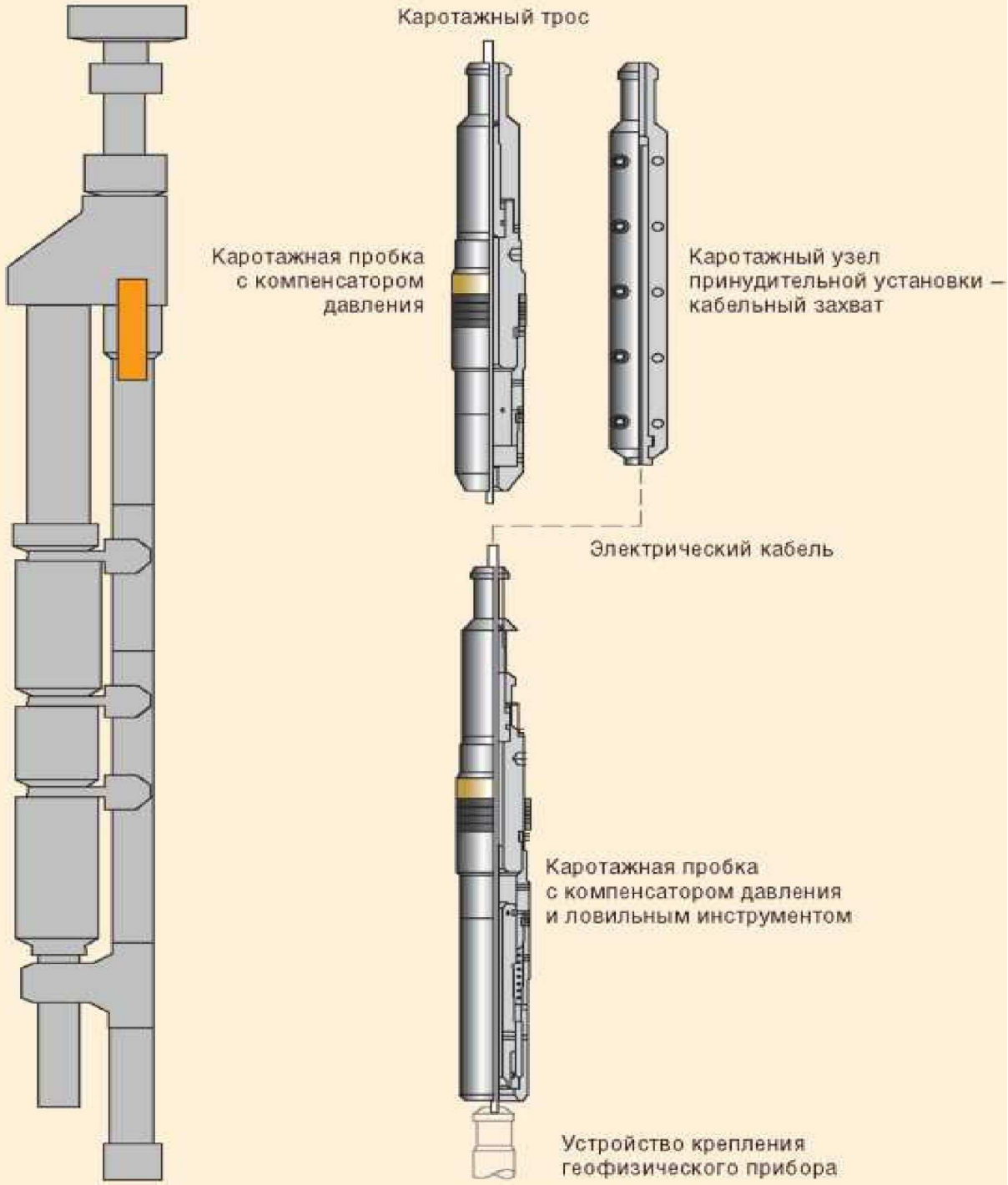


Рисунок 14 – Каротажная пробка

В свою очередь, каротажная пробка для колтюбинга обеспечивает герметичность байпасной линии при проведении исследований с применением ГНКТ (рис. 15). Для установки пробки на ГНКТ необходим специальный зажим, который подбирается в зависимости от диаметра ГНКТ и толщины стенки. Пробка автоматически устанавливается в ниппеле байпасной линии при спуске и позволяет свободно пропускать ГНКТ через себя.

Компоновка установочного инструмента при использовании колтюбинга показана на рисунке 16. На рисунке 17 представлены габариты байпасной системы.

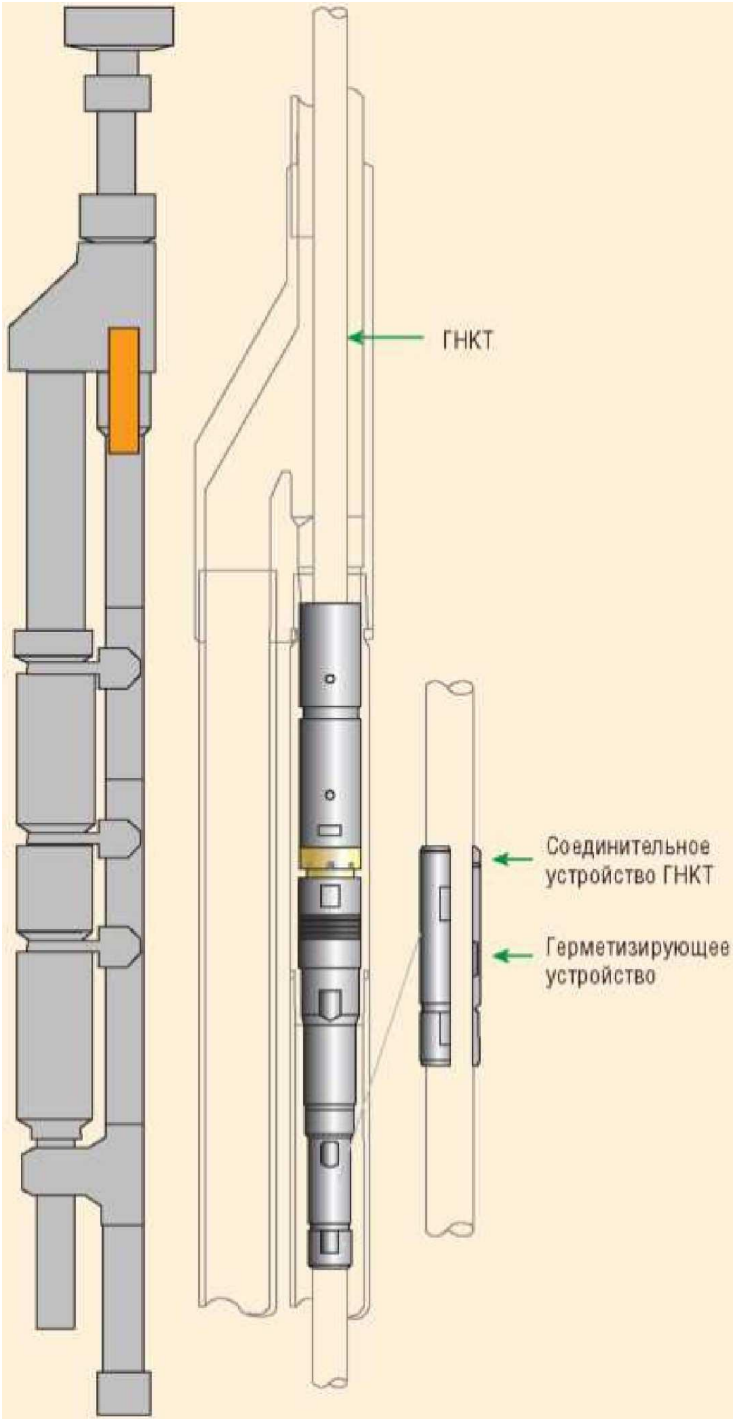


Рисунок 15 – Каротажная пробка для колтюбинга

Рисунок 16 – Компоновка установочного инструмента при использовании колтюбинга

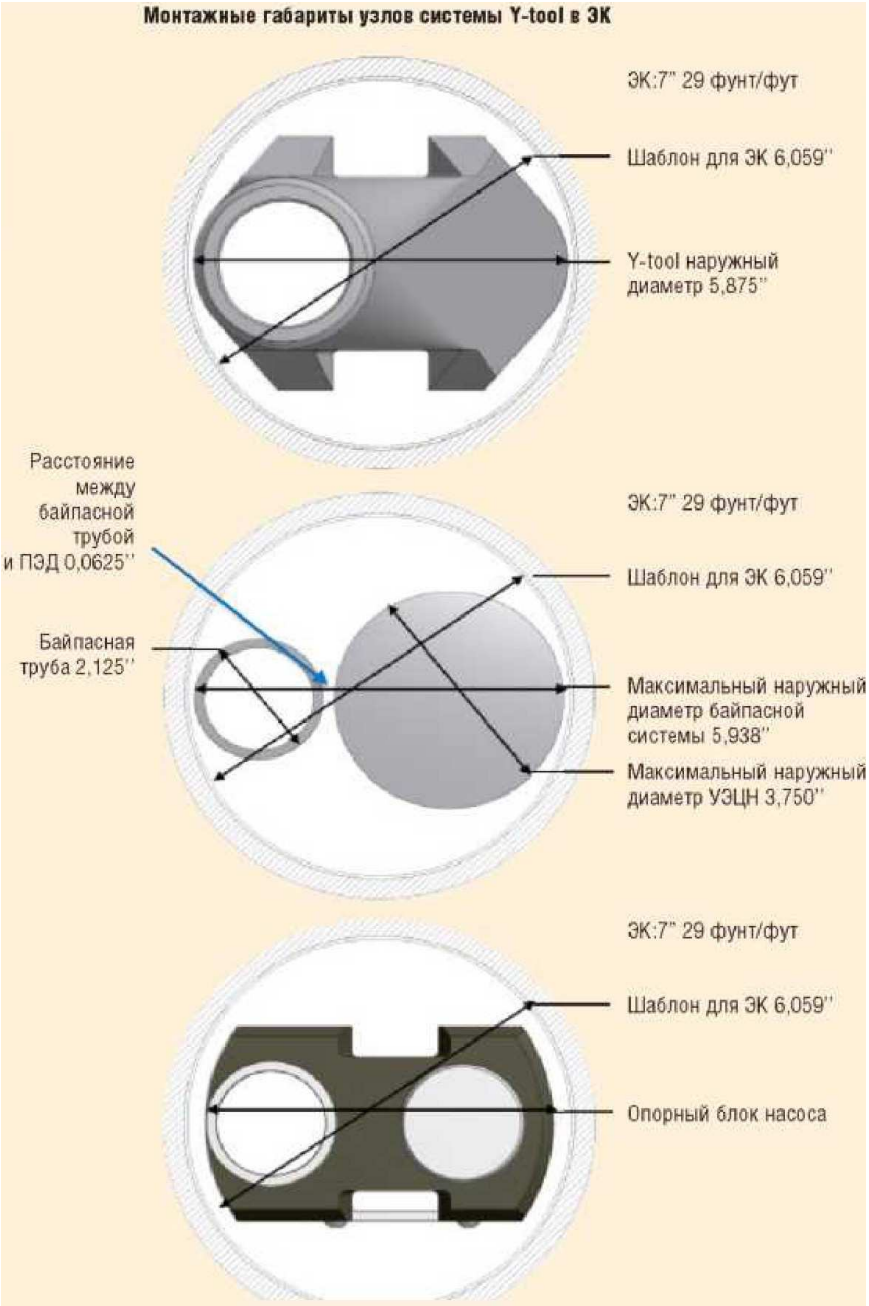


Рисунок 17 – Габариты системы Y-Tool

Проведение каротажных исследований скважин

Каротажные исследования скважин могут выполняться двумя способами: с применением канатно-тросовой техники или с применением колтюбинговой установки.

В первом случае технология предусматривает следующий порядок действий. Сначала с помощью специального инструмента из Y-Tool извлекается глухая пробка, после чего осуществляются подбор и установка уплотняющей вставки каротажной пробки в соответствии с диаметром используемого троса для обеспечения герметичности линии. Далее пробка вместе с компоновкой геофизических приборов спускается на кабеле на глубину, равную участку от низа Y-Tool до максимальной глубины исследований. Следующим шагом становится установка специального канатного захвата, после чего выполняется спуск компоновки геофизических приборов с установкой каротажной пробки в ниппеле байпасной линии. Затем осуществляется запуск УЭЦН, и проводятся необходимые исследования на различных режимах. После чего каротажная пробка и геофизическое оборудование извлекаются из скважины, и производится повторная установка глухой пробки.

При использовании установки колтюбинга глухая пробка точно также извлекается из Y-Tool с помощью специального инструмента, затем подбирается и устанавливается уплотняющая вставка каротажной пробки в соответствии с диаметром используемой ГНКТ для обеспечения герметичности линии.

Затем с помощью специального зажима необходимо присоединить компоновку геофизических приборов и после этого закрепить каротажную пробку в компоновке с геофизическими приборами. Далее осуществляется спуск компоновки до момента установки каротажной пробки в ниппеле байпасной линии Y-Tool. Пробка автоматически установится в ниппеле байпасной линии и позволит спускать ГНКТ с компоновкой геофизических приборов далее на забой. После спуска геофизических приборов и запуска УЭЦН проводятся сами исследования. На заключительном этапе каротажная пробка для колтюбинга и геофизическое оборудование извлекаются из скважины, и осуществляется повторная установка глухой пробки.

Применяемые геофизические приборы

Кратко рассмотрим геофизические приборы, рекомендуемые для проведения различных видов исследований, например, исследования режима потока флюидов в горизонтальных скважинах.

Как известно, даже при небольших зенитных углах лёгкие фазы занимают верхнюю часть ствола. Стандартные приборы контроля не могут полностью охарактеризовать многофазный поток фаз в наклонных и горизонтальных скважинах. Поэтому для горизонтальных скважин необходимый комплекс исследований включает профилеметрию, шумометрию, термометрию, использование трассеров, в том числе многодатчиковых комплексов для контроля и мониторинга горизонтальных скважин. Такие многодатчиковые комплексы позволяют занять весь объём скважины и определить режим потока флюидов вдоль всего ствола.

Для проведения исследований в горизонтальных стволах можно использовать автономный комплексный прибор СОВА-С6 АК5-30-80. Его основные преимущества заключаются в малом диаметре (30 мм), наличии датчика СТИ, возможности автономной работы и сравнительно низкой стоимости. Из недостатков стоит отметить отсутствие распределённых датчиков (один расходомер, размещённый в центре компоновки, делает исследования низкоинформативными в горизонтальных и наклонных скважинах) и относительно низкую чувствительность.

Следующий зарекомендовавший себя прибор – это АГАТ-КСА-К9, который также характеризуется малым диаметром (38 мм) и наличием датчика СТИ. Распределённые датчики в данном случае также отсутствуют: два расходомера, размещённые в центре компоновки, делают исследования низкоинформативными в горизонтальных и наклонных скважинах. За счёт этого снижаются качество и объём данных. Чувствительность прибора относительно низкая. Однако сам прибор и его техническое обслуживание стоят недорого.

Также существует другая модификация прибора АГАТ – АГАТ-42-КГ-6В – предназначенная для геофизических исследований эксплуатационных горизонтальных скважин. Прибор используется для контроля разработки нефтяных и газовых месторождений и позволяет регистрировать такие параметры, как:

- влагосодержание (шесть датчиков);
- угол вращения прибора вокруг своей оси;
- угол наклона;
- температуру (два датчика);
- давление а также проводить механическую расходометрию (два датчика); термоиндикацию притока; локацию муфт; определять мощность экспозиционной дозы гамма-излучения и удельное сопротивление жидкости.

Для контроля разработки и проведения объёмных исследований может применяться технически более совершенный многозондовый прибор MAPS, укомплектованный расходомером (SAT), влагомером (CAT) и резистивиметром (RAT) для определения типа фаз и скорости потока каждой из них. За счёт многочисленных датчиков обеспечивается высокая точность исследований. Прибор определяет интервалы обводнения скважины и прорыва газа, а специальные сенсоры позволяют получить объёмное

представление о распределении флюида и скоростях потока. Также с помощью комплекса MAPS можно определять скорость потока вдоль ствола скважины; выделять три фазы (газ, нефть, вода) в расслоенном потоке. Прибор работает в скважинах с любым зенитным углом, в том числе горизонтальных, и совместим со всеми типами скважинных тракторов и ГНКТ.

На сегодняшний день многодатчиковый комплекс MAPS выпускается в нескольких комплектациях с различным количеством датчиков. Так, модификация с массивом из шести вертушек SAT, смонтированных на гибких рессорах, используется для измерения локальных потоков с малыми скоростями с интервалом 60 для определения скоростей каждой фазы.

Прибор с вертушками SAT применяется для регистрации скорости каждой фазы. Он полностью совместим со стандартными приборами. Каротаж выполняется как при движении, так и стационарно. Есть возможность индивидуального ориентирования сенсоров. Вращение прибора увеличивает разрешение профиля потока в скважине.

Многодатчиковый влагомер CAT различает фазы ГЖС (вода, нефть и газ) и оснащён 12 миниатюрными влагомерами, установленными на гибких рессорах. К его основным преимуществам можно отнести упрощённую механическую часть, возможность записи как на подъёме, так и на спуске, устойчивость датчиков к износу, возможность калибрования в воде, нефти и газовой среде, возможность быстрой смены датчиков, а также наличие независимого датчика вращения прибора. Тефлоновое покрытие уменьшает влияние давления на сенсоры. Вращение прибора повышает разрешающую способность. Кроме этого, есть возможность нормализации данных во время анализа.

Прибор с резистивным массивом RAT также оснащён 12 миниатюрными датчиками сопротивления на гибких рессорах. При скорости записи 10 м/мин. разрешение составляет один дюйм. Среди других преимуществ отметим хорошую дискретизацию «вода – углеводород», возможность учёта маленьких и быстрых капель пузырьков (например, прибор способен различить пузырёк диаметром один миллиметр при скорости движения 10 м/с), наличие независимого сенсора вращения, возможность нормализации во время анализа. Вращение прибора увеличивает разрешение профиля потока.

Компоновка приборов SAT, CAT и RAT показана на рисунке 18. Видно, что после прохождения одного зонда по пути потока к следующему зонду режим потока возвращается в первоначальное состояние. Полная длина сборки, включающей комплекс MAPS и стандартный комплекс ПГИ, составляет 11–15 м.

Для оценки параметров продуктивного пласта в обсаженных скважинах и контроля добычи рекомендуется использовать многофункциональный импульсный нейтронный прибор RPM. С его помощью можно измерять такие параметры, как водонасыщенность (нейтронный захват, нейтронное рассеивание, FluidView) и газонасыщенность пласта (GasView), скорость потока воды (гидролог, каротаж затрубных потоков, FlowShot), а также определять компонентный состав скважинных флюидов.

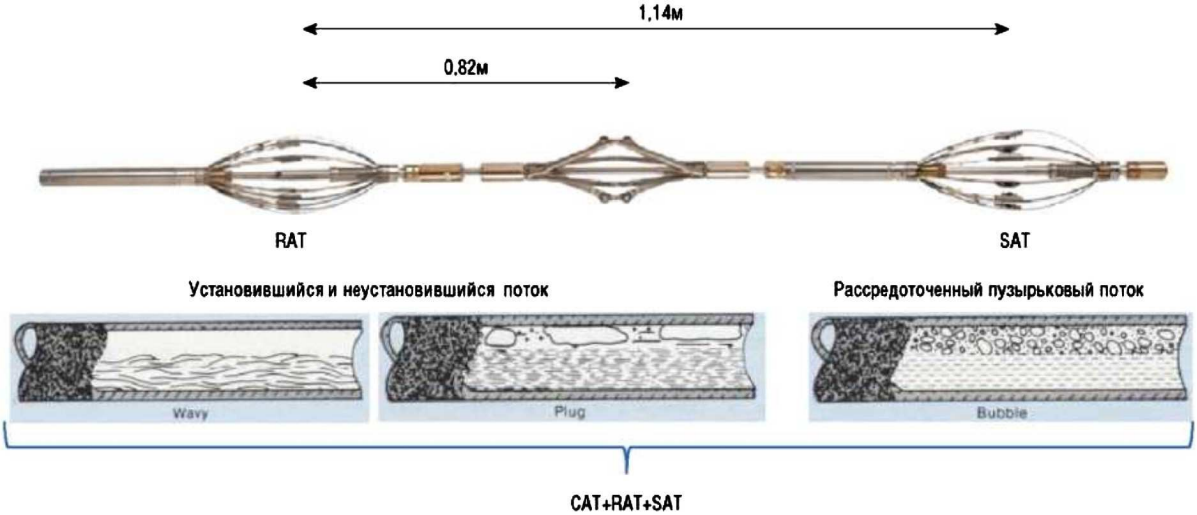


Рисунок 18 – Компоновка приборов SAT, RAT и CAT

На рисунке 19 приведён пример работы RPM в режиме FlowShot. Этот прибор может дать распределение затрубных скоростей и дополнительную информацию об источниках поступления воды в затрубное пространство. RPM позволяет выявить как перетоки воды за колонной, так и перетоки через набухающие пакеры. С использованием приборов MAPS и RPM можно проводить измерения в затрубном пространстве (рис. 20).

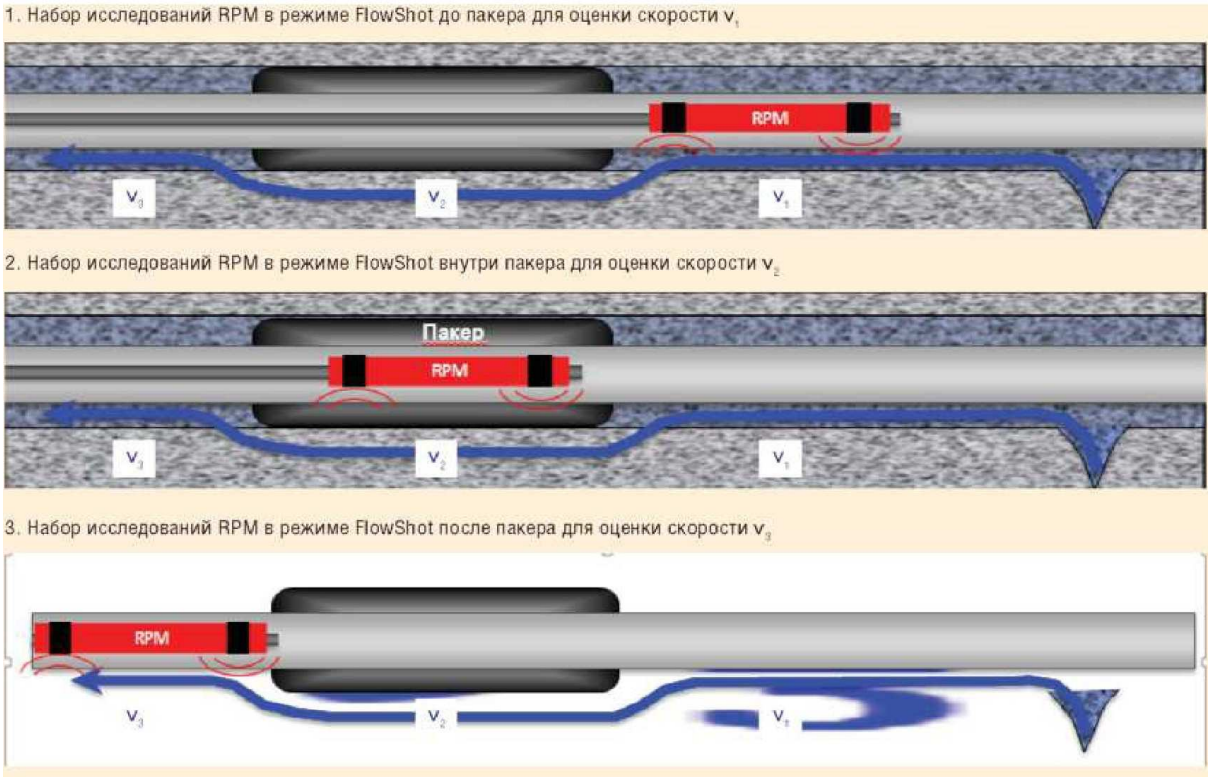


Рисунок 19 – Пример работы прибора RPM в режиме FlowShot

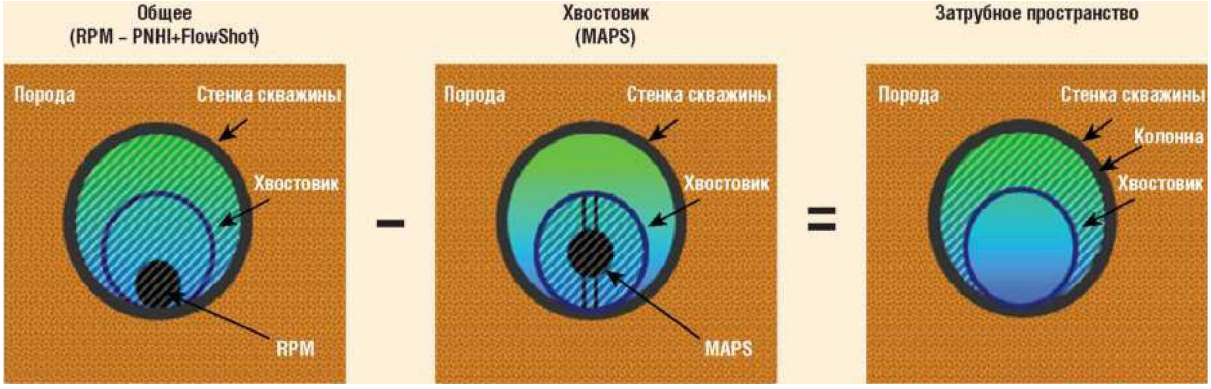


Рисунок 20 – Измерение объёмного количества и потоков флюида в затрубном пространстве

Способы доставки геофизических приборов на забой

Планирование работ и процедура проведения исследований

На забой геофизические приборы могут быть доставлены несколькими способами, например, с использованием скважинного трактора. Это стандартный и дешёвый метод, который не требует применения дополнительного оборудования. Вместе с тем существует ряд ограничений на его использование, в числе которых внутренний диаметр байпасной трубы, максимальное тяговое усилие, ограничение по максимальному искривлению ствола скважины и низкая скорость каротажа при спуске в скважину.

Второй способ подразумевает использование установки колтюбинга. Его основные преимущества – отсутствие ограничений по диаметру байпасной линии и макси-

мальному искривлению ствола скважины. При использовании колтюбинга параллельно можно проводить другие операции, например, кислотную обработку, закачку азота и др.

Говоря о недостатках, стоит отметить, что это более дорогой метод, применение которого требует больше времени на подготовку операций и предусматривает проведение более детальной проработки компоновки внутрискважинного оборудования. Также колтюбинг может создавать эффект свабирования и вызывать нестабильность потока.

И третий способ доставки геофизических приборов на забой – это так называемый метод Slickline, подразумевающий использование специальной канатно-проволочной аппаратуры. У данного метода есть неоспоримое преимущество – низкая стоимость и доступность. Среди недостатков отметим ограничение по максимальному искривлению ствола скважины, запись данных во внутреннюю память вместо передачи в режиме онлайн на поверхность, а также использование метода в основном в вертикальных стволах скважин.

Процедура проведения исследований обычно включает несколько последовательных этапов. На первом этапе формируется программа исследований, далее подбирается соответствующая комбинация приборов для достижения целей каротажа. После этого производится испытательный спуск для подтверждения размеров оборудования системы заканчивания и выявления неизвестных препятствий. На следующем этапе создаётся стабильный режим потока ГЖС (данные промыслового каротажа не интерпретируемы, если режимы потока изменяются). Затем регистрируются дебиты ГЖС, значения давлений на различных участках скважины. После этого подбирается вспомогательное оборудование (например, шарнирный соединитель, центраторы, вертлюги и др.) для соответствия методу спуска приборов. На заключительном этапе уточняются детали каротажной программы, и проводится интерпретация данных промысловых исследований.

При планировании работ и интерпретации данных используется различная информация. Во-первых, данные каротажа. Во-вторых, информация о конструкции скважины и применяемом внутрискважинном оборудовании, включая систему нижнего заканчивания (важно знать внутренние диаметры всех элементов и препятствия в скважине). Помимо этого, необходимы данные инклинометрии, данные по дебитам нефти, газа и воды на поверхности, PVT, минерализации, (GOR при растворённом газе и т.д.) и дополнительная скважинная информация, например, данные открытого ствола, цементометрии, кавернометрии и др.

Литература:

1. Лавриненко А.А. Применение байпасных систем Y-Tool для ПГИ // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2016. – № 6. – С. 58–77. – URL : http://glavteh.ru/системы-y-tool-пги-baker-hughes/

2. Ямшанов М.С. исследования наклонно-направленных и горизонтальных сква- жин с применением системы байпасирования УЭЦН // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2016. – № 6. – С. 78–83. – URL : http://glavteh.ru (исследования-наклонно-направленных).

3. Пархимович А.Ю., Валиуллин А.С. Оборудование для исследований вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных скважин под действующим ЭЦН // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2013. – № 2. – С. 74–79.

4. Худяков Д. Опыт разработки и внедрения байпасных систем компании «Новомет» // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2011. – № 4. – С. 62–64.

5. Шаймарданов Р.Ф. Оборудование и технологии для организации ОРЭ и ОРЗ скважин с несколькими эксплуатационными объектами // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2012. – № 6. – С. 92–97.

6. Пат. № 2449117 Способ байпасирования насосной установки и система байпасирования для его реализации / Валиуллин А.С., Валиуллин М.С., Пархимович А.Ю., Соловьёв А.А., Свистунов А.В.

7. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 1. – 540 с.

8. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 2. – 576 с.

9. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 3. – 576 с.

10. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – Т. 4. – 512 с.

11. Булатов А.И., Савенок О.В. Заканчивание нефтяных и газовых скважин: теория и практика. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2010. – 539 с.

12. Булатов А.И., Савенок О.В. Осложнения и аварии при строительстве нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2010. – 522 с.

13. Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2011. – 603 с.

14. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 1. – 432 с.

15. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 2. – 532 с.

16. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 3. – 348 с.

17. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 4. – 464 с.

18. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.

References:

1. Lavrinenko A.A. Use of the bypass Y-Tool systems for PGI // the Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Praktika». – 2016. – No. 6. – Page 58–77. – URL : http://glavteh.ru/системы-y-tool-пги-baker-hughes/

2. Yamshanov M.S. of a research inclined directed and horizontal well with use of system of a baypasirovaniye of UETsN // the Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Praktika». – 2016. – No. 6. – P. 78–83. – URL : http://glavteh.ru (researches - inclined directed).

3. Parkhimovich A.Yu., Valiullin A.S. Equipment for researches vertical, the inclined directed and horizontal wells under the operating ETsN // the Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Praktika». – 2013. – No. 2. – P. 74–79.

4. Khudyakov D. Experience of development and deployment of bypass systems of the No-vomet company // Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Prakti». – 2011. – No. 4. –P. 62–64.

5. Shaymardanov R.F. The equipment and technologies for the ORE and ORZ organization of wells with several operational objects // the Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Praktika». – 2012. – No. 6. – P. 92–97.

6. Patent No. 2449117 Way of a Baypasirovaniye of Pump Installation and System of a Baypasirovaniye for his realization / Valiullin A.S., Valiullin M.S., Parkhimovich A.Yu., Solovyyov A.A., Svistunov A.V.

7. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 1. – 540 p.

8. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 2. – 576 p.

9. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – T. 3. – 576 p.

10. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2015. – T. 4. – 512 p.

11. Bulatov A.I., Savenok O.V. Completion of oil and gas wells: theory and practice. – Krasnodar : Education - the South, 2010. – 539 p.

12. Bulatov A.I., Savenok O.V. Complications and accidents at construction of oil and gas wells. – Krasnodar : Education - the South, 2010. – 522 p.

13. Bulatov A.I., Voloshchenko E.Yu., Kusov G.V., Savenok O.V. Ecology at construction of oil and gas wells : manual for students of higher education institutions. – Krasnodar : Education - the South, 2011. – 603 p.

14. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 1. – 432 p.

15. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 2. – 532 p.

16. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 3. – 348 p.

17.Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – T. 4. – 464 p.
18.Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Scientific bases and practice of development of oil and gas wells. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2016. – 576 p.

УДК 622.276.72

МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЛОВОЕ

–––––––

METHODS OF PREVENTION AND ELIMINATION OF HYDRATE FORMATION IN THE OPERATION OF GAS WELLS ON AN EXAMPLE OF UZLOVOE FIELD

Березовский Денис Александрович
заместитель начальника цеха
филиала ООО «Газпром добыча Краснодар»,
Каневское газопромысловое управление
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Кусов Геннадий Владимирович
аспирант,
Северо-Кавказский федеральный университет
de_france@mail.ru

Савенок Ольга Вадимовна
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос об эксплуатации газовых скважин, конструкции добывающих газовых скважин, которая зависит от многих факторов, в частности, от пластового давления и отношения его к гидростатическому, геологических условий бурения, геолого-физических параметров пласта, физических свойств пластового флюида, разности давлений между пластами, технологических условий эксплуатации скважин, режима эксплуатации пласта, экономических соображений. Также приведены условия эксплуатации газовых скважин, показано основное оборудование, применяемое для добычи газа, осложнения при эксплуатации, причины гидратообразования и методы предупреждения и ликвидации гидратов, применяемые на месторождении Узловое. Сделаны выводы о том, что в настоящее время технология борьбы с гидратообразованием широко изучена и направлена на снижение потребления ингибиторов гидратообразования (метанола), который является основным способом борьбы с гидратами. Ввод метанола непосредственно на забой скважин с помощью дозированной подачи, по сравнению с подачей метанола на забой и в газопровод, является наименее затратным по количеству расхода метанола и трудозатратам на обслуживание установок, следовательно, применение этого способа экономически эффективнее.

Ключевые слова: особенности эксплуатации газовых скважин; осложнения при эксплуатации газовых скважин; причины гидратообразования; методы предупреждения и ликвидации гидратов; система сбора и подготовки газа на промысле; определение условий гидратообразования; метод подачи метанола на забой газовых скважин.

Berezovskiy Denis Aleksandrovich
Deputy chief of department of the branch
LLC «Gazprom mining Krasnodar»,
Kanevskoe gas field management
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Kusov Gennady Vladimirovich
Graduate student,
North-Caucasian Federal University
de_france@mail.ru

Savenok Olga Vadimovna
Doctor of the technical sciences,
Assistant professor, Professor of
the pulpit oil and gas deal of
the name of the Professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university
olgasavenok@mail.ru

Annotation. The article deals with the operation of gas wells, the design producing gas wells, which depends on many factors, in particular on the reservoir pressure and the relationship it to hydrostatic, geological drilling conditions, geological and physical parameters of the formation, the physical properties of the formation fluid, the pressure difference between the layers, technological conditions of operation of wells, reservoir operation mode, for economic reasons. Operating conditions of gas wells are also given, showing the main equipment used for gas, complications of the operation, the reasons for hydrate formation and methods of prevention and liquidation of hydrates, are used at the Uzlovoe field. It is concluded that current technology to combat hydrate formation has been studied extensively and is aimed at reducing the consumption of hydrate inhibitors (methanol), which is the main way of dealing with hydrates. A methanol inlet directly to downhole via dosing compared to feeding methanol and slaughter of the pipeline, is the least expensive of methanol consumption by the number of man-hours and facilities for treatment, therefore, the application of this method is economically efficient.

Keywords: especially of the operation of gas wells; complications in the operation of gas wells; reasons hydrate; methods of prevention and liquidation of hydrates; collection and preparation of the gas in the fishery; definition of hydrate formation conditions; methanol feed for slaughter gas drilling method.

Многопластовое газоконденсатное месторождение Узловое расположено в северо-западной части о. Сахалина и находится в 70 км от г. Оха (рис. 1).

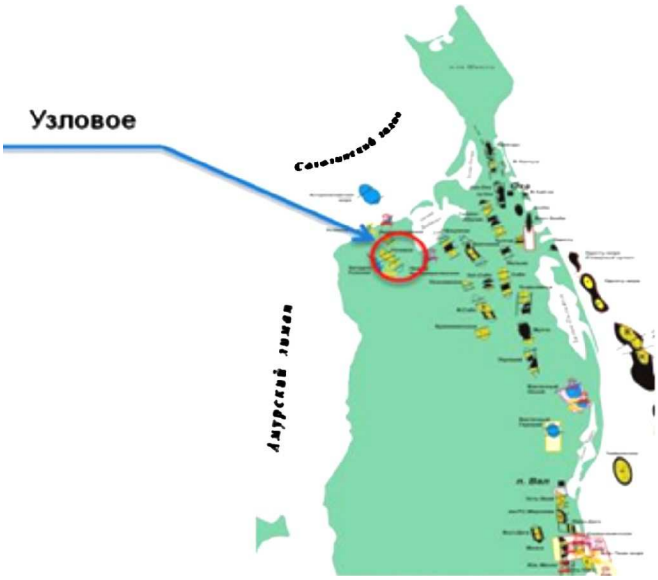


Рисунок 1 – Обзорная карта месторождений

Месторождение Узловое было открыто в 1968 году, введено в промышленную разработку в 1997 году.

В административном отношении площадь входит в Охтинский район. В орографическом отношении район представляет слабохолмистую низменную равнину, расположенную на северо-западном борту Сахалинской низменности.

Добытый газ по газопроводу подаётся на месторождение имени Р.С. Мирзоева для газлифтной эксплуатации нефтяных горизонтов, конденсат – в нефтяной коллектор Даги – Погиби и далее Оха – Комсомольск-на-Амуре.

Особенности эксплуатации газовых скважин

Газовые и газоконденсатные месторождения представляют собой сложные природные комплексы, главным признаком которых является наличие скопления углеводородов в пористом пласте-коллекторе, ограниченном непроницаемыми покрышкой и основанием. Размеры скопления, состав, фазовое состояние и реологические свойства углеводородной смеси характеризуются большим разнообразием. Весьма разнообразны также коллекторские свойства, глубины залегания, толщины и начальные термобарические параметры вмещающих углеводороды пород. Если учесть ещё и широту спектра природно-климатических условий в зонах расположения месторождений, то очевидно, сколь многообразны проблемы, решение которых необходимо при проектировании разработки залежей и отборе запасов природного газа.

Фазовое состояние скоплений углеводородов имеет большое значение при выборе методики разведочных работ. Некоторые свойства газа и особенности разработки его залежей позволяют применять при разведке методы, существенно отличающиеся от методов разведки нефтяных месторождений. Основные положения методики разведки газовых месторождений состоят в следующем:

1. Газ извлекается из залежи при её эксплуатации почти полностью без применения законтурного или внутриконтурного заводнения. В результате отпадает необходимость детальной разведки приконтурной зоны газовой залежи для выяснения мест заложения нагнетательных скважин и их количества, в то время как для нефтяных залежей такую разведку в большинстве случаев необходимо проводить.

2. Из отдалённых участков залежи нефть отобрать практически невозможно, газ же подходит к эксплуатационным скважинам с этих же участков с относительно небольшой потерей давления. Это позволяет закладывать эксплуатационные газовые скважины вдали от контура газовой залежи в наиболее благоприятных условиях, пре-

имущественно в самых высоких её частях. В связи с этим нет необходимости проводить детальную площадную разведку газовой залежи, особенно приконтурной её части, чтобы выяснить условия заложения эксплуатационных газовых скважин. Для нефтяных залежей такая разведка необходима.

3. Рабочий дебит газовых скважин при прочих равных условиях непременно больше рабочего дебита нефтяных скважин. Это, а также дренаж газа эксплуатационными скважинами с более отдалённых участков позволяет разрабатывать газовую залежь несравненно меньшим количеством эксплуатационных скважин.

Весьма существенно то обстоятельство, что если по окончании разведки нефтяной залежи всегда необходимо бурение эксплуатационных скважин, то по окончании разведки газовой залежи для её разработки очень часто хватает разведочных скважин, давших газ.

А в некоторых случаях, как показывает практика разведки мелких и средних газовых месторождений, количество этих скважин даже больше того, которое нужно для эксплуатации. Поэтому один из принципов разведки газовых залежей состоит в том, что количество разведочных скважин, которые могут дать газ, не должно превышать количества скважин, необходимых для разработки этой залежи.

4. Законтурная вода в большей части месторождений не успевает восстанавливать давление газа в процессе его отбора из залежи, причём в первой стадии разработки залежи продвижение воды в ней практически ничтожно. Это даёт возможность достаточно достоверно оценить запасы по данным относительно кратковременной опытной эксплуатации с использованием падения давления. Такая возможность позволяет резко сократить объёмы работ по промышленной разведке газовых залежей для подсчёта запасов, что, однако, совершенно не применимо к нефтяным залежам.

Газовые и газоконденсатные месторождения залегают в земной коре на различных глубинах: от 250 до 10 000 м и более. Для извлечения углеводородных компонентов пластового флюида на поверхность земли бурятся газовые и газоконденсатные скважины. Газовые скважины используются для:

1) движения газа из пласта в поверхностные установки промысла;
2) защиты вскрытых горных пород разреза от обвалов;
3) разобщения газоносных, нефтеносных и водоносных пластов друг от друга;
4) предотвращения подземных потерь газа.

Газовые скважины эксплуатируются в течение длительного времени в сложных, резко изменяющихся условиях. Действительно, давление газа в скважинах доходит от 100 МПа, температура газа достигает 523 °К, горное давление за колоннами на глубине 10000 м превышает 250 МПа. В процессе освоения, исследований, капитального ремонта и во время эксплуатации скважин резко изменяются давление, температура, состав газа, движущегося в скважине.

Скважины – дорогостоящие капитальные сооружения. В общих капитальных вложениях в добычу газа удельный вес капитальных вложений в строительство скважин может составлять 60–80 % в зависимости от глубины залегания месторождения, геологических условий бурения скважин, географических условий расположения месторождений.

Долговечность работы и стоимость строительства скважин во многом определяются их конструкциями.

Конструкцией скважины называют сочетание нескольких колонн обсадных труб различной длины и диаметра, спускаемых концентрично одна внутри другой в скважину. Колонны обсадных труб скрепляются с породами геологического разреза цементным камнем.

Конструкция добывающих газовых скважин зависит от многих факторов, в частности, от пластового давления и отношения его к гидростатическому, геологических условий бурения, геолого-физических параметров пласта, физических свойств пластового флюида, разности давлений между пластами, технологических условий эксплуатации скважин, режима эксплуатации пласта, экономических соображений.

Особенности конструкции и оборудования газовых скважин по сравнению с нефтяными, в частности, с фонтанными скважинами, обусловлены отличиями свойств газа и нефти.

На рисунке 2 приведены конструкции газовых и газоконденсатных скважин.

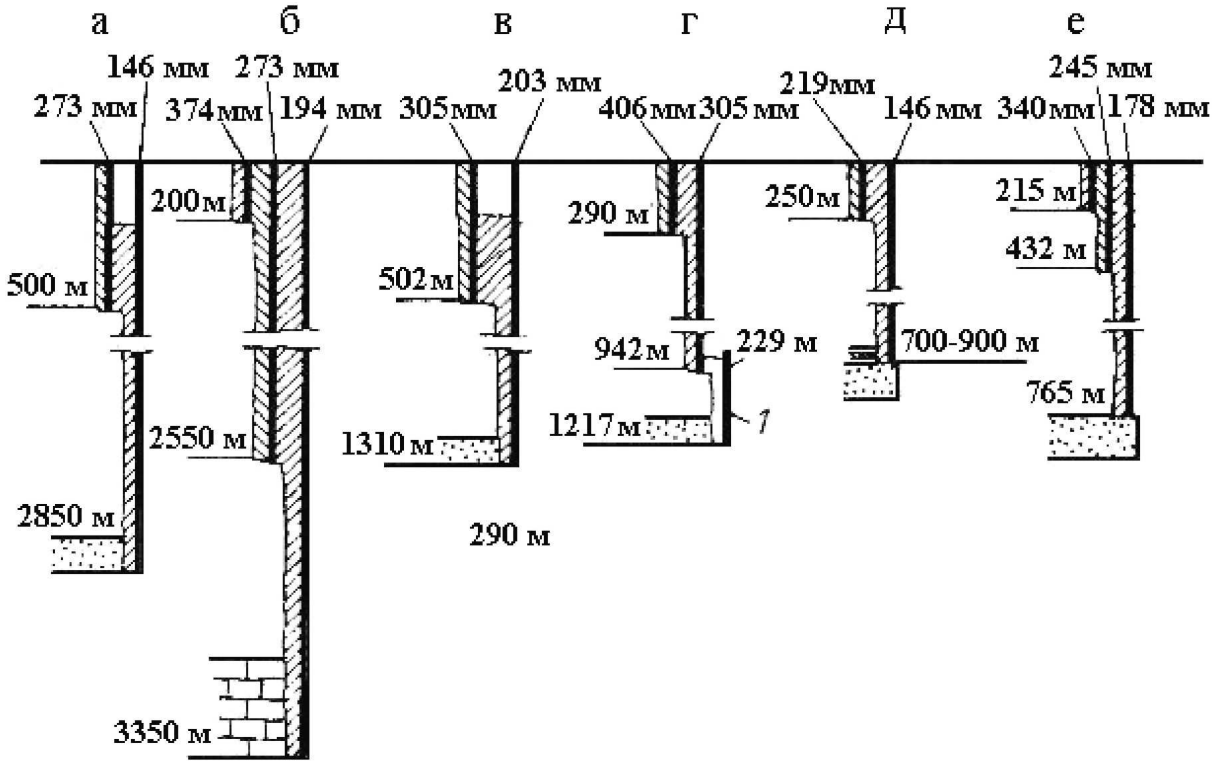


Рисунок 2 – Конструкции скважин на газовых, газоконденсатных месторождениях и подземных хранилищах газа:
1 – хвостовик

Плотность и вязкость газа на 2–3 порядка меньше плотности и вязкости нефти. Скорость движения газа в стволе скважины в 5–25 раз больше, чем скорость движения нефти. Извлечение газа из недр на поверхность происходит пока только за счёт использования пластовой энергии. Газ некоторых месторождений содержит агрессивные, коррозионные компоненты (сероводород, углекислый газ). Отсюда к прочности и герметичности газовой скважины предъявляют более жёсткие требования.

Различие плотностей газа и жидкостей вызывает необходимость спуска кондуктора в газовых скважинах на большую глубину, чем в нефтяных, для предотвращения разрыва газом горных пород, загрязнения водоносных горизонтов питьевой воды, выхода газа на дневную поверхность.

Глубину спуска кондуктора в газовых скважинах Н (м) можно определить подбором из равенства

$$h = L - R \cdot T \cdot ln\left(\frac{P_н}{\rho_{ср} \cdot g \cdot h}\right),$$

где L – глубина скважины; R – удельная газовая постоянная; T – средняя температура на длине $(L - h)$; $\rho_{ср}$ – средняя объёмная плотность горных пород разреза на длине h; $P_н$ – начальное пластовое давление газа; g – ускорение свободного падения.

Или приближённо по формуле:

$$h = \frac{\rho_в \cdot L}{\rho_{ср}} \approx 0{,}425 \cdot L\ ,$$

где $\rho_в$ – плотность пластовой воды.

Малая вязкость газа вызывает необходимость принимать особые меры по созданию герметичности как обсадных колонн, так и межтрубного пространства газовых скважин.

Герметичность колонн обсадных труб достигается различными способами:

- применением резьбовых соединений на концах труб и муфтах со специальной трапецеидальной формой поперечного сечения с тефлоновыми уплотнительными кольцами;
- использованием фторопластовой уплотнительной ленты, герметизирующих уплотнительных составов для муфтовых соединений типа УС-1, ГС-1.

Герметичность заколонного пространства скважин обеспечивается применением цементов определённых марок, дающих газонепроницаемый, трещиностойкий цементный камень.

Давление газа на устье газовой скважины всего на 5–10 % меньше забойного давления или пластового давления в остановленной скважине. При истощении залежи или при особых условиях (открытый газовый фонтан, перекрытие ствола скважинным клапаном-отсекателем) устьевое давление приближается к атмосферному давлению. Значит, на обсадные трубы создаются большие давления и их перепады при наличии температурных напряжений. В случае малейшей негерметичности обсадной колонны вследствие малой вязкости газ проникает в вышележащие пласты, может привести к загазованности территорий, образованию грифонов и создать взрывоопасные условия. Агрессивные компоненты не должны вызывать снижение прочности обсадных колонн и газопромыслового оборудования. Вследствие больших скоростей газа повышается опасность эрозии оборудования в газовой струе. Поэтому подбирают соответствующие материалы обсадных колонн, повышают герметичность труб применением уплотнительных смазок для резьбовых или сварных соединений, цементируют трубы по возможности на большую высоту (до устья) и др.

При движении газа в стволе с забоя на поверхность, особенно в высокодебитных скважинах, происходят большие потери давления на гидравлическое сопротивление, которые при дебите 0,5 млн м^3/сут. в 2–3 раза превышают депрессию. Эти потери давления могут уменьшать дебит газовой скважины. При увеличении диаметра скважины (эксплуатационной колонны) уменьшается расход пластовой энергии, но возрастают капитальные вложения на строительство скважины и снижается надёжность.

В настоящее время экономически оправдано применение в высокодебитных газовых скважинах эксплуатационных колонн диаметром 219–245 мм.

Сероводород при взаимодействии с металлами вызывает их сульфидное растрескивание и наводораживание, в результате чего оборудование не выдерживает регламентированных ГОСТом нагрузок. С учётом этого:

- применяют обсадные трубы в антикоррозионном исполнении (стали марок С-75 и С-95);
- повышают герметичность резьбовых соединений;
- предусматривают «запас» толщины стенок труб;
- повышают качество цементирования (коррозионно-стойкие тампонажные материалы, подъём цементного раствора до устья);
- исключают элементы оборудования, работающие при нагрузках, близких к предельным;
- защищают эксплуатационную колонну от прямого длительного влияния агрессивной среды.

Оборудование устья газовой скважины показано на рисунке 3.

Оборудование устья газовой скважины предназначено для соединения верхних концов обсадных колонн и фонтанных труб, герметизации межтрубного пространства и соединений между деталями оборудования, осуществления мероприятий по контролю и регулированию технологического режима эксплуатации скважин. Оно состоит из трёх частей:

1) колонной головки;
2) трубной головки;
3) фонтанной ёлки.

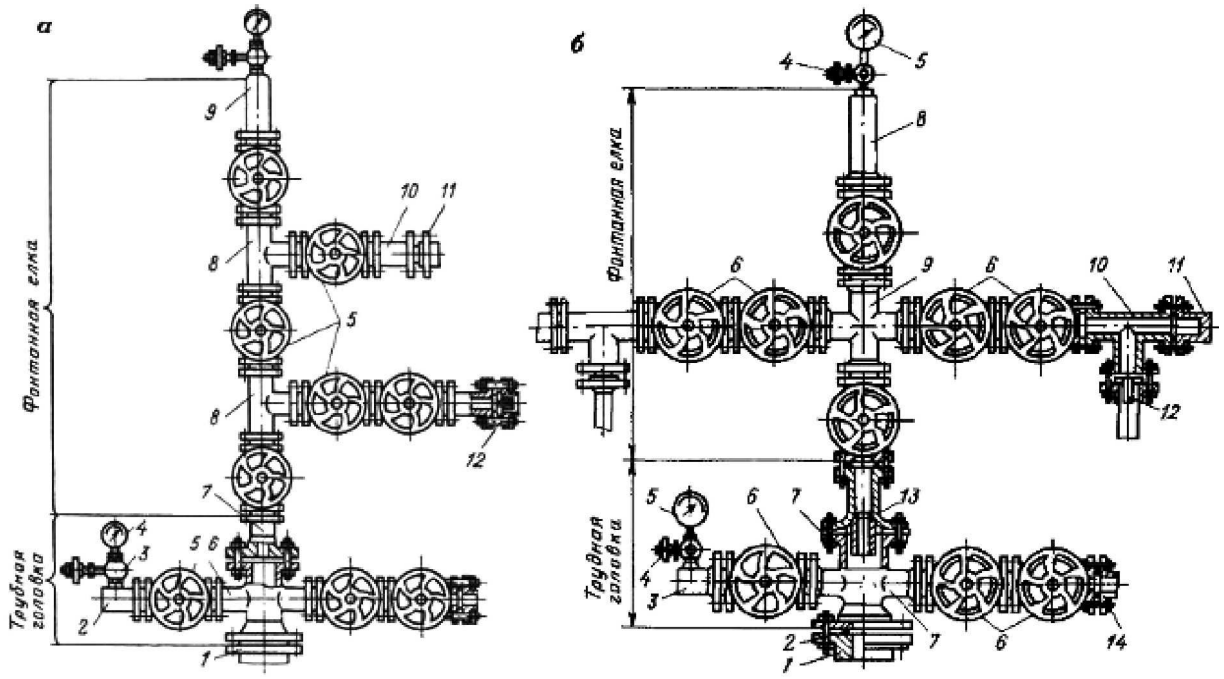


Рисунок 3 – Оборудование устья скважины:
а – тройниковая арматура:
1, 11 – фланцы; 2, 9 – буферы; 3 – вентиль; 4 – манометр; 5 – задвижка; 6 – крестовина; 7, 10 – катушки; 8 – тройник; 12 – штуцер;
б – крестовиковая арматура:
1 – фланец; 2 – уплотнитель; 3, 8, 11 – буферы; 4 – вентиль; 5 – манометр; 6 – задвижка; 7, 9 – крестовины; 10 – тройник; 12 – штуцер; 13 – катушка; 14 – фланец

Колонная головка (рис. 4) соединяет верхние концы кондуктора и эксплуатационной колонны, герметизирует межтрубное пространство, служит опорой трубной головки с фонтанной ёлкой.

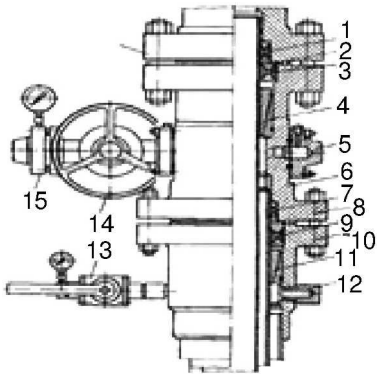


Рисунок 4 – Колонная головка:
1, 3, 7, 9 – уплотнители; 2, 8 – кольцевая прокладка; 4, 11 – подвеска клиньевая; 5 – фланец глухой; 6 – корпус двухфланцевый; 10 – корпус однофланцевый; 12 – заглушка; 13 – кран запорный; 14 – задвижка; 15 – фланец инструментальный

Трубная головка (рис. 5) служит для подвески фонтанных труб и герметизации межтрубного пространства между эксплуатационной колонной и фонтанными трубами. На трубную головку непосредственно устанавливают фонтанную ёлку крестовикового или тройникового типа.

Фонтанная ёлка монтируется выше верхнего фланца трубной головки. Она предназначена для:

1) освоения скважины;
2) закрытия скважины;
3) контроля и регулирования технологического режима работы скважины.

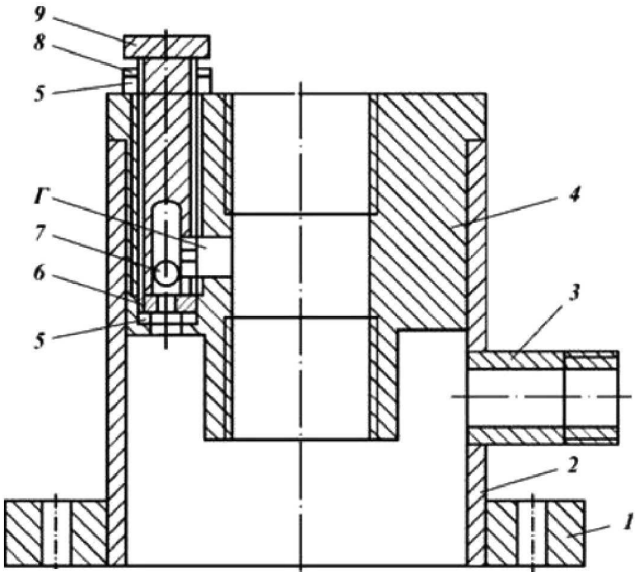


Рисунок 5 – Трубная головка с перепускным клапаном:
1 – опорный фланец; 2 – корпус; 3 – боковой отвод; 4 – несущая головка; 5 – уплотнительные прокладки; 6 – седло; 7 – шарик; 8 – контргайка; 9 – запорная пробка; Г – канал

Основной элемент фонтанной ёлки крестовикового типа – крестовина, а тройниковой ёлки – тройник. На ней монтируются штуцеры, термометры, установки для ввода ингибитора гидратообразования и коррозии, устьевой клапан-отсекатель.

Устьевой клапан-отсекатель предназначен для автоматического перекрытия выходной линии от скважины (шлейфа) при аварийном повышении давления до него или понижении давления после него (в шлейфе). Запорный элемент клапана-отсекателя выполнен в виде заслонки. Она удерживается в горизонтальном положении с помощью штока чувствительного элемента. При уменьшении давления в трубопроводе шток перемещается, освобождает заслонку, которая и перекрывает поток газа. Клапан-отсекатель открывается вручную после выравнивания давлений до и после заслонки.

Фонтанная арматура (ёлка) тройникового типа имеет два тройника. Верхний – рабочий, нижний – резервный. Нижний используется только во время ремонта или замены верхнего. Фонтанная арматура тройникового типа имеет большую высоту (до 5 м от поверхности земли), неудобна в обслуживании, неуравновешенна. Применяется в особо сложных условиях эксплуатации скважины – при наличии твёрдых взвесей в потоке газа, вызывающих абразивный износ оборудования, газообразных или жидких коррозионных агентов (углекислый газ, сероводород, пропионовая, масляная или другие кислоты жирного ряда), при резких колебаниях давления и температуры. В верхней части фонтанной ёлки устанавливается буферный патрубок с манометром, показывающим давление на головке скважины (буферное давление).

Фонтанная арматура выпускается на рабочие давления 7; 21; 35; 70 и 100 МПа. Внутренний диаметр фонтанной арматуры (50 или 100 мм) выбирают в зависимости от дебита скважины и давления газа. Научно-технический прогресс в добыче газа приводит к необходимости увеличения дебита скважины и диаметра эксплуатационной колонны, а, следовательно, диаметра фонтанной арматуры.

При эксплуатации скважин большое внимание должно уделяться надёжности, долговечности и безопасности работы, предотвращению открытых газовых фонтанов, защите среды обитания. Условиям надёжности, долговечности и безопасности работы должны удовлетворять как конструкция газовой скважины, так и оборудование её ствола и забоя. Подземное оборудование ствола скважины позволяет осуществлять:

1) защиту скважины от открытого фонтанирования;
2) освоение, исследование и остановку скважины без задавки её жидкостью;
3) воздействие на призабойную зону пласта с целью интенсификации притока газа к скважине;
4) эксплуатацию скважины на установленном технологическом режиме;
5) замену колонны насосно-компрессорных (фонтанных) труб без задавки скважины жидкостью.

Схема компоновки подземного оборудования скважины показана на рисунке 6.

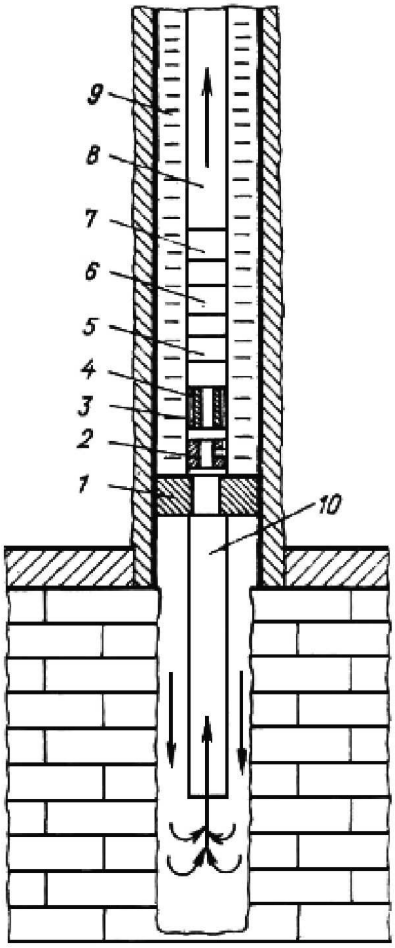


Рисунок 6 – Схема компоновки подземного оборудования газовой скважины:
1 – пакер эксплуатационный; 2 – циркуляционный клапан; 3 – ниппель;
4 – забойный клапан-отсекатель с уравнительным клапаном; 5 – разобщитель колонны НКТ;
6 – ингибиторный клапан; 7 – клапан аварийный, срезной; 8 – НКТ;
9 – жидкий ингибитор коррозии и гидратообразования; 10 – хвостовик

Для надёжной эксплуатации газовых скважин используется следующее основное подземное оборудование: разобщитель (пакер); колонна насосно-компрессорных труб (НКТ); ниппель; циркуляционный клапан; ингибиторный клапан; устройство для автоматического закрытия центрального канала скважины, которое включает в себя забойный клапан-отсекатель, уравнительный клапан, переводник и замок; клапан аварийный, срезной; разъединитель колонны НКТ; хвостовик. Дополнительное рабочее оборудование для работы с клапанами-отсекателями включает в себя: посадочный инструмент; ловители; шар с седлом для посадки пакера; приёмный клапан; головку к скважинным приборам; грузы; гидравлический ясс; механический ясс; шлипсовый замок; груз для обрыва скребковой проволоки; двурогий крюк; уравнительную штангу; инструмент для управления циркуляционным клапаном.

Осложнения при эксплуатации газовых скважин

Если продуктивный пласт сложен рыхлыми неустойчивыми породами (песок), то при эксплуатации скважин с большим дебитом возможно разрушение призабойной зоны. Твёрдые частицы, выносимые из пласта, способствуют эрозии (разъеданию) подземного и наземного оборудования, образованию пробок, подземным обвалам и т.д. Обеспечить нормальную эксплуатацию скважины можно поддержанием минимального градиента, меньшего, чем допустимое его значение, созданием условий выноса частиц из ствола на поверхность и применением методов крепления призабойной зоны пласта.

Нарушение условий, влияющих на установление технологического режима работы газовых скважин, или невозможность их учёта в полной мере приводит к различным осложнениям при эксплуатации. Рассмотрим основные виды осложнений и мероприятия по их устранению.

Гидратообразование

Образовавшиеся гидраты могут закупорить скважины, газопроводы, сепараторы, нарушить работу измерительных приборов и регулирующих средств. Часто вследствие образования гидратов выходят из строя штуцера и регуляторы давления, дросселирования газа в которых сопровождается резким понижением температуры.

Предупреждение гидратообразования. Для предупреждения гидратообразования необходимо создать режим в соответствии с условием $P \le P_p$ и $T \ge T_p$, причём для призабойной зоны принимаются условия на забое, а для ствола скважины – условия на устье. Если безгидратный режим не представляется возможным обеспечить, особенно при расположении скважины в зоне вечной мерзлоты, то образование гидратов можно предупредить применением ингибиторов гидратообразования. Ингибитор гидратообразования снижает температуру гидратообразования. Основные ингибиторы, применяемые в газовой промышленности – метиловый спирт CH_3OH (метанол), хлористый кальций, гликоли (этиленгликоль, ди- и триэтиленгликоль).

Ввод ингибитора в скважину осуществляется, в основном, через затрубное пространство или на устье скважины, а также применяется ввод ингибитора в газопровод. Известны и другие методы предупреждения образования гидратов: применение забойных нагревателей, теплоизолированных стволов скважины, гидрофобного покрытия труб. Метанол или другой ингибитор вводят в газопровод каплями с помощью регулировочного вентиля из бачка высокого давления, который расположен над газопроводом. Давление газа в бачке над метанолом и в газопроводе создаётся одинаковым посредством сообщающей трубки.

Для предотвращения образования гидратов и их ликвидацию можно применить подогрев газа путём теплообмена с горячей водой, паром или дымовыми газами. Огневой метод подогрева опасен в пожарном отношении и приводит к порче изоляции труб, поэтому запрещается.

Борьба с гидратообразованием. Когда гидратная пробка уже образовалась, то резкое снижение давления в системе приводит к разложению гидратов, которые затем выносятся продувкой через отводы в атмосферу.

На некоторых месторождениях из-за присутствия в газе сероводорода и углекислого газа возможна интенсивная коррозия оборудования. Коррозия зависит от концентрации агрессивных компонентов в газе, давления и температуры среды, скорости потока, минерализации воды, применяемого материала оборудования. При заданном оборудовании ствола скважины наиболее опасным участком, на котором возможна коррозия, является устье.

На устье должна поддерживаться критическая скорость, превышение которой значительно увеличивает интенсивность коррозии. На практике в таких условиях применяют оборудование в антикоррозионном исполнении или эксплуатацию осуществляют с подачей антикоррозионных ингибиторов.

Значительные осложнения вызывает поступление воды в скважину.

Особенности эксплуатации обводняющихся газовых скважин

Многие газовые и газоконденсатные месторождения страны эксплуатируются при упруговодонапорном режиме, причем в отрасли растет число месторождений, вступивших в позднюю стадию разработки с естественным закономерным обводнением продукции скважин.

В работе газовой скважины можно выделить четыре периода. Первый период – безводный. Во втором периоде происходит накопление притекающей воды в стволе сначала без выноса её на поверхность и с образованием плёнки на стенках труб (первая фаза периода), а затем с выносом её в виде диспергированных капелек потоком газа. Третий период характеризуется тем, что сколько воды притекает в скважину, столько же её выносится на поверхность. При этом в стволе имеется определённый

объём накопившейся воды. По мере истощения залежи в зависимости от технологического режима эксплуатации скважины происходит уменьшение либо дебита газа, либо забойного давления. Условия для выноса воды ухудшаются, особенно при увеличении расхода притекающей воды. Наступает четвёртый период, характеризующийся новым ускоряющимся накоплением воды в стволе. Вследствие этого работа обводняющейся газовой скважины переходит на режим нулевой подачи газожидкостного подъёмника. Так как при этом приток воды продолжается, то скважина захлёстывается водой и прекращает работу. Наступает «самоглушение» скважины водой. С позиций интенсификации работы обводняющейся газовой скважины в четвёртом периоде выделяем две фазы: естественного выноса воды и принудительного её удаления.

Начало принудительного удаления воды и длительность четвёртого периода следует устанавливать из экономических расчётов себестоимости добычи газа и народнохозяйственной эффективности. Отметим только, что в обводняющихся газовых скважинах фонтанные трубы должны спускаться до нижних отверстий фильтра, особенно при малых депрессиях давления.

Для принятия решений по интенсификации работы и способам дальнейшей эксплуатации обводняющейся газовой скважины необходимо располагать данными о расходе притекающей воды или объёме накопившейся в скважине воды, об условиях её выноса или принудительного удаления.

Способы эксплуатации обводняющихся газовых скважин можно подразделить на способы, уменьшающие поступление воды в скважину, и способы, освобождающие ствол от поступившей воды.

Уменьшение поступления вод в скважину достигается:

- регулированием потоков в пласте;
- изоляцией скважины от поступления пластовых вод (изоляция обводнившихся пропластков смолами, цементным раствором, пеной и другими материалами;
- установка горизонтальных экранов при конусообразовании вод;
- селективное вскрытие пропластков; исправление герметичности колонн и цементного камня);
- ограничением отборов газа до исключения поступления воды из пласта.

Способы принудительного удаления воды подразделяют на газогидродинамические, физико-химические и механизированные.

Освобождать ствол скважины от воды можно путём подъёма на поверхность либо подачи в поглощающий пласт (тот же или другой). Первая подгруппа способов предусматривает создание скоростей газа больше критической для выноса, диспергирование жидкости или остановки для поглощения жидкости пластом. Наибольшее применение из них нашли периодические продувки скважины.

Для периодического удаления жидкости из скважин путём перекрытия потока газа, накопления энергии и удаления жидкости предназначен автоматический комплекс «Забой-I». Он может использоваться на скважинах, работающих с большими депрессиями и малыми расходами жидкости (до 1–2 тонн/сут.).

Комплекс настраивается на разность давлений в затрубном пространстве и выкидной линии. Питание пневмоавтоматики комплекса осуществляется газом из затрубного пространства.

Два датчика давления управляют мембранным исполнительным механизмом запорного клапана.

Автоматическая система «Ласточка-73» является многофункциональным устройством и позволяет поддерживать условия для непрерывного или периодического выноса воды, а также заданный режим эксплуатации. Она обеспечивает перераспределение потоков газа по трубам и затрубному пространству, а тем самым – условия для выноса воды.

Наиболее широкое применение из всех способов удаления воды получил физико-химический способ – ввод в скважину пенообразующих поверхностно-активных веществ (ПАВ) в жидком виде. Сущность способа состоит в том, что при закачке водного раствора пенообразующего ПАВ в скважину, растворённого в пластовой воде и прохождении газа образуется пена. Так как плотность пены значительно меньше плотности воды, то она выносится газовым потоком при скоростях всего 0,1–0,2 м/с., т.е. в 50 раз меньше, чем для воды. В качестве пенообразующих ПАВ применяют ОП-10, прево-

целл, сульфанол и др. Концентрация ПАВ, необходимая для вспенивания удаляемой жидкости, составляет 2–3 г/л. При наличии газоконденсата концентрацию ПАВ увеличивают. Для предупреждения замерзания в зимних условиях в водный раствор ПАВ вводят антифриз (метанол, гликоль, хлористый кальций). Раствор ПАВ закачивается в затрубное пространство посредством передвижного или стационарного агрегата любого типа, основные элементы которого – емкость для раствора ПАВ и насос. Периодический и непрерывный ввод ПАВ можно проводить с помощью различных аппаратов и устройств, устанавливаемых на устье скважины, а также с помощью метанольной установки капельного типа.

Причины гидратообразования

Природный газ газовых месторождений в пластовых условиях насыщен парами воды. При отборе газа из пласта, сопровождающемся понижением его температуры и давления, пары воды конденсируются и скапливаются в скважинах и газопроводах. При определённых условиях компоненты природного газа (метан, этан, пропан, бутаны), взаимодействуя с водой, способны образовывать твёрдые кристаллические вещества, называемые гидратами. Каждая молекула перечисленных компонентов способна связать 6–7 молекул воды, например, $CH_4 \cdot 6H_2O$; $C_2H_6 \cdot 7H_2O$.

Уменьшение температуры ΔT связано с уменьшением давления Δp уравнением:

$$\Delta T = \varepsilon \cdot \Delta p,$$

где ε – среднеинтегральный коэффициент Джоуля-Томсона или дроссельный коэффициент (дросселирование – понижение давления при прохождении газа или жидкости через дроссель – местное гидравлическое сопротивление).

Пары воды конденсируются и скапливаются в скважине и газопроводах. При определённых условиях каждая молекула компонентов углеводородного газа (метан, этан, пропан, бутан) способна связать 6–17 молекул воды, например, $CH_4 \cdot 6H_2O$; $C_2H_6 \cdot 8H_2O$; $C_3H_8 \cdot 17H_2O$. Таким образом, образуются твёрдые кристаллические вещества, называемые кристаллогидратами.

Гидраты представляют собой физико-химическое соединение воды с углеводородными газами.

По внешнему виду гидраты похожи на рыхлый снег с желтоватым оттенком, или лёд. Это неустойчивые соединения и при нагревании или понижении давления быстро разлагаются на газ и воду. Безгидратный режим работы возможен при условии:

$$P \le P_p \text{ и } T \ge T_p,$$

где P_p и T_p – равновесные давление и температура гидратообразования (величины P_p и T_p определяют экспериментально).

Причём, чем выше давление, тем выше T_p. В условиях высокого давления гидраты не могут существовать при температуре выше критической $T_{кр}$ (таб. 1).

Таблица 1 – Температура гидратообразования

Газ	CH_4	C_2H_6	i-C_3H_8	n-C_4H_{10}
$T_{кр}$, °C	21,5	14,5	5,5	1,5

Влияние неуглеводородных компонентов и свойств природного газа на гидратообразование

Увеличение процентного содержания сероводорода углекислого газа приводит к повышению равновесной температуры гидратообразования и понижению равновесного давления. Например, при давлении 50 атм. для чистого метана температура образования гидратов составляет 6 °С, а при 25 %-ном содержании H_2S она достигает 10 °С. Природные газы, содержащие азот, имеют более низкую температуру образования гидратов, т.е. в этом случае гидраты становятся менее устойчивыми. Например, если в

природном газе с относительной плотностью 0,6 отсутствует азот, гидраты его при температуре 10 °С остаются устойчивыми до давления 34 атм., если же в газе содержится 18 % азота, равновесное давление гидратообразования снижается до 30 атм.

Для образования гидратов в жидких углеводородных газах требуются более высокое давление и более низкие температуры. В отличие от природных газов выделение гидратов в жидких углеводородных газах сопровождается увеличением давления системы (в замкнутом объёме). Кроме того, как и в природных газах, в этом случае выделяется теплота, в результате чего повышается температура системы. Поскольку объём остаётся постоянным, с увеличением температуры в системе растёт и давление.

Разложение гидратов жидких углеводородных газов сопровождается уменьшением объёма и, следовательно, понижением давления. Образование гидратов в жидких углеводородах идёт несравнимо труднее, чем в газообразных. Чтобы начался этот процесс, требуется выдержать систему при соответствующих условиях в течение некоторого времени и в основном в условиях равновесия. Однако при отрицательных температурах после появления мелких кристалликов льда гидраты начинают образовываться быстро. Гидраты жидких углеводородных газов легче воды.

При движении нефтяного и природного газа по газосборным сетям температура и давление его всегда падают с выделением углеводородного и водного конденсатов.

Углеводородный и водный конденсат в пониженных местах газопровода образует жидкостные пробки, сильно снижающие пропускную способность газопроводов. Кроме того, при определённых термодинамических условиях газы в контакте с водным конденсатом могут образовывать гидраты, которые, отлагаясь на стенках труб, уменьшают сечение газопровода.

Методы предупреждения и ликвидации гидратов на месторождении

Борьба с гидратами, как и с любыми осложнениями, ведётся в направлениях их предупреждения и ликвидации. Следует всегда отдавать предпочтение методам предупреждения гидратообразования.

Это нарушает нормальную работу газопромыслового оборудования, особенно при низких температурах окружающей среды.

Борьба с гидратами ведётся в двух направлениях:

1) предупреждение образования гидратов;
2) ликвидация образовавшихся гидратов.

Для предотвращения образования гидратов в скважинах применяют следующие методы:

- устанавливают соответствующий технологический режим эксплуатации скважины;
- непрерывно или периодически подают на забой скважины антигидратные ингибиторы;
- применяют футерованные насосно-компрессорные (подъёмные) трубы;
- систематически удаляют с забоя скапливающуюся жидкость;
- устраняют причины, вызывающие пульсацию газа в скважине.

Ствол скважины очищают от гидратных отложений:

- продувкой в атмосферу с необходимой предварительной выдержкой скважины в закрытом состоянии с целью частичного разложения гидратов под влиянием тепла окружающих пород;
- закачкой большого объёма антигидратного ингибитора непосредственно на гидратную пробку с выдержкой для разложения гидратной пробки и с последующей продувкой в атмосферу.

Предупреждают образование гидратов в фонтанной арматуре и в обвязке скважин, а также на различных участках, в узлах и звеньях системы сбора и транспортирования газа (в зависимости от конкретных условий) следующими методами, применяемыми как самостоятельно, так и комплексно:

- обогревом отдельных узлов и участков;
- вводом в поток газа антигидратных ингибиторов (метанола, раствора хлористого кальция, диэтиленгликоля и др.);
- устранением резких перепадов давления, которые вызывают движение температуры газа, ведущее к конденсации парообразной влаги и образованию гидрата;

- систематическим удалением жидкости, скапливающейся в пониженных местах системы сбора и внутрипромыслового транспортирования газа, при помощи конденсатосборников или дренажных патрубков;
- регулярной продувкой газопроводов от окалины, грязи и т.п., в местах скопления которых образуются кристаллы гидратов.

Рассмотрим некоторые способы предотвращения образования гидратов и льда.

Ввод метанола в газовый поток. Если безгидратный режим не представляется возможным обеспечить, особенно при расположении скважины в зоне вечной мерзлоты, то образование гидратов можно предупредить применением ингибиторов гидратообразования (рис. 7). Ингибитор гидратообразования снижает температуру гидратообразования.

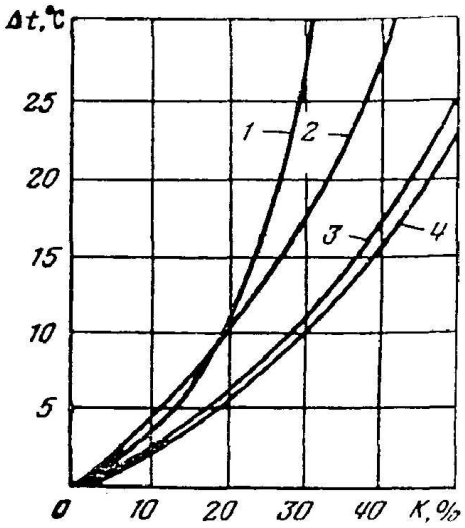


Рисунок 7 – Понижение температуры Δt гидратообразования различными ингибиторами в зависимости от их концентрации *K*:
1 – хлористый кальций; 2 – метанол; 3 – триэтиленгликоль и этилкарбитол; 4 – диэтиленгликоль

Основные ингибиторы, применяемые в газовой промышленности, – метиловый спирт CH_3OH (метанол), хлористый кальций, гликоли (этиленгликоль, ди- и триэтиленгликоль).

Потребное количество нелетучего ингибитора гидратообразования

$$q_н = \frac{G_2 \cdot (W_1 - W_2)}{G_1 - G_2}$$

и летучего (испаряющегося) ингибитора, например, метанола

$$q_л = \frac{G_2 \cdot (W_1 - W_2)}{G_1 - G_2} + 0{,}001 \cdot G_2 \cdot a_м ,$$

где $q_{н(л)}$ – расход нелетучего (летучего) ингибитора, кг/1000 м^3 газа; W_1, W_2 – влагосодержание газа до и после ввода ингибитора (в пласте и на устье); G_1, G_2 – массовые концентрации свежего и отработанного ингибитора; $a_м$ – отношение содержания метанола в газе, необходимого для насыщения газа, к концентрации метанола в жидкости (определяется графически в зависимости от давления и температуры).

Метанол применяют как профилактическое средство для предупреждения образования гидратов. Этот способ получил наибольшее распространение на газовых промыслах. В газовый поток вводят метанол, т.е. метиловый спирт (CH_3OH), являющийся понизителем точки замерзания.

Метанол вместе с парами воды, насыщающей газ, образует спиртоводные растворы, температура замерзания которых значительно ниже нуля. Так как количество водяных паров, содержащихся в газе, при этом уменьшается, точка росы понижается и, следовательно, опасность выпадения гидратов становится значительно меньше. Однако следует учитывать, что метанол растворяется в воде. Если в газопроводе имеется вода, метанол растворяется в ней целиком и становится уже менее эффективным.

Применение метанола для ликвидации и предупреждения образования гидратов имеет ряд существенных недостатков:

- метанол – сильный яд, вызывающий загрязнение окружающей среды и отравление не только при попадании внутрь организма, но и при вдыхании его паров;
- в рабочий бачок этот агент закачивается ручным насосом, на что оператор расходует много времени;
- применение метанола связано с удорожанием себестоимости газа.

В настоящее время потребление метанола в газовой промышленности России достигло 655 тыс. тонн в год, а по прогнозам к 2030 году объём потребления метанола составит 1 млн тонн. Поэтому ведётся работа по разработке современных методов борьбы с гидратообразованием, направленная на снижение количества применяемого метанола.

Метанол или другой ингибитор вводят в газопровод каплями с помощью регулировочного вентиля из бачка высокого давления, который расположен над газопроводом. Давление газа в бачке над метанолом и в газопроводе создаётся одинаковым посредством сообщающей трубки.

В условиях месторождения Узловое для закачки метанола применяют метанолопровод, насосы, ёмкости для хранения метанола. Метанолопровод с узла протянут на устье скважин и на главную площадку входных ниток. Ещё закачка может быть осуществлена непосредственно с промывочного агрегата в скважину.

Для хранения метанола предусматривается четыре горизонтальных надземных резервуара Р-1 объёмом до 25 м^3 каждый. Общий объём метанола, хранимого на УКПГ, составит 100 м^3, либо в пересчёте на массу и коэффициент наполнения резервуаров – 72 тонны. Т.к. нормами не оговаривается объём хранения на УКПГ реагентов при трубопроводном транспорте, то в расчёт принят минимальный срок 20 дней, как при отгрузке в железнодорожных цистернах.

Для аварийного слива метанола из резервуаров Р-1 предусматривается подземный резервуар Р-2 объёмом 12,5 м^3 со встроенным насосом. Возврат метанола – в резервуары Р-1.

Подогрев газа. Этот способ применяют для предотвращения образования гидратов, а также для их ликвидации.

Подогревать газ можно огневым способом и путём теплообмена с горячей водой, паром или дымовыми газами. Огневой подогрев нерационален, так как приводит к порче изоляции трубопроводов, арматуры и аппаратуры и опасен в пожарном отношении. Поэтому таким способом пользуются редко, а подогревают газ горячей водой или паром в теплообменниках различной конструкции.

Передвижные парогенераторные установки и паровые котельные общего назначения предназначены для обработки призабойной зоны скважин паром или горячей водой, а также для подогрева трубопроводов и другого нефтегазопромыслового оборудования.

Промысловая паровая передвижная установка ППУА-1600/100 смонтирована на монтажной раме, установленной на шасси автомобиля КрАЗ-250 или КрАЗ-260 (рис. 8).

Установка включает в себя парогенератор, цистерну для воды, питательный и топливный насосы, вентилятор высокого давления, кузов, привод, укрытие для цистерны, ёмкость для топлива, приборы КИП и А, магистральные трубопроводы. Парогенератором служит вертикальный прямоточный змеевиковый котел. Из кабины автомобиля осуществляется управление рабочим процессом и контроль за работой установки.

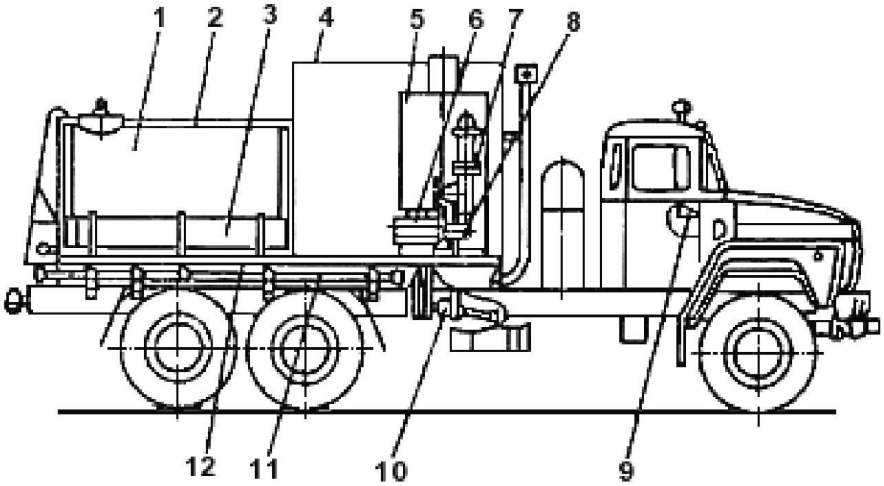


Рисунок 8 – Промысловая паровая передвижная установка ППУА-1600/100:
1 – цистерна для воды; 2 – укрытие для цистерны; 3 – ёмкость для топлива; 4 – кузов; 5 – парогенератор; 6 – питательный насос; 7 – вентилятор высокого давления; 8 – топливный насос; 9 – приборы КИП и А; 10 – привод установки; 11 – магистральные трубопроводы; 12 – монтажная рама

Основные технические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Техническая характеристика ППУА-1600/100

Показатели	Значения
Производительность по пару, $м^3/с$	1,6
Давление пара, МПа	10
Температура пара, °С	310
Вместимость цистерны для воды, $м^3$	5,2
Габаритные размеры установки, мм:	
на базе КрАЗ-250	9520 × 2500 × 3432
на базе КрАЗ-260	9452 × 27722 × 3540
Масса установки, тонн:	
на базе КрАЗ-250	21,0
на базе КрАЗ-260	21,7

С переходом на гликолевую осушку на шлейфах скважин были установлены путевые подогреватели. Температура газа в шлейфах при этом будет, безусловно, выше температуры начала гидратообразований. Однако после редуцирования на блоках площадки входных ниток в силу различия устьевых давлений температура газа по ряду скважин будет ниже температуры гидратообразований. Для этого случая схемой предусмотрена подача метанола непосредственно на блоках входных ниток.

Резкое снижение давления. Когда гидратная пробка уже образовалась, то резкое снижение давления в системе приводит к разложению гидратов, которые затем выносятся из газопроводов и аппаратуры продувкой их через отводы в атмосферу. Этот способ – аварийный, так как связан с нарушением установленного режима эксплуатации скважины.

Скважины оборудованы продувочной линией и свечой для осуществления следующих операций:

1) продувки шлейфа при ремонтных работах или разгидрачивании;
2) продувки трубного или затрубного пространства при вытеснении задавочной жидкости после ремонта;
3) отработки скважины после освоения;
4) отвода задавочной жидкости в приёмную ёмкость при освоении;
5) исследования скважины с помощью прувера.

На устье продувочная линия имеет две задвижки – рабочую и контрольную. Конец продувочной свечи оснащён фланцевым соединением для монтажа при исследовании прувера.

Согласно сложившейся практики обустройства газовых северного Сахалина продувочная свеча выполняется горизонтально и выводится с уклоном в защищённый от ветров котлован. Такое решение позволяет избежать скопление и замерзание в продувочной линии жидкости и самое главное предотвращение распространения по окрестности метанольной воды, гидратов и конденсата при осуществлении операций описанных выше. Все эти продукты выжигаются в земляном котловане. Размеры котлована в плане 4 ×14 м, глубина 1,5 м. Розжиг осуществляется горящей паклей, забрасываемой в котлован с безопасного расстояния, либо ракетницей.

Осушка газов. На месторождении Узловое применяют сепараторы трёх типов: горизонтальный первой и второй ступени, нефтегазовый, замерной. Для осушки газа применяют специальные реагенты-осушители, которые поглощают из газа часть влаги, вследствие чего уменьшается содержание влаги в нём и понижается его точка росы.

Для осушки газа используются следующие методы:

- охлаждение;
- абсорбция;
- адсорбция.

Технологическая схема абсорбционной осушки газа с помощью диэтиленгликоля (ДЭГ) приведена на рисунке 9.

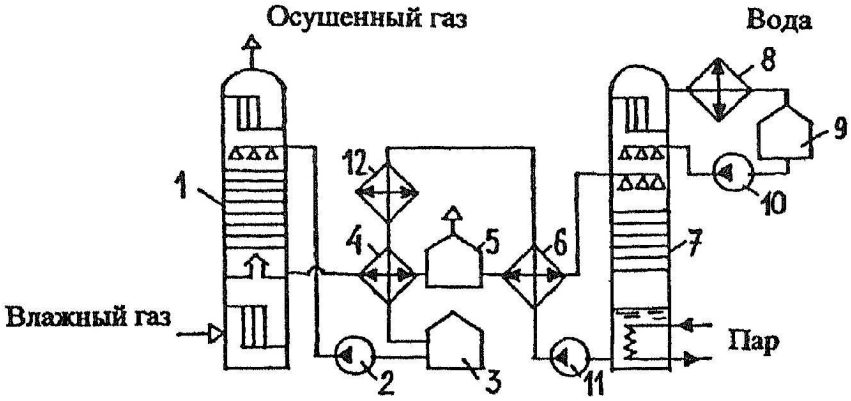


Рисунок 9 – Принципиальная схема осушки газа методом абсорбции:
1 – абсорбер; 2, 10, 11 – насосы; 3, 9 – ёмкости; 4, 6 – теплообменники; 5 – выветриватель; 7 – десорбер; 8 – конденсатор – холодильник; 12 – холодильник

Газ, требующий осушки, поступает в абсорбер 1. В нижней скрубберной секции он очищается от взвешенных капель жидкости и поднимается вверх, проходя через систему тарелок. Навстречу газу по тарелкам стекает концентрированный раствор ДЭГ, закачиваемый в абсорбер насосом 2 из ёмкости 3. Раствор ДЭГ поглощает пары воды. Далее газ проходит через верхнюю скрубберную секцию, где освобождается от захваченных капель раствора и выходит из аппарата.

Технологическая схема осушки газа методом адсорбции приведена на рисунке 11. Влажный газ поступает в адсорбер 1, где он проходит снизу вверх через слой адсорбента – твёрдого вещества, поглощающего пары воды и далее выводится из аппарата. Процесс осушки газа осуществляется в течение определенного (12–16 часов) времени. После этого влажный газ пускают через адсорбер 2, а адсорбер 1 отключают и выводят на регенерацию. Для этого через регулятор давления 3 типа «после себя» из газовой сети отбирается сухой газ, и воздуходувкой 6 подаётся в подогреватель 7, где газ нагревается до температуры 180–200 °С. Далее он подаётся в адсорбер 1, где отбирает влагу от адсорбента, после чего поступает в холодильник 4. Сконденсировавшаяся вода собирается в ёмкости 5, а газ используется для осушки повторно и т.д. Процесс регенерации адсорбента продолжается 6–7 часов. После этого в течение около 8 часов адсорбер остывает.

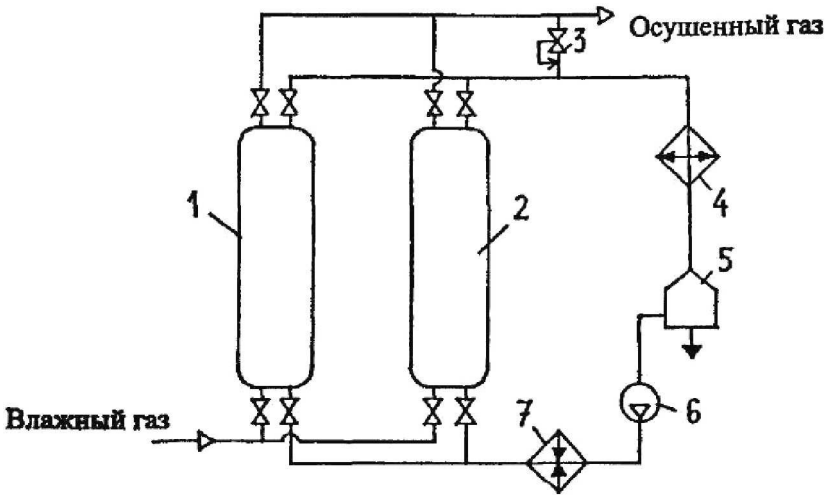


Рисунок 11 – Принципиальная схема осушки газа методом адсорбции:
1, 2 − адсорберы; 3 – регулятор давления типа «после себя»;
4 – холодильник; 5 − емкость; 6 – газодувка; 7 – подогреватель газа

Осушку газа адсорбентами проводят, как правило, в тех случаях, когда необходимо достичь точку росы менее – 30 °С. В качестве адсорбентов используют бокситы, хлористый кальций в твердом виде, цеолиты, силикагель и другие.

Система сбора и подготовки газа на промысле

К принципиальным положениям принятой схемы сбора и подготовки газа и конденсата следует отнести следующие:

1) система сбора газа по лучевой схеме, на установку подготовки газа. Индивидуальные шлейфы от каждой скважины проложены подземно совместно с индивидуальными метанолопроводами;

2) осушку и отбензинивание газа предусматривалось осуществлять на УКПГ способом низкотемпературной сепарации в течение 3 лет, абсорбционной осушкой газа с 4 года разработки;

3) транспорт газа осуществляется по однотрубной системе: первые шесть лет в систему дальнего магистрального транспорта, затем со снижением давления на устьях скважин ниже 5,5 МПа – на собственные нужды острова;

4) конденсат углеводородов, выделяемый из газа в процессе его подготовки, после дегазации проходит процесс отделения от воды, причём степень подготовки конденсата должна соответствовать степени подготовки нефти по I категории качества. После подготовки конденсат по трубопроводу Ду 100 мм насосом откачивается в магистральный нефтепровод «Оха-Комсомольск».

Схема сбора показана на рисунке 12. В соответствии с принятыми технологическими решениями схема сбора предусматривает самостоятельный транспорт продукции каждой скважины по лучевой системе от устьев до УКПГ. Рядом со шлейфами прокладываются метанолопроводы для подачи ингибитора гидратообразований на устье скважин.

По пропускной способности шлейфы рассчитаны по максимальному дебиту с потерей давления по длине не более 5 % от давления на устье. Диаметр метанолопроводов выбран с расчётом обеспечения надёжности при монтаже и эксплуатации.

Расчётный диаметр шлейфов – 114 мм, метанолопроводов – 57 мм.

Общая протяжённость шлейфов 12 км, метанолопроводов также 12 км.

В соответствии с техническими условиями ОСТ 51.48-83 «Газы горючие природные, подаваемые в магистральные газопроводы» газ для районов с умеренным климатом, к которому относится район месторождения, должен быть подготовлен по следующим параметрам:

1) точка росы газа по влаге – 0 °С летом и минус 5 °С зимой;
2) точка росы газа по углеводородам – 0 °С летом и 0 °С зимой;
3) масса механических примесей в 1 м^3, не более – 0,003 г;

4) масса сероводорода в 1 м^3, не более – 0,02 г;
5) масса меркаптановой серы в 1 м^3, не более – 0,036 г;
6) объёмная доля кислорода, не более – 1,0 %.

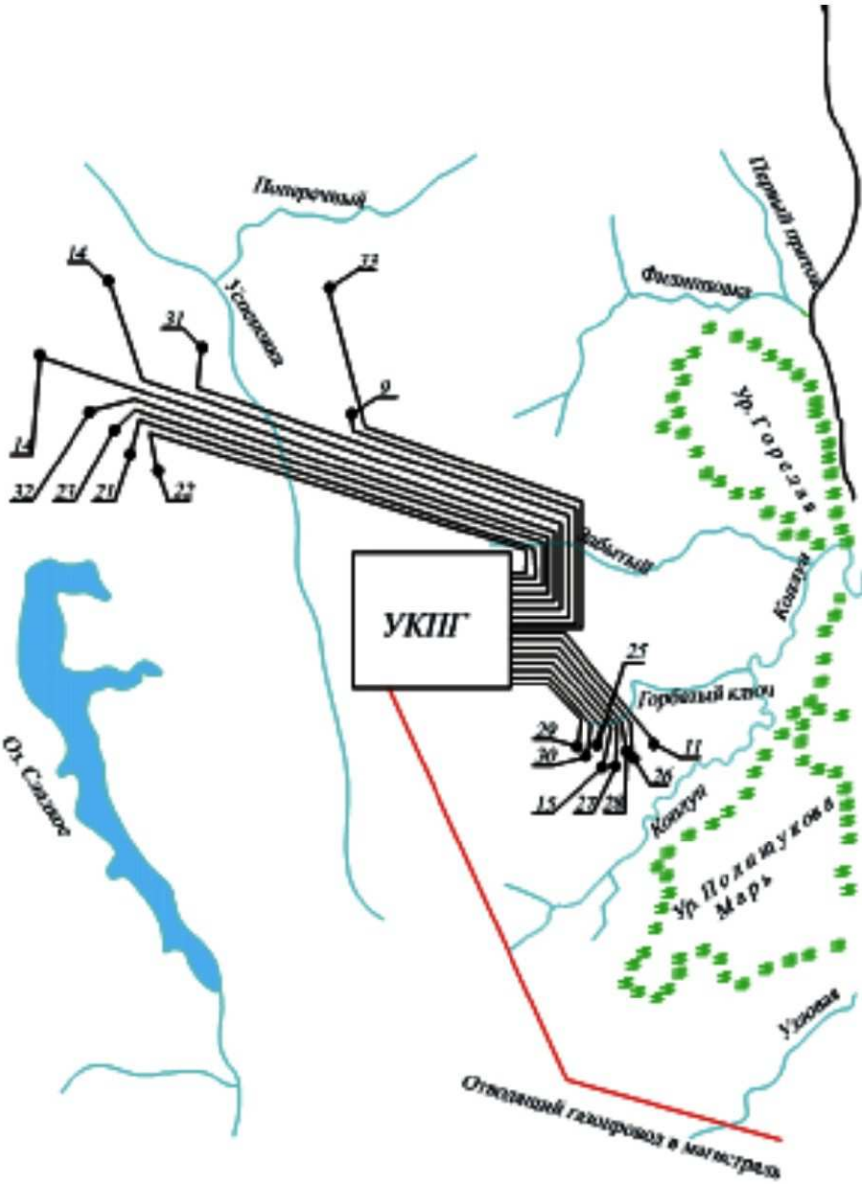


Рисунок 12 – Схема сбора продукции скважин

Природный газ, поступающий из скважин, содержит в виде примесей твёрдые частицы (песок, окалина), конденсат тяжёлых углеводородов, пары воды, а в ряде случаев сероводород и углекислый газ. Присутствие в газе твёрдых частиц приводит к абразивному износу труб, арматуры и деталей компрессорного оборудования, засорению контрольно-измерительных приборов. Конденсат тяжёлых углеводородов оседает в пониженных точках газопроводов, уменьшая их проходное сечение. Наличие водяных паров в газе приводит к коррозии трубопроводов и оборудования, а также к образованию в трубопроводах гидратов – снегоподобного вещества, способного полностью перекрыть сечение труб.

Сероводород является вредной примесью. При его содержании большем, чем 0,01 мг в 1 л воздуха рабочей зоны, он ядовит. А в присутствии влаги сероводород способен образовывать растворы сернистой и серной кислот, резко увеличивающих скорость коррозии труб, арматуры и оборудования.

Углекислый газ вреден тем, что снижает теплоту сгорания газа, а также приводит к коррозии оборудования. Поэтому его целесообразно отделить на промыслах.

Задачами промысловой подготовки газа являются его очистка от мехпримесей, тяжёлых углеводородов, паров воды, сероводорода и углекислого газа.

Очистка газа от механических примесей. Для очистки природного газа от мехпримесей используются аппараты двух типов:

1) работающие по принципу «мокрого» улавливания пыли (масляные пылеуловители);
2) работающие по принципу «сухого» отделения пыли (циклонные пылеуловители).

В товарном газе содержание мехпримесей не должно превышать 0,05 мг/м^3.

Осушка газа. Для осушки газа используются следующие методы:

- охлаждение;
- абсорбция;
- адсорбция.

Пока пластовое давление значительно больше давления в магистральном газопроводе газ охлаждают, дросселируя излишнее давление. При этом газ расширяется и в соответствии с эффектом Джоуля-Томсона охлаждается.

Если пластовое давление понижено, то охлаждение газа производится на установках низкотемпературной сепарации. Эти установки очень сложны и дороги.

Работа десорбера основана на различной температуре кипения воды и абсорбента: для диэтиленгликоля (ДЭГ) она равна 244,5 °С, а для триэтиленгликоля (ТЭГ) 287,4 °С. ДЭГ понижает точку росы газа на 25–35 градусов, а ТЭГ – на 40–45 градусов. Обе жидкости обладают малой вязкостью, неагрессивны в коррозионном отношении, очень слабо растворяют природные газы и имеют низкую упругость паров, что облегчает их регенерацию.

Недостатками абсорбционной осушки газа являются унос абсорбента и относительная сложность его регенерации.

Осушку газа адсорбентами проводят, как правило, в тех случаях, когда необходимо достичь точку росы менее – 30 °С. В качестве адсорбентов используют бокситы, хлористый кальций в твёрдом виде, цеолиты, силикагель и др.

Очистка газа от сероводорода. Очистка газа от сероводорода осуществляется методами адсорбции и абсорбции.

Принципиальная схема очистки газа от H_2S методом адсорбции аналогична схеме осушки газа адсорбционным методом. В качестве адсорбента используются гидрат окиси железа и активированный уголь.

Абсорбент вступает в химическую реакцию с сероводородом, содержащимся в газе, унося продукт реакции с собой. Очищенный газ выводится из аппарата через скрубберную секцию, в которой задерживаются капли абсорбента.

Работа этаноламиновых газоочистных установок автоматизирована. Степень очистки газа составляет 99 % и выше. Недостатком процесса является относительно большой расход газа.

Очистка газа от углекислого газа. Обычно очистка газа от CO_2 проводится одновременно с его очисткой от сероводорода, т.е. этаноламинами.

Определение условий гидратообразования

Условиями образования гидратов является присутствие одновременно трёх факторов: низкой температуры, высокого давления и наличия влаги, что всегда имеет место при добыче нефтяного и природного газа.

Гидраты природных газов – типичные смешанные гидраты, в которых гидратообразователями являются не отдельные углеводороды, а смесь газов. Присутствие H_2S в смеси природных и нефтяных газов значительно повышает температуру гидратообразования. В то же время наличие в газе H_2S и CO_2 понижает равновесное давление гидратообразования, причём влияние H_2S значительно сильнее, чем CO_2.

Условиями образования смешанных гидратов не совпадают с условиями гидратообразования отдельных компонентов и зависят от состава газа. Чем выше плотность газа, тем выше, как правило, температура гидратообразования (рис. 13).

Область существования гидратов на этом рисунке располагается левее и выше приведённых кривых. Основное условие образования гидратов – это полное насыщенность газа парами воды. Если снизить содержание паров воды в газе до такого значения, что парциальное давление водяного пара станет меньше упругости паров гидрата, то последний не сможет образовываться.

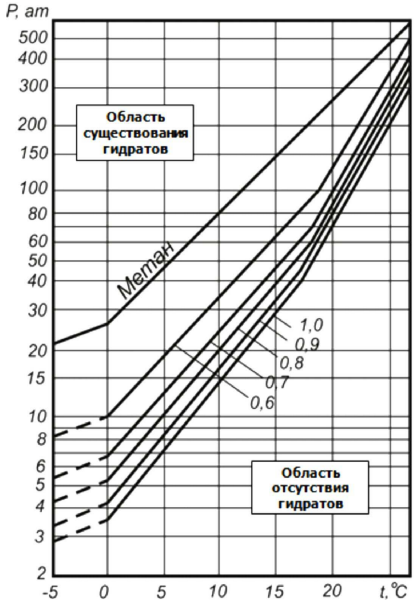


Рисунок 13 – График условий гидратообразования

На рисунке 13 видно, что вероятность образования гидратов увеличивается с повышением давления и снижением температуры газа. Гидраты могут образовываться на всем пути движения газа от забоя скважины до пункта сбора газа, причём самая неприятная особенность гидратов заключается в том, что они способны образовываться при температурах значительно выше нуля.

Условия образования гидратов природных газов с различной плотностью можно определить по графику (рис. 14), на котором слева от каждой линии находится зона с гидратами, справа – зона без гидратов. Присутствие азота, сероводорода и углекислого газа повышает температуру гидратообразования.

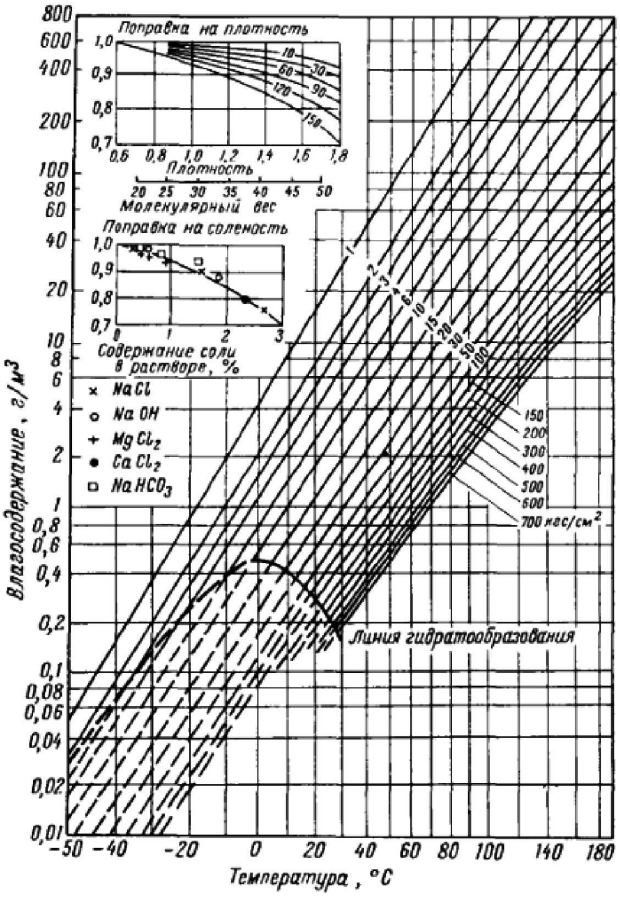


Рисунок 14 – Максимальное содержание влаги в газе в зависимости от давления и температуры

Зону возможного гидратообразования в газопроводе находят следующим образом: определяют температуру газа, падение давления, температуру гидратообразования и точку росы. Полученные значения наносят на график (рис. 15). Участок, на котором температура газа ниже кривой гидратообразования, представляет собой зону возможного гидратообразования. Точка росы определяется обычно путём охлаждения газа до температуры конденсации водяных паров. Гидраты, образующиеся в скважинах, шлейфах, газопроводах или аппаратах разрушаются при снижении давления в системе, увеличении температуры в аппарате или на участке газопровода, где произошло образование гидратов, а также при вводе метилового, этилового и пропилового спиртов, гликолей, аммиака и хлористого кальция, способствующих разрушению гидратов.

Аммиак применяют редко, так как он реагирует с углекислотой, которая содержится в природном газе, и образует с ней осадок углекислого аммония, забивающего запорную арматуру.

Необходимое количество метанола рассчитывают следующим образом.

Определяют количество воды (г/сут.), выделившейся из газа за сутки:

$$q_в = \left(m_{t_p} - m_{t_j}\right) \cdot Q ,$$

где m_{t_p} и m_{t_j} – влагосодержание при температуре точки росы t_p и фактической температуре t_j газа в газопроводе, г/м^3; Q – расход газа, м^3/сут.

По заданным параметрам газа, давлению и относительной плотности определяют температуру образования гидратов $t_г$ (рис. 16). Величину требуемого снижения точки росы Δt_p по углеводородам рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_p = t_г - t_j .$$

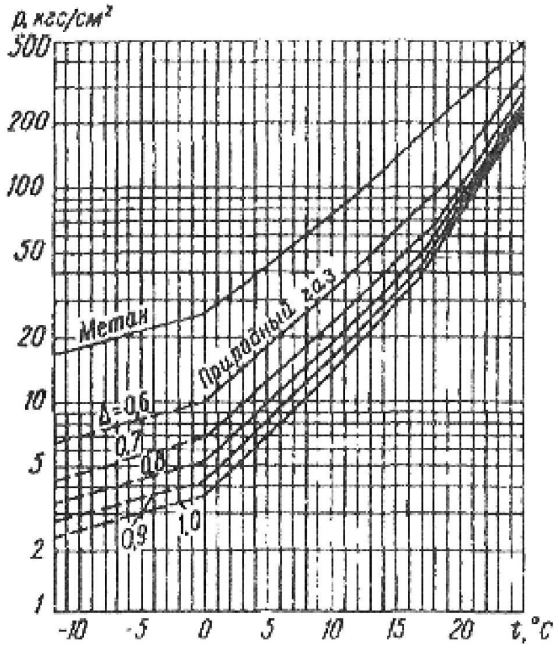


Рисунок 15 – График гидратообразования для природных газов с различной относительной плотностью

По графику определяют минимальное содержание метанола в жидкости ($M_ж$) для температуры Δt_p. Находят отношение содержания метанола в парах к его содержанию в жидкости ($K_м$). Рассчитывают концентрацию метанола в газе:

$$K_{м.г} = K_м \cdot M_ж .$$

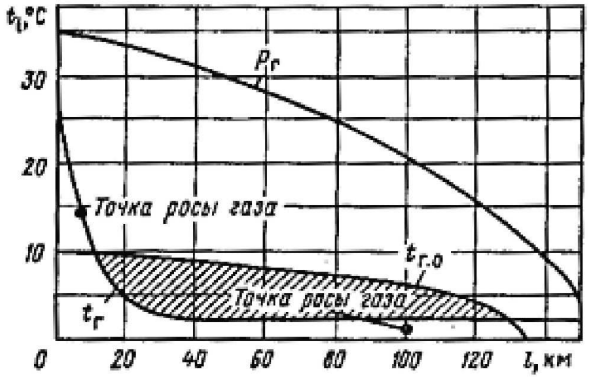


Рисунок 16 – График изменения температуры и давления и зона образования гидратов в магистральном трубопроводе

Определяют количество метанола (г/сут.), необходимое для насыщения жидкости:

$$G_{м.ж} = \frac{q \cdot M_ж}{100} - M_ж .$$

Определяют количество метанола (г/сут.), необходимое для насыщения газа:

$$G_{м.г} = K_{м.г} \cdot Q .$$

Находят общий расход метанола (г/сут.):

$$G_м = G_{м.ж} + G_{м.г} .$$

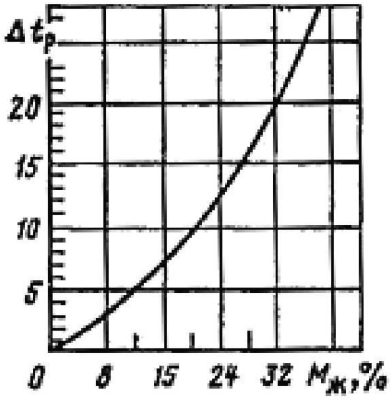


Рисунок 17 – График понижения точки замерзания жидкости в зависимости от содержания метанола

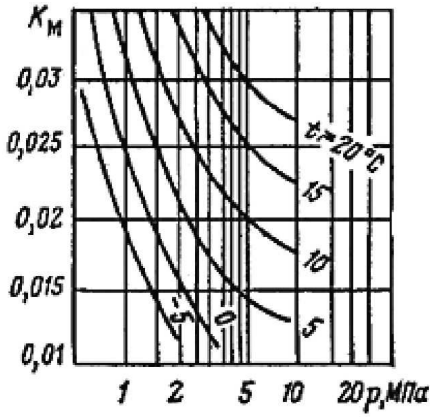


Рисунок 18 – График содержания метанола в паровой и жидкой фазах в зависимости от давления и температуры газа

Применение метода подачи метанола на забой газовых скважин

Рассмотрим применение оборудования для дозированной подачи химического реагента (ОПР) (рис. 19), предназначенное для регулируемой подачи метанола в зону перфорации или затрубное пространство газовых и газоконденсатных скважин, в трубопровод промысловой системы транспорта и подготовки газа. Такое оборудование позволяет снизить потребление метанола до 6,5 тыс. л/год, при заводских настройках порога срабатывания клапана 25–30 кгс/см^3 – до 2,5 л/час.

ОПР может эксплуатироваться при температуре воздуха от минус 60 °С до плюс 40 °С. ОПР с блоком подачи метанола (БПМ) включает в себя наземное и скважинное оборудование.

Установка, монтаж блоков подачи должна производиться на подготовленную площадку или сваи. Прокладка трубопровода наземного от блока до устья скважины производится по воздуху на стойках. Спуск трубопровода скважинного производится с помощью автонаматывателя и подвесного ролика, установленного на ремонтном агрегате.

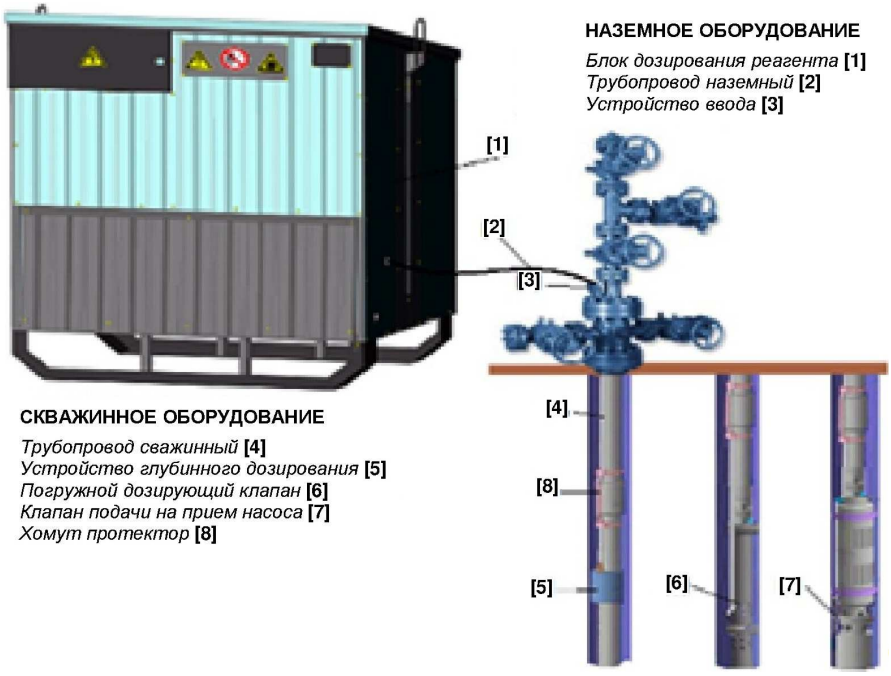


Рисунок 19 – Оборудование подачи реагента (ОПР), схема обвязки

Блочное оборудование (рис. 20) предназначено для хранения и регулируемой подачи метилового спирта в зону перфорации, в затрубное пространство газовых и газоконденсатных скважин, а также в трубопровод промысловой системы транспорта и подготовки газа с целью предотвращения гидратных пробок и отложений. В районах с низкими температурами окружающей среды, для предотвращения замерзания рабочей диафрагмы газовой скважины. Кроме того, может применяться для подачи поверхностно-активного вещества (ПАВ) к забою газовой скважины с целью выноса жидкости с забоя для более стабильной работы скважины.

Оборудование обеспечивает хранение метанола под азотной подушкой с содержанием воды не более 0,02 %. Конструкция блока предусматривает три варианта размещения управляющей аппаратуры:

1) встроенный аппаратный отсек герметично отделен от технологической секции;

2) аппаратный отсек имеет отдельный вход и герметично отделён от технологического отсека на одной раме;

3) выносной шкаф управления размещается в отдельном закрытом помещении на территории объекта.

В блоке со съёмной крышей размещены: емкость для хранения метанола под азотной подушкой давлением 1,5–2,0 кПа, дозировочные насосы и вспомогательное оборудование. Пульт оператора вынесен из блока в отдельный герметичный аппаратный отсек. В нём располагается шкаф КИПиА, могут располагаться баллоны для хранения азота и редуктора для понижения высокого давления системы «азотного дыхания». Дополнительно в блоке установлен регулятор давления газа для понижения давления газа до рабочего значения.

Преимущества. Вспомогательное оборудование состоит из аварийной вентиляции, срабатывающей при повышении концентрации паров метанола выше ПДК, системы автоматического контроля паров метанола, системы отключения аварийной вентиляции и всего электрооборудования в случае пожара, системы звукового и светового оповещения.

Ёмкость блока оборудована линией деаэрации с дыхательным клапаном. Заполнение ёмкости может производиться от метанолопровода, расположенного на месторождении, либо от транспортной ёмкости через трубопровод. Сигнал о наполнении ёмкости поступает от сигнализатора уровня. Уровнемер служит для определения точного расхода насосов-дозаторов.

Манометры могут быть расположены как в насосном отсеке, так и на пульте оператора.

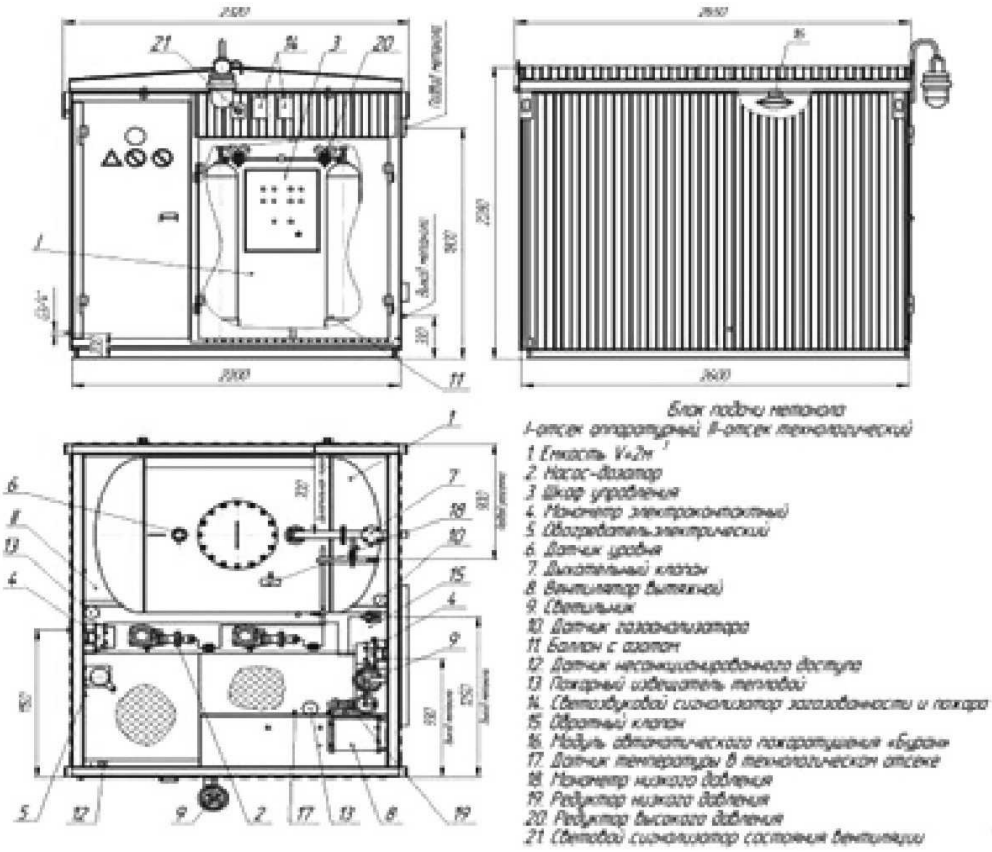


Рисунок 20 – Блок подачи метанола. Габаритные размеры

Технические характеристики:

- количество дозаторов 2 шт.;
- давление на выходе насоса 6,3–40 МПа;
- объём технологической ёмкости 1,0–6,0 м^3;
- потребляемая мощность не более 15 кВт.

Устройство ввода условным проходом Dy 6 мм монтируется на устьевую арматуру и выполняет функцию подачи метанола в затрубное пространство или соединения наземного и скважинного трубопроводов, обеспечивая проход линии подачи реагента через устьевую арматуру.

Трубопровод скважинный (рис. 21) условным проходом DN4 и DN6 предназначен для подачи метанола в скважину в колонну НКТ. Трубопровод крепится к колонне НКТ аналогично силовому кабелю УЭЦН. Представляет собой тонкостенную нержавеющую трубку, защищённую от механических повреждений двумя слоями оплётки из стальной проволоки. Крепление трубопровода производится на муфтовых соединениях колонны НКТ при помощи хомута-протектора, который также служит для его защиты от механических повреждений при спускоподъёмных операциях, что исключает сдавливание трубопровода скважинного, контакт со стенками и стыками колонны, тем самым предотвращая износ брони трубопровода и защищая его от ударных нагрузок.

Рисунок 21 – Трубопровод скважинный

Преимущества. Верхняя заделка трубопровода (механическая) поставляется отдельно и устанавливается в верхней части трубопровода после его спуска в скважину (служит для соединения устройства ввода с трубопроводом скважинным). В случае разрыва брони и капиллярной трубки трубопровода скважинного производится механическое сращивание трубопровода при помощи ремонтного комплекта или производится пайка в заводских условиях.

Максимальная пропускная способность трубопровода ограничена и определяется физическими свойствами жидкости, длиной трубопровода, внутренним диаметром, давлением в системе.

Устройство дозирования с комплектом грузов (рис. 22) предназначено для подачи метанола внутрь эксплуатационной колонны. В состав устройства входит:

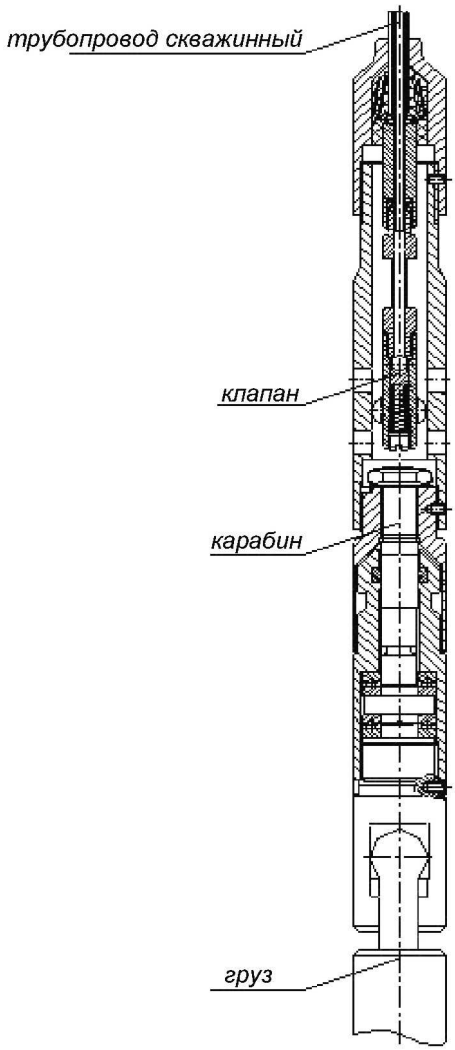


Рисунок 22 – Устройство дозирования с комплектом грузов

- муфта-клапан, имеющая перенастраиваемый порог срабатывания;
- карабин, состоящий из двух частей, свободно вращающихся относительно друг друга;
- комплект грузов, который увеличивает вес, что упрощает спуск устройства и исключает перегиб трубопровода скважинного.

Муфта-клапан (рис. 23) условным проходом DN 5 мм предназначена для подачи метанола во внутрь колонны НКТ (эксплуатационной колонны). Устанавливается на любой уровень скважины, между двух труб НКТ. Состоит из эксцентричной муфты и встроенного обратного клапана с перенастраиваемым порогом срабатывания. Порог настраивается пружиной клапана. При превышении давления на входе сверх установленного клапан открывается.

Рисунок 23 – Муфта-клапан

Литература:

1. Бухгалтер Э.Б. Метанол и его использование в газовой промышленности. – М. : Недра, 1986. – 283 с.
2. Истомин В.А., Сулейманов Р.С., Бурмистров А.Г. Пути сокращения расхода ингибиторов гидратообразования в системах подготовки газа Уренгойского месторождения – М. : ВНИИЭгазпром, 1987. – 48 с.
3. Истомин В.А. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах сбора и промысловой обработки газа и нефти. − М. : РАО ГАЗПРОМ, ВНИИГАЗ, 1990. – 213 с.
4. Мальцева А.А. Технологическая схема разработки газоконденсатного месторождения Узловое. – Оха : фонды СахалинНИПИморнефть, 1996.
5. Бибик И.М., Переверзева Н.В. Отчёт о разработке газовых месторождений за 2009 год. Книга № 2 – добыча газа, ГДИ. − Оха, 2010. – 68 с.
6. Методы предупреждения и ликвидации гидратообразования при эксплуатации газовых скважин на примере месторождения Узловое. – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65625b2ad69a4d53a88421216c27_0.html
7. ООО «Синергия - Лидер» Смелые решения и неожиданные проекты. – URL : http://sinlid.ru/index.php
8. Булатов А.И., Кусов Г.В., Савенок О.В. Асфальто-смоло-парафиновые отложения и гидратообразования: предупреждение и удаление : в 2 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг. – Т. 1. – 2011. – 348 с.
9. Булатов А.И., Кусов Г.В., Савенок О.В. Асфальто-смоло-парафино-вые отложения и гидратообразования: предупреждение и удаление : в 2 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг. – Т. 2. – 2011. – 348 с.
10. Савенок О.В. Оптимизация функционирования эксплуатационной техники для повышения эффективности нефтепромысловых систем с осложнёнными условиями добычи. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – 336 с.
11. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012–2015.
12. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013–2014.
13. Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2011. – 603 с.

References:

1. Bykhalter E.B. Metanol and his use in the gas industry. – M. : Nedra, 1986. – 283 p.
2. Istomin V.A., Suleymanov R.S., Burmistrov A.G. Ways of reduction of a consumption of inhibitors of hydrate formation in the systems of preparation of gas of the Urengoy field – M. : VNIIEgazprom, 1987. – 48 p.
3. Istomin V.A. Prevention and elimination of gas hydrates in the systems of collecting and trade processing of gas and oil. − M. : RJSC GAZPROM, VNIIGAZ, 1990. – 213 p.
4. Maltseva A.A. Technological scheme of development of the gas-condensate field Nodal. – Okha : funds SakhalinNIPImorneft, 1996.

5. Bibik I.M., Pereverzeva N.V. The report on development of gas fields for 2009. The book No. 2 – gas production, GDI. − Okha, 2010. – 68 p.

6. Methods of prevention and elimination of hydrate formation at operation of gas wells on the example of the field Nodal. – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65625b2ad69a4d53a88421216c27_0.html

7. LLC Sinergiya-Leader Courageous decisions and unexpected projects. – URL : http://sinlid.ru/index.php

8. Bulatov A.I., Kusov G. V., Savenok O.V. Asfalto-smolo-parafinovye deposits and hydrate formations: prevention and removal : in 2 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug. – T. 1. – 2011. – 348 p.

9. Bulatov A.I., Kusov G.V., Savenok O.V. Asfalto-smolo-parafinovye deposits and hydrate formations: prevention and removal : in 2 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug. – T. 2. – 2011. – 348 p.

10. Savenok O.V. Optimization of functioning of the operational equipment for increase in efficiency of oil-field systems with the complicated production conditions. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – 336 p.

11. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012–2015.

12. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013–2014.

13. Bulatov A.I., Voloshchenko E.Yu., Kusov G.V., Savenok O.V. Ecology at construction of oil and gas wells : manual for students of higher education institutions. – Krasnodar : Education South, 2011. – 603 p.

УДК 622.276.7

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА СКВАЖИНАХ ЮГИДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

–––––––

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF REPAIR WORK AT THE WELLS OF THE YUGIDSKOE FIELD

Березовский Денис Александрович
заместитель начальника цеха
филиала ООО «Газпром добыча Краснодар»,
Каневское газопромысловое управление
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Кусов Геннадий Владимирович
аспирант,
Северо-Кавказский федеральный университет
de_france@mail.ru

Савенок Ольга Вадимовна
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Алкаджи Махран
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
mahran.misha@mail.ru

Аннотация. В статье показаны виды ремонтных работ на скважинах и технология их проведения (капитальный ремонт скважин и текущий ремонт скважин). Приведена краткая характеристика цеха капитального ремонта скважин Вуктыльского газопромыслового управления. Описаны результаты ремонтных работ на скважинах Югидского нефтегазоконденсатного месторождения за 2012–2016 гг. Показано, что для повышения успешности ремонтных работ необходимо проводить качественные газодинамические и геофизические исследования, а также качественное глушение и освоение скважины, и рациональный подбор установки для ремонта скважин.

Ключевые слова: виды ремонтных работ на скважинах; капитальный ремонт скважин; текущий ремонт скважин; ремонтно-изоляционные работы; переход на другие горизонты эксплуатации; перфорация в газовой и пенной среде; методы повышения газо- и нефтеотдачи пластов.

Berezovskiy Denis Aleksandrovich
Deputy chief of department of the branch
LLC «Gazprom mining Krasnodar»,
Kanevskoe gas field management
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Kusov Gennady Vladimirovich
Graduate student,
North-Caucasian Federal University
de_france@mail.ru

Savenok Olga Vadimovna
Doctor of the technical sciences,
Assistant professor, Professor of
the pulpit oil and gas deal of
the name of the Professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university
olgasavenok@mail.ru

Alkaji Mahran
student,
Kuban state technological university

Annotation. The article shows the types of repair work on the wells and the technology of their conduct (major repair of wells and current repair of wells). A brief description of the workshop for the repair of wells of the Vuktyl gas field management is given. The results of repair work at the wells of the Yugidskoye oil, gas and condensate field for 2012–2016 are described. It is shown that in order to increase the success of repair work, it is necessary to carry out qualitative gas dynamic and geophysical studies, as well as high-quality jamming and development of wells, and rational selection of a well repair facility.

Keywords: types of repair work on wells; major repair of wells; current repair of wells; repair and insulation works; transition to other horizons of exploitation; perforation in gas and foam environment; methods of increasing gas and oil recovery of reservoirs.

Одним из основных направлений производственной деятельности газодобывающих предприятий при разработке месторождения является поддержание проектных уровней добычи газа путём ввода скважин в эксплуатацию из бездействия и продления сроков их работы с помощью ремонтов скважин.

Капитальный ремонт скважин как вид работ является наиболее сложным в планировании как по объёмам, так и по видам проводимых работ, так как техническое состояние скважины, а также характеристики продуктивного пласта определяются непо-

средственно при проведении ремонтных работ после проведения специальных исследований (определение технического состояния скважины, геофизические методы контроля и т.д.). Несмотря на это, данный вопрос стоит наиболее остро.

Одним из наиболее трудно поддающихся планированию показателей является количественная оценка эффективности ремонтов, особенно в период падающей добычи. Так как в результате значительных изменений геолого-технических условий эксплуатации скважин (падение пластовых давлений, подъём уровня ГВК и, как следствие, кольматация коллекторов призабойной зоны скважины, их обводнение и нарушение целостности эксплуатационных колонн), их технического состояния, в том числе физический и моральный износ устьевого и подземного оборудования, происходит значительное усложнение ремонтов и, соответственно, прогнозирование конечного результата работ крайне затруднено. В имеющейся технической литературе недостаточно описаны методы оценки данных показателей. В основном в ней дана оценка экономической эффективности произведённых работ по отдельным видам операций, например, таким, как гидроразрыв пласта, кислотная обработка ПЗП и др.

Эффективность ремонтов скважин определяется следующими показателями:

- успешность проведения запланированного комплекса работ по ремонту скважин;
- экономическая эффективность ремонтов скважин.

Успешность проведения работ по ремонту скважин определяется как отношение количества скважин, законченных успешным ремонтом, к общему количеству отремонтированных скважин за определённый период и выражается в процентах:

$$Y = \frac{N_y}{N_0} \cdot 100\ \%, (1)$$

где N_y – количество успешно отремонтированных скважин; N_0 – общее число отремонтированных скважин.

Успешным считается ремонт, в ходе выполнения которого достигнута конечная цель согласно годовым планам (заявкам) Вуктыльского ГПУ. Оценка результатов ремонтных работ проводится в период дальнейшей эксплуатации скважин по характеру добываемой продукции и по результатам повторных исследований после ремонтных работ.

Виды ремонтных работ на скважинах и технология их проведения

Ремонт скважин – производственный процесс с выполнением операций по воздействию на оборудование, находящееся в скважине, восстановлению или оптимизации функционирования скважины, а также по воздействию на призабойную зону пласта. Он подразделяется на капитальный и текущий ремонт. Основные виды капитального и текущего ремонта скважин указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Основные виды ремонтных работ в скважинах

Шифр	Виды работ по капитальному ремонту скважин	Технико-технологические требования к сдаче
1	2	3
КР1	Ремонтно-изоляционные работы	
КР1-1	Отключение отдельных обводненных интервалов пласта	Выполнение запланированного объёма работ. Снижение обводнённости продукции
КР1-2	Отключение отдельных пластов	Выполнение запланированного объема работ. Отсутствие приёмистости или притока в (из) отключённом (ого) пласте(а)
КР1-3	Исправление негерметичности цементного кольца	Достижение цели ремонта, подтвержденное промыслово-геофизическими исследованиями. Снижение обводненности продукции при сокращении или увеличении дебита нефти
КР1-4	Наращивание цементного кольца за эксплуатационной, промежуточной колонной, кондуктором	Отсутствие нефгегазоводопроявлений на поверхности и подтверждение наращивания цементного кольца в необходимом интервале промыслово-геофизическими исследованиями

Продолжение таблицы 1

1	2	3
КР2	Устранение негерметичности эксплуатационной колонны	
КР2-1	Устранение негерметичности тампонированием	Герметичность эксплуатационной колонны при опрессовке
КР2-2	Устранение негерметичности установкой пластыря	То же
КР2-3	Устранение негерметичности спуском дополнительной обсадной колонны меньшего диаметра	То же
КР3	Устранение аварий, допущенных в процессе эксплуатации или ремонта	
КР3-1	Извлечение оборудования из скважин после аварий, допущенных в процессе эксплуатации	Прохождение шаблона до необходимой глубины. Герметичность колонны в интервале работы фрезером
КР3-2	Ликвидация аварий с эксплуатационной колонной	То же
КР3-3	Очистка забоя и ствола скважины от металлических предметов	То же
КР3-4	Прочие работы по ликвидации аварии, допущенных при эксплуатации скважин	Достижение цели, оговоренной в технологическом плане
КР3-5	Ликвидация аварий, допущенных в процессе ремонта скважин	Достижение цели, оговоренной в дополнительном плане на ликвидацию аварий
КР4	Переход на другие горизонты и приобщение пластов	
КР4-1	Переход на другие горизонты	Выполнение заданного объёма работ, подтверждённых промыслово-геофизическими исследованиями. Получение притока
КР4-2	Приобщение пластов	Получение притока из нового интервала и увеличение дебита нефти
КР5	Внедрение и ремонт установок типа ОРЭ, ОРЗ, пакеров-отсекателей	Выполнение запланированного объёма работ, герметичность пакера. Увеличение дебита нефти. Увеличение, сокращение объёмов закачки воды
КР6	Комплекс подземных работ, связанных с бурением	
КР6-1	Зарезка новых стволов скважин	Выполнение запланированного объема работ
КР6-2	Бурение цементного стакана	То же
КР6-3	Фрезерование башмака колонны с углублением ствола в горной породе	То же
КР6-4	Бурение и оборудование шурфов и артезианских скважин	Выполнение запланированного объёма работ
КР7	Обработка призабойной зоны	
КР7-1	Проведение кислотной обработки	Выполнение запланированного объема работ, увеличение продуктивности нефтяных скважин и увеличение приёмистости нагнетательных скважин
КР7-2	Проведение ГРП	То же
КР7-3	Пропадание ГПП	То же
КР7-4	Виброобработка призабойной зоны	То же
КР7-5	Термообработка призабойной зоны	То же
КР7-6	Промывка призабойной зоны растворителями	То же
КР7-7	Промывка призабойной зоны растворами ПАВ	То же
КР7-8	Обработка термогазохимическими методами (ТГХВ, ПГД и т.д.)	Выполнение запланированного объёма работ, увеличение продуктивности нефтяных скважин и увеличение приёмистости нагнетательных скважин

Продолжение таблицы 1

1	2	3
КР7-9	Прочие виды обработки при забойной зоны	То же
КР7-10	Выравнивание профиля приемистости нагнетательных скважин	Выполнение запланированного объёма работ, подтверждённых промыслово-геофизическими исследованиями
КР7-11	Дополнительная перфорация и торпедирование ранее простреленных интервалов	Выполнение запланированного объёма работ, увеличение продуктивности нефтяных скважин и приёмистости нагнетательных скважин
КР8	Исследование скважин	
КР8-1	Исследование характера насыщенности и выработки продуктивных пластов, уточнение геологического разреза в скважинах	Выполнение запланированного комплекса исследований в заданном режиме (приток, закачка, выдерживание скважины в покое), получение заключения
КР8-2	Оценка технического состояния скважины (обследование скважины)	Выполнение запланированного объема работ, выдача заключения
КР9	Перевод скважин на использование по другому назначению	
КР9-1	Освоение скважин под нагнетательные	Достижение приёмистости, оговоренной в плане
КР9-2	Перевод скважин под отбор технической воды	Выполнение запланированного объёма работ. Получение притока
КР9-3	Перевод скважин в наблюдательные, пьезометрические	Выполнение запланированного объёма работ
КР9-4	Перевод скважин под нагнетание теплоносителя или воздуха	Получение приёмистости
КР10	Ввод в эксплуатацию и ремонт нагнетательных скважин	
КР10-1	Оснащение паро- и воздухонагнетательных скважин противопесочным оборудованием	Обеспечение приёмистости
КР10-2	Промывка в паро- и воздухонагнетательных скважинах песчаных пробок	Восстановление приёмистости
КР11	Консервация и расконсервация скважин	Выполнение запланированного объёма работ
КР12	Ликвидация скважин	Выполнение запланированного объёма работ
КР13	Прочие виды работ	Выполнение запланированного объёма работ
ТР1	Оснащение скважин скважинным оборудованием при вводе в эксплуатацию (из бурения, освоения, бездействия, консервации)	
ТР1-1	Ввод фонтанных скважин	Выполнение запланированного объёма работ
ТР1-2	Ввод газлифтных скважин	То же
ТР1-3	Ввод скважин, оборудованных ШГН	То же
ТР1-4	Ввод скважин, оборудованных ЭЦН	Выполнение запланированного объёма работ
ТР2	Перевод скважин на другой способ эксплуатации	
ТР2-1	Фонтанный – газлифт	Выполнение запланированного объёма работ
ТР2-2	Фонтанный – ШГН	Нормальная работа насоса по динамограмме или подаче
ТР2-3	Фонтанный – ЭЦН	Нормальная подача и напор
ТР2-4	Газлифт – ШГН	Нормальная работа насоса по динамограмме или подаче
ТР2-5	Газлифт – ЭЦН	Нормальная подача и напор
ТР2-6	ШГН – ЭЦН	То же
ТР2-7	ЭЦН – ШГН	То же
ТР2-8	ШГН – ОРЭ	Выполнение запланированного объёма работ. Нормальная подача и напор
ТР2-9	ЭЦН – ОРЭ	То же
ТР2-10	Прочие виды перевода	То же

Продолжение таблицы 1

1	2	3
ТР3	Оптимизация режима эксплуатации	
ТР3-1	Изменение глубины подвески, смена типоразмера ШГН	Достижение цели ремонта
ТР3-2	Изменение глубины подвески, изменение типоразмера ЭЦН	То же
ТР4	Ремонт скважин, оборудованных ШГН	
ТР4-1	Ревизия и смена насоса	Нормальная работа насоса по динамограмме
ТР4-2	Устранение обрыва штанг	Устранение дефекта. Нормальная работа насоса
ТР4-5	Замена полированного штока	То же
ТР4-6	Замена, опрессовка и устранение негерметичности НКТ	Достижение цели ремонта. Нормальная подача насоса
ТР4-7	Очистка и пропарка НКТ	То же
ТР4-8	Ревизия, смена устьевого оборудования	То же
ТР5	Ремонт скважин, оборудованных ЭЦН	
ТР5-1	Ревизия и смена насоса	Нормальная подача и напор
ТР5-2	Смена электродвигателя	То же
ТР5-3	Устранение повреждения кабеля	Устранение дефекта, нормальная работа насоса
ТР5-4	Ревизия, смена, устранение негерметичности НКТ	Выполнение запланированного объема работ. Нормальная подача насоса
ТР5-5	Очистка и пропарка НКТ	То же
ТР5-6	Ревизия, смена устьевого оборудования	Достижение цели ремонта
ТР6	Ремонт фонтанных скважин	
ТР6-1	Ревизия, смена, опрессовка и устранение негерметичности НКТ	Выполнение запланированного объёма работ. Нормальная подача насоса
ТР6-2	Очистка и пропарка НКТ	То же
ТР6-3	Смена, ревизия устьевого оборудования	То же
ТР7	Ремонт газлифтных скважин	
ТР7-1	Ревизия, смена, опрессовка и устранение негерметичности НКТ	Выполнение запланированного объёма работ. Нормальная подача насоса
ТР7-2	Очистка и пропарка НКТ	То же
ТР7-3	Ревизия, замена, очистка газлифтных клапанов	То же
ТР7-4	Ревизия, смена устьевого оборудования	То же
ТР8	Ревизия и смена оборудования артезианских и поглощающих скважин	Выполнение запланированного объёма работ
ТР9	Очистка, промывка забоя	
ТР9-1	Промывка горячей нефтью (водой) с добавлением ПАВ	Достижение цели ремонта
ТР9-2	Обработка забоя химреагентами (ТГХВ, СКО, ГКО и т.д.)	То же
ТР10	Опытные работы по испытанию новых видов подземного оборудования	Выполнение запланированного объёма работ
ТР11	Прочие виды работ	Выполнение запланированного объёма работ

Ремонт скважин Югидского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ) осуществляется цехом капитального ремонта скважин (ЦКРС) и научно-исследовательской лабораторией интенсификации производственно-технологической службы (НИЛ ПТС) Вуктыльского ГПУ.

Основаниями для проведения ремонта скважин являются неудовлетворительное техническое состояние скважины, скважинного оборудования и ПЗП, необходимость улучшения эксплуатационных параметров при проведении плановых и профилактических мероприятий.

Объём ремонтных работ определяется по результатам газодинамических (ГДИ) и промыслово-геофизических исследований (ПГИ) с учётом экономической целесообразности планируемой эффективности работ.

Исследования при контроле геолого-технического состояния скважин производятся силами ООО «Вуктылгазгеофизика» и геологической службы Вуктыльского ГПУ, а также специализированными диагностическими организациями, имеющими соответствующий опыт и лицензии.

Потребность в капитальных и текущих ремонтах определяется геологической службой Вуктыльского ГПУ посредством сбора заявок на их проведение от промыслов. На основании заявок составляются план-заказы на ремонт скважин. Заявки и план-заказы составляются и передаются в ПТС и ЦКРС не позднее ноября месяца, предшествующего планируемому году.

Капитальный ремонт скважин

Капитальный ремонт скважин (КРС) – комплекс работ, связанных с восстановлением работоспособности обсадных колонн, цементного кольца, призабойной зоны пласта (ПЗП), ликвидацией аварий, спуском и подъёмом подземного скважинного оборудования (лифтовой колонны, пакера), а также с другими работами, требующими предварительного глушения скважин и установки противовыбросового оборудования.

Капитальный ремонт скважин ведётся согласно существующих методик на виды ремонтов:

- ремонтно-изоляционные работы, связанные с отключением отдельных обводнённых интервалов пласта и исправлением негерметичности цементного кольца;
- устранение негерметичности эксплуатационной колонны;
- устранение аварий, допущенных в процессе эксплуатации или ремонта;
- переход на другие горизонты;
- извлечение аварийных НКТ;
- замена и устранение негерметичности НКТ;
- перевод скважин на использование по другому назначению;
- ввод в эксплуатацию и ремонт нагнетательных скважин;
- консервация и расконсервация скважин;
- ликвидация скважин;
- прочие виды работ.

Ремонтно-изоляционные работы

Выбор метода и составов для проведения изоляционных работ осуществляется на основе результатов комплексного исследования скважин, включающего термометрию, шумометрию, дефектоскопию эксплуатационной колонны и цементного камня, а также результатов лабораторных и опытно-промышленных испытаний эффективности применяемых составов и технологий.

Проведение изоляционных работ должно полностью соответствовать требованиям нормативной документации по применению данного метода и состава, включая соблюдение правил техники безопасности и условий охраны окружающей среды. Все ремонтно-изоляционные работы проводятся в заглушенной скважине. Скважину во время ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ), особенно при ремонте колонны, следует оставлять под избыточным давлением. Величина избыточного давления устанавливается в пределах от 40 до 60 % от достигнутого при цементировании. Срок ОЗЦ устанавливается по данным лабораторного анализа цементного раствора. При изоляции сквозных дефектов обсадных колонн время ОЗЦ должно составлять не менее 3 сут.

При температурах пласта 80 °С и выше время ОЗЦ может быть снижено. До и после проведения ремонтно-изоляционных работ (РИР) определяется приёмистость интервала изоляции.

При разработке газоконденсатных месторождений посторонняя вода может поступать в скважину в период её освоения, по окончании бурения, после непродолжительной или длительной эксплуатации скважины.

Причины прорыва посторонних вод:

- недоброкачественное цементирование эксплуатационной колонны, вследствие чего не достигается полного разобщения нефтеносных и газоносных горизонтов от водоносных;
- нарушение цементного кольца в заколонном пространстве или цементного стакана на забое скважины;
- обводнение через соседнюю скважину, эксплуатирующую тот же горизонт;
- дефект в эксплуатационной колонне вследствие недоброкачественности металла (наличие в теле обсадных труб трещин, раковин);
- разрушение колонны под воздействием минерализованных пластовых вод;
- нарушение колонны в процессе освоения скважины;
- повреждение колонны при текущем и капитальном ремонтах.

Место притока и пути движения верхней воды, поступающей в скважину через дефект в колонне, определяют при помощи геофизических методов.

Работы по изоляции скважины от проникновения верхних вод через дефект в эксплуатационной колонне осуществляют после установки взрыв-пакера ниже дефекта на 1,5–2,0 м следующими способами:

- нагнетанием водоцементного раствора под давлением через дефект в колонне с последующим разбуриванием цементного стакана;
- нагнетанием нефтецементного раствора с последующим вымыванием излишка раствора;
- спуском дополнительной предохранительной колонны или «летучки» с последующим их цементированием;
- спуском специальных пакеров.

Работы по изоляции скважины от поступающей по заколонному пространству через отверстия фильтра верхней воды осуществляют:

- нагнетанием полимерного раствора через отверстия фильтра с использованием тампонажных селективно отверждающихся реагентов только в водонасыщенных интервалах пласта;
- нагнетанием нефтецементного или пеноцементного раствора после установки взрыв-пакера между пропластками через верхние отверстия фильтра с последующим вымыванием излишка раствора.

Ограничение водопритока производят через существующий фильтр или при необходимости используют пакеры в соответствии с РД [1], регламентирующим применение конкретных изоляционных составов.

Во избежание попадания цементного раствора в эксплуатационный пласт выше фильтра скважины устанавливают взрыв-пакер, при необходимости создают цементный стакан над пакером, перфорируют спецотверстия выше фильтра. В водоцементный раствор перед закачкой добавляют радиоактивные изотопы, чтобы определить пути движения раствора за колонной.

По истечении срока твердения раствора опрессовкой испытывают колонну на герметичность. Затем цементный стакан в колонне разбуривают и промывают скважину ниже дефекта до взрыв-пакера, после чего место дефекта испытывают на герметичность опрессовкой или снижением уровня, а затем разбуривают пакер и промывают скважину до забоя. При наличии в колонне нескольких дефектов на различных глубинах их последовательно устраняют, начиная с верхней части колонны (сверху вниз). В целях изоляции верхней воды, поступающей по заколонному пространству к забою скважины по трещинам и другим нарушениям в пласте, колонну изолируют через отверстия фильтра с помощью растворов селективного воздействия на водонасыщенные интервалы пласта. Для цементирования эксплуатационного объекта с низким пласто-

вым давлением также применяют селективные растворы. При этом борьба с обводнением сводится в основном к селективной изоляции водонасыщенной зоны.

Нижние воды могут проникать в эксплуатационный объект через цементный стакан или заколонное пространство на забое скважины вследствие недоброкачественного цементирования при возврате скважины на вышезалегающий горизонт, либо вследствие разрушения цементного стакана в процессе эксплуатации скважины. В случае заколонных перетоков цементный стакан следует разбурить до прежнего забоя, прострелять спецотверстия и по возможности промыть скважину. Пути проникновения нижних вод в скважину по заколонному пространству через отверстия фильтра определяют таким же способом, как и при проникновении верхних вод. Для изоляции скважины от проникновения нижних вод применяют цементирование под давлением через отверстия фильтра пеноцементным раствором или растворами селективного действия на водонасыщенные интервалы.

Технологический процесс цементирования и связанные с ним работы выполняют в той же последовательности, что и при изоляции скважины от проникновения верхних вод – цементированием под давлением через отверстия фильтра при необходимости с установкой пакера. Иногда целесообразно нагнетать под давлением изолирующий раствор через специально простреленные отверстия в эксплуатационной колонне в интервале газоводяного контакта для предупреждения подтягивания конуса воды при эксплуатации скважины.

Переход на другие горизонты эксплуатации и приобщение пластов

Перевод на другие горизонты и приобщение пластов осуществляются в соответствии с требованиями технологических схем и проектов разработки месторождений. Перед переходом на другие горизонты и приобщением пластов проводят геофизические исследования для оценки газонефтеводонасыщенности продуктивных горизонтов и состояния цементного кольца между ними и соседними водоносными пластами.

Ремонтные работы по переходу на другие горизонты включают работы по отключению нижнего перфорированного горизонта и вскрытию перфорацией верхнего продуктивного горизонта или наоборот.

При возврате на нижележащие горизонты проводится обследование эксплуатационной колонны. Обнаруженные дефекты ликвидируются.

Для перехода на верхний горизонт над нижним горизонтом устанавливают цементный мост. Особое внимание уделяется изоляции оставляемого горизонта от проникновения воды. Когда возвратный горизонт находится на незначительном удалении от оставляемого объекта, изоляцию последнего необходимо производить заливкой под давлением через существующие отверстия фильтра. Когда возвращаемый горизонт находится на значительном удалении от оставляемого объекта, можно создавать цементный стакан заливками без давления.

Работы по изоляции верхних продуктивных пластов ведутся в соответствии с разделом изоляции пластов или их отдельных интервалов. Тампонажные материалы выбираются в зависимости от геологической характеристики пласта. Методы тампонирования под давлением применяют при негерметичном цементном кольце между горизонтами и наличии признаков разрушения или отсутствия цементного кольца в интервале перфорации отключаемого горизонта.

Метод установки металлических пластырей применяют в условиях герметичного цементного кольца между горизонтами и отсутствия признаков разрушения цементного кольца в интервале перфорации изолируемого горизонта. Сочетание методов тампонирования под давлением и установки металлических пластырей применяют в случаях, когда не удаётся добиться полной герметичности изолируемого горизонта.

При производстве возвратных работ скважина испытывается на герметичность опрессовкой и снижением уровня.

Перфорация в газовой и пенной среде

Перфорацию в газовой среде целесообразно проводить в сухих газовых скважинах, так как не кольматируется продуктивный пласт и вся операция проводится без глушения. Перфорация в газовой среде без глушения скважины проводится в том слу-

чае, если башмак НКТ, оборудованный воронкой, установлен на расстоянии от 3 до 5 м выше верхнего интервала перфорируемого горизонта.

Через лубрикатор в скважину по НКТ спускаются на кабеле до заданной глубины разрушающиеся перфораторы ПР-54 или ПР-43. При максимальном избыточном давлении газа из шлейфа производится необходимое число спусков перфоратора для запланированной плотности перфорации. После извлечения каротажного кабеля и демонтажа лубрикатора скважина в течение 1–2 часов отрабатывается на факел, затем по результатам отработки подключается к коллектору для эксплуатации.

Если скважину необходимо глушить, то перфорацию целесообразно проводить в пенной среде. Проводится глушение скважины, демонтаж фонтанной арматуры (ФА) и подъём НКТ. Устье скважины оборудуется противовыбросовым оборудованием согласно схеме для данного вида работ.

В скважину на заданную глубину спускается перфоратор, производится прострел и осуществляется подъём перфоратора.

Производится спуск в скважину НКТ, устье скважины оборудуется ФА. Осуществляется освоение скважины двухфазной пеной.

Ловильные работы

Наиболее сложные и трудоёмкие виды работ, выполняемых при капитальном ремонте скважин, – работы по ликвидации аварий и осложнений, возникающих в скважинах.

В эксплуатационных и нагнетательных скважинах наиболее часто встречаются следующие виды аварий:

- прихват одного ряда труб грязевой, парафиновой или цементной пробкой в процессе эксплуатации или при изоляции воды в скважине;
- прихват грязевой пробкой НКТ со скважинным насосом, скребками, приборами, кабелем и др.;
- обрыв одного или комбинированного рядов НКТ;
- обрыв НКТ со скважинным насосом, плунжерным лифтом, кабелем, проволокой и приборами;
- оставление проволоки вследствие обрыва или прихвата во время чистки скважины скребками от парафиновой пробки или при газодинамических исследованиях;
- обрыв каротажного кабеля при проведении геофизических работ;
- оставление в скважине или падение в неё отдельных предметов.

Извлечение оборванных НКТ из скважины производят при последовательном выполнении следующих операций:

- спускают свинцовую печать и определяют состояние оборванного конца труб;
- в зависимости от характера оборванного участка (разрыв, смятие, вогнутость краев и т.п.) спускают ловильный инструмент соответствующей конструкции для выправления конца трубы;
- вырезание бурильных труб и НКТ диаметром 73 мм производят при помощи наружных труборезов; НКТ диаметром 89 и 114 мм вырезают внутренними труборезами, а обсадные трубы – внутренними труборезами с выдвижными резцами гидравлического действия.

Извлечение из скважины отдельных предметов осуществляют после предварительного обследования свинцовыми печатями характера и места их нахождения. В качестве ловильного инструмента применяют труболовки, колоколы, метчики, овершоты, магнитные фрезеры, фрезеры-пауки. Ловильные работы производить с промывкой. Извлекаемые предметы предварительно отфрезеровывают. В случае если предмет не удаётся извлечь из скважины, его необходимо отфрезеровать или раздробить на мелкие куски, захватить ловильными инструментами и поднять из скважины.

Для освобождения прихваченных труб применяют расхаживание, т.е. попеременные натяжки и посадки колонны труб. Нагрузка при натяжке должна быть на 60–70 % меньше разрывных усилий для труб данного диаметра и марки.

Расхаживать колонну следует равномерно при натяжках не более чем на 0,3–0,5 м за один приём, периодически оставляя трубы под натяжкой. Продолжительность натяжек зависит от схемы лифта и диаметра спущенных труб, глубины скважины, характера и места прихвата.

Если после первых двух-трёх натяжек при одной и той же нагрузке (по гидравлическому индикатору массы) удаётся поднимать трубы за каждый приём на 0,3–0,5 м, то это указывает на то, что есть возможность полностью освободить прихваченные трубы путём расхаживания. В противном случае расхаживание следует прекратить.

Иногда путём длительного расхаживания удаётся поднять трубы только на 5–10 м. Это объясняется тем, что при расхаживании и подъёме труб пробка в затрубном пространстве уплотнилась до такой степени, что дальнейшее расхаживание не рационально. В таких случаях в НКТ спускают внутреннюю освобождающуюся труболовку на бурильных трубах, отвинчивают и извлекают до места прихвата.

Техника извлечения упавших труб заключается в следующем. С помощью печати устанавливают местонахождение и определяют состояние конца труб. Нарушения конца трубы бывают различными: разрыв, смятие, вогнутость краёв и т.п. Так как при этом невозможно захватить трубы ловильным инструментом как с наружи, так и изнутри, необходимо предварительно исправить конец трубы, а затем уже спускать ловильный инструмент. Исправление нарушенного конца трубы, если он разорван и разворочен наружу, производят торцевыми или кольцевыми фрезерами. Если фрезер с направлением свободно проходит вниз (на 1–3 м), захватывают трубу ловильным инструментом и при небольшой натяжке отвинчивают её. Больших нагрузок при натяжке давать не рекомендуется, так как ловильный инструмент может сорваться. Для исправления нарушенного конца трубы фрезером срезают её разорванные концы, срезанные части трубы извлекают магнитными фрезерами-пауками, после чего приступают к работе фрезерами по исправлению нарушенного конца.

Если же конец трубы не разорван, а вогнут внутрь и невозможно захватить его наружным ловильным инструментом, следует обработать конец трубы так, чтобы внутрь его можно было бы пропустить ловильный инструмент. Такие нарушения обычно исправляют конусным райбером.

Иногда при падении трубы, врезаясь друг в друга, разрываются на отдельные ленты, которые извлекают фрезерованием торцевыми и магнитными фрезами.

Определённые затруднения представляет извлечение различного вида перфораторов, так как их гладкая наружная поверхность, термически обработанная, не захватывается колоколами и наружными труболовками. При наличии в скважине кармана (зумпфа) достаточной глубины и невозможности извлечь отдельные предметы их проталкивают в зумпф и оставляют на забое.

При чистке скважин для удаления парафиновых и грязевых пробок, при геофизических и других исследовательских работах возможны прихваты или обрывы каротажного кабеля и проволоки от лебёдки. При прихвате инструмента или прибора не разрешается их расхаживать, что может привести к обрыву проволоки или кабеля. Если верхний конец кабеля находится на устье скважины, в неё спускают канаторезку, которой отрезают канат или кабель непосредственно у дужки прихваченной желонки или прибора.

Необходимо обследованием печатью определить глубину нахождения посторонних предметов в скважине. Для чистки ствола применяют паук, ёрш, сверла различных видов, пикообразные долота, магнитные, забойные и торцевые фрезеры и другие инструменты.

Текущий ремонт скважин

Текущий ремонт скважин (ТРС) – комплекс работ, связанных с восстановлением работоспособности скважинного подземного (плунжерный лифт, струйный насос) и устьевого оборудования, работ по изменению режима эксплуатации скважины, по интенсификации притока флюида, а также по очистке лифтовой колонны и арматуры от парафино-смолистых отложений и солей. При текущем ремонте глушение скважины производится при необходимости.

Методы повышения газо- и нефтеотдачи пластов

К методам повышения газо- и нефтеотдачи пластов, осуществляемым силами бригад по текущему ремонту скважин НИЛ интенсификация ПТС Вуктыльского ГПУ, относятся:

- кислотные обработки скважин;
- гидравлический разрыв пласта;

- виброобработка призабойной зоны скважин;
- тепловое воздействие на призабойную зону скважин;
- обработка призабойной зоны скважин ПАВ и др.

Кислотные обработки скважин предназначены для очистки забоев (фильтров) призабойной зоны, для увеличения проницаемости призабойной зоны, очистки забоев от солевых, парафинисто-смолистых отложений (термокислотные обработки) и очистки труб от солей и продуктов коррозии.

Продукты реакции соляной кислоты с карбонатами – двухлористый кальций ($CaCl_2$) и двухлористый магний ($MgCl_2$) – хорошо растворимы в воде, а также остаток прореагировавшей кислоты при промывке скважины извлекаются на поверхность. Углекислый газ CO_2 в зависимости от давления выделяется в виде свободного газа либо растворяется.

Под воздействием соляной кислоты образуются пустоты, каверны, «каналы разъедания» в призабойной зоне, вследствие чего увеличивается проницаемость последней, а, следовательно, и производительность нефтяных (газовых) и приёмистость нагнетательных скважин.

Для приготовления рабочего раствора соляной кислоты концентрированную соляную кислоту разбавляют до заданного содержания HCl (рабочего раствора) на месте её хранения (базе) или непосредственно у скважины перед её обработкой. Так как соляная кислота, поступающая с заводов, может иметь различную концентрацию, необходимо определить количество воды, потребное для её разбавления до заданной концентрации.

Объём товарной кислоты V_m, необходимый для получения V_p кубометров рабочего раствора заданной концентрации, определяют по формуле:

$$V_m = V_p \cdot \frac{\rho - 1}{\rho_m - 1}, \qquad (2)$$

где V_m – объём концентрированной товарной кислоты, м^3; V_p – объём рабочего раствора, м^3; ρ_m – плотность товарной кислоты, г/см^3; ρ – заданная плотность готового рабочего раствора кислоты, г/см^3 (находят исходя из заданного процентного содержания HCl в рабочем растворе).

На практике широко применяют следующие разновидности кислотных обработок:

1) кислотные ванны;
2) обычные кислотные;
3) под давлением;
4) пенокислотные;
5) серийные;
6) поинтервальные (ступенчатые);
7) кислотоструйные;
8) термохимические и термокислотные.

Кислотные ванны предназначены для очистки поверхности открытого забоя и стенок скважины от цементной и глинистой корок, смолистых веществ, продуктов коррозии, кальциевых отложений из пластовых вод, а также для очистки фильтра в скважинах со спущенным перфорированным «хвостовиком» в интервале продуктивного объекта, освобождения прихваченного пробкой подземного оборудования, очистки забоя и фильтровой части после ремонтных работ.

Кислотная ванна отличается от других видов солянокислотных обработок тем, что рабочий раствор кислоты закачивают в скважину в объёме ствола (в зоне фильтра) от его кровли до забоя, не продавливая в пласт. При этом раствор кислоты выдерживают в интервале обработки в течение 16–24 часов. Затем отреагировавшую кислоту вместе с продуктами реакции удаляют из скважины обратной промывкой или продувкой газом.

Скважины с открытым стволом обычно обрабатывают кислотным раствором с содержанием HCl от 15 до 20 %, а обсаженные скважины – раствором с содержанием HCl от 10 до 12 %. В качестве промывочной жидкости обычно применяют пластовую воду.

Обычные (простые) кислотные обработки предназначены для воздействия на породы призабойной зоны с целью увеличения их проницаемости; процесс ведётся с обязательным задавливанием кислоты в пласт.

Потребный для обработки объём кислотного раствора выбирают в зависимости от мощности и физических свойств пласта, химического состава породы и количества предыдущих обработок. На основании имеющегося опыта по обработке карбонатных коллекторов рекомендуются следующие средние объёмы потребного кислотного раствора на 1 м обрабатываемого интервала пласта (кислота 8–15 %-ной концентрации), $м^3$.

Для первичных обработок гранулярных пород:

- малопроницаемых, тонкопористых 0,4–0,6;
- высокопроницаемых 0,6–1,0.

Для вторичных обработок гранулярных пород:

- малопроницаемых, тонкопористых 0,6–1,0;
- высокопроницаемых 1,0–1,5.

Для первичных обработок трещиноватых пород 0,6–0,8.

Для вторичных обработок трещиноватых пород 1,0–1,5.

Для последующих обработок объём кислотного раствора увеличивают на 20–40 % или повышают концентрацию рабочего раствора.

При простых обработках необходимо, чтобы уровень кислоты в затрубном пространстве в период закачки и продавки её в пласт находился только в пределах интервала ствола скважины, выбранного для обработки.

Важное условие успешности солянокислотных обработок – время выдерживания кислоты в пласте, которое зависит от многих факторов и для различных условий различно.

Ориентировочно рекомендуются следующие сроки выдерживания:

- при оставлении последней порции кислоты в открытом стволе скважины – от 8 до 24 часов;

при задавливании всей кислоты в пласт:

- при температуре забоя 15–30 °С – до 2 часов;
- при температуре от 30 до 60 °С – 1,0–1,5 часа.

Точные сроки времени выдерживания кислоты на реагирование устанавливаются опытным путём для каждого эксплуатационного объекта на основе определения остаточной кислотности раствора после различных сроков выдерживания его в пласте.

Кислотные обработки под давлением применяют с целью продавливания кислоты в малопроницаемые интервалы продуктивного пласта. Этот вид обработки рекомендуется проводить с применением пакера.

При открытой задвижке на отводе затрубного пространства и непосаженом пакере в скважину закачивают кислоту в объёме труб и подпакерного пространства, после чего пакером герметизируют затрубное пространство и закачивают кислоту в объёме спущенных труб с максимальным повышением темпа закачки. Затем, не снижая давления, вслед за кислотой прокачивают расчётный объём продавочной жидкости и закрывают задвижку на арматуре от НКТ. Скважину оставляют до полного спада или стабилизации давления.

Пенокислотные обработки применяют при больших мощностях пласта или низких пластовых давлениях. Сущность этого вида обработки заключается в том, что в призабойную зону скважины вводят аэрированный раствор кислоты с ПАВ в виде пены.

Для пенокислотной обработки используют кислотный агрегат, передвижной газовый компрессор (или газ из газопровода) и аэратор.

Аэратор предназначен для перемешивания раствора соляной кислоты с воздухом (аэрации) и образования пены. Для создания пены к раствору кислоты добавляют 0,1–0,5 % ПАВ от объёма раствора при средней степени аэрации (т.е. объёма газа в кубических метрах на 1 $м^3$ кислотного раствора в пределах 15–25). В качестве ПАВ применяют сульфонол, ОП-7, ОП-10, катапин, дисолван и др.

Серийные обработки заключаются в том, что призабойную зону скважины обрабатывают несколько раз с интервалами между обработками в 5–10 сут. с целью вывода скважины на максимальную производительность за короткий срок.

Поинтервальными (ступенчатыми) называют последовательные обработки нескольких интервалов пласта значительной толщины с целью полного охвата пласта по всей толщине или отдельных его продуктивных пропластков. После обработки первого интервала и кратковременной его эксплуатации принудительно-направленным способом обрабатывают следующий интервал или пропласток и т.д., пока полностью не будут охвачены вся толщина продуктивного пласта или его пропластки.

Поинтервальные обработки применяют в нефтяных, газовых и нагнетательных скважинах с открытым забоем, а также в скважинах, закреплённых обсадной колонной. Проводить их целесообразно в начальный период эксплуатации скважин или после выхода их из бурения.

Кислотоструйные обработки проводят через гидромониторные насадки (сопла). Сущность метода заключается в том, что растворяющее действие активной кислоты и механическое разрушающее действие струи большого напора способствуют:

- очистке стенок скважин от цементной и глинистой корок;
- разрушению и удалению плотных забойных песчаных пробок струями, направленными в пробку;
- интенсивному разрушению пород с созданием каналов растворения в заданном интервале пласта для последующего направленного гидравлического разрыва пласта.

При таких обработках необходимо обеспечивать максимально возможную для данного диаметра сопла скорость выходящей струи.

Сущность термохимических обработок заключается в обработке скважины горячей соляной кислотой, нагрев которой происходит за счёт теплового эффекта экзотермической реакции между кислотой и магнием (или другими химическими реагентами) в специальном реакционном наконечнике, спущенном на НКТ в пределы интервала, намеченного под обработку.

Термокислотные обработки – комбинированный процесс, в первой фазе которого осуществляется термохимическая обработка, во второй (без перерыва во времени после термохимической) – обычная солянокислотная обработка.

Термохимическую обработку применяют для очистки призабойной зоны скважин от асфальто-смолистых, парафиновых и других отложений. Наиболее целесообразно применять обработки при температуре забоя не более 40 °С. При растворении 1 кг магния в соляной кислоте выделяется 18,9 МДж тепла.

Для растворения 1 кг магния необходимо 18,6 л 15 %-ной соляной кислоты, которая при этом полностью нейтрализуется и выделившимся теплом (18,9 МДж) нагревается до температуры 308 °С. Оптимальным для обработки считают такое соотношение количества магния и соляной кислоты, при котором остаточная концентрация HCl составляет 11–12 %, а температура кислотного раствора на выходе из наконечника 75–80 °С. Такое соотношение (при температуре на забое скважины 20-30 °С) достигается, если на 1 кг магния приходится от 70 до 100 л 15 %-ной соляной кислоты.

Ремонт скважин с применением колтюбинговой установки

Идея использования колонны гибких труб (КГТ) для выполнения операций подземного ремонта скважин представляет собой принципиально новый подход. При этом не само предложение о применении одной сплошной непрерывной колонны вместо собираемой из отдельных труб является новаторским, а реализация схем работоспособного оборудования в подземных условиях. Причём имеется в виду не новая технология выполнения спускоподъёмных операций, а всего комплекса работ.

Мировой опыт применения колонн гибких труб насчитывает более 35 лет. И, конечно, за это время были выявлены и неоднократно подтверждались на практике преимущества использования этой технологии проведения работ по сравнению с традиционной. К ним относятся:

- обеспечение герметичности устья скважины на всех этапах выполнения внутрискважинных операций;
- возможность осуществления работ в нефтяных и газовых скважинах без их предварительного глушения;
- отсутствие необходимости освоения и вызова притока скважин;

- безопасность проведения спускоподъёмных операций;
- значительное улучшение условий труда работников бригад подземного ремонта при выполнении всего комплекса операций;
- сокращение времени при спуске и подъёме внутрискважинного оборудования на проектную глубину;
- обеспечение возможности бурения, спуска забойных инструментов и приборов;
- соблюдение более высоких требований в области экологии при проведении всех операций по ремонту и бурению скважин, в частности, за счёт меньших размеров комплексов оборудования для этих целей по сравнению с традиционными;
- существенный экономический эффект в результате применения колонн гибких труб как при ремонте, так и при проведении буровых работ.

В 2007 году цехом капитального ремонта скважин Вуктыльского ГПУ было получено «Оборудование ремонтно-технологическое колтюбинговое М-20» производства белорусского объединения «ФИД». Комплекс «ОРТК М-20» предназначен для проведения технологических и ремонтно-восстановительных работ на нефтяных, газовых и газоконденсатных скважинах без их глушения с использованием стальной БДТ при давлении на герметизируемом устье до 35 МПа, в том числе:

- ликвидации отложений парафина, гидратных и песчаных пробок в колонне НКТ;
- обработки призабойной зоны, подачи технологических растворов, специальных жидкостей, в том числе смесей соляной и плавиковой кислот, газов, включая азот;
- спуску в скважину оборудования для проведения геофизических исследований;
- установки цементных мостов;
- выполнение работ по изоляции пластов.

Удаление песчаных и парафиновых пробок

В процессе эксплуатации скважин фонтанным и газлифтным способами, а также при применении установок электропогружных насосов в определённом интервале глубин происходит отложение парафина, провоцирующее осаждение песка (если он есть) с последующим образованием пробок. Помимо традиционных методов их удаления (скребками, спускаемыми на проволоке; «летающими» скребками и другими инструментами), достаточно эффективно может быть использовано оборудование с КГТ, которое позволяет проводить операции по удалению пробки без прекращения эксплуатации скважины.

При проведении данных работ применяют комплект оборудования, аналогичный описанному ранее, если условия промывки не требуют нагретой технологической жидкости.

Эффективность выполнения подобных работ существенно возрастает, если используют нагретую технологическую жидкость. Схема оборудования, располагаемого на поверхности у скважины, приведена на рисунке 1.

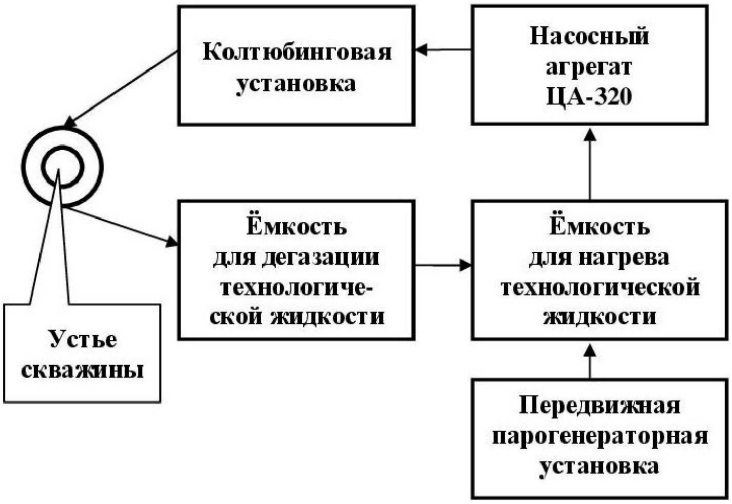


Рисунок 1 – Технологическая схема промывки скважины нагретой жидкостью

Подготовка скважины и оборудования к работе также аналогичны описанным выше. Спуск КГТ осуществляют до верхней предполагаемой границы интервала образования пробки (если он известен) с максимально возможной скоростью, при подходе к пробке скорость снижают до минимума и дальнейший спуск продолжают при этих значениях. При удалении пробок в лифтовой колонне показания индикатора нагрузки уменьшают более плавно, чем при промывке забоя от песка. Поэтому верхнюю границу пробки надо определять очень внимательно, в противном случае может произойти прихват колонны гибких труб.

Режим работы промывочных насосов выбирают исходя из обеспечения условия разрушения пробки и эффективного выноса материала, образующего её. Если очистку колонны лифтовых труб выполняют в профилактических целях, то скважинный насосный агрегат включать не следует, что обеспечит более эффективный вынос материала пробки.

Предупреждение образования кристаллогидратов, их ликвидация и свойства

Гидраты представляют собой кристаллические соединения – включения, которые могут существовать в стабильном состоянии, не являясь химическими соединениями. По существу гидраты – это твёрдые растворы, в которых растворителем являются молекулы воды, образующие с помощью водородных связей объёмный каркас гидратов. В полостях этого каркаса находятся молекулы газов, способных образовывать гидраты (метан, этан, пропан, изобутан, азот, сероводород, диоксид углерода, аргон).

По структуре газовые гидраты – это клатраты, которые образуются при внедрении молекул газа в пустоты кристаллических структур, составленных из молекул воды. Различают несколько типов кристаллической решётки гидратов. На рисунке 2 показаны три структуры:

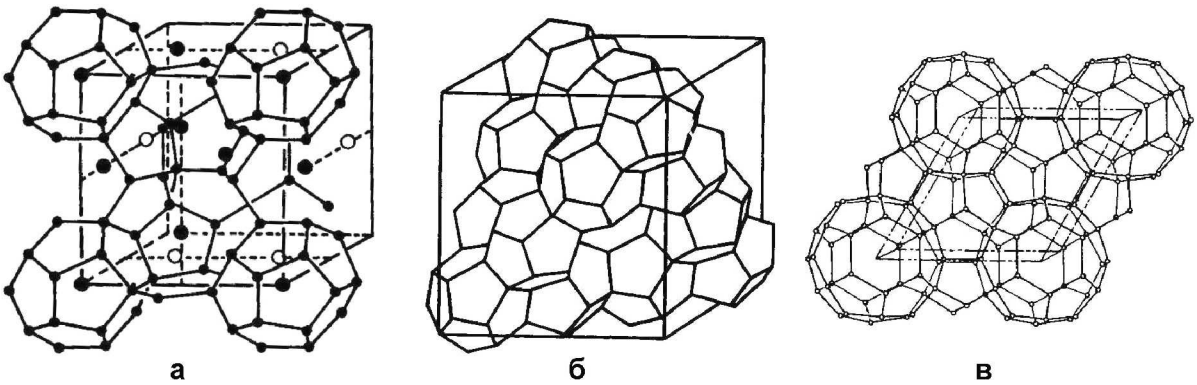


Рисунок 2 – Структуры элементарных ячеек гидратов:
а – структура КС-I; б – структура КС-II; в – структура КС-III (или H-structure)

I структура содержит 46 молекул воды и 2 малых полости и 6 больших полостей;

II структура содержит 136 молекул воды, 16 малых и 8 больших полостей;

III структура (или H-structure) содержит 34 молекулы вод, 5 малых полостей и 1 сверхбольшую полость.

Форма гидратов разнообразна – она определяется составом газа и термодинамическими условиями, при которых находится данная система. Обычно по внешнему виду гидраты напоминают лёд или мокрый спрессованный снег. Метан, этан, двуокись углерода образуют гидраты первой структуры, при этом идеальная формула гидрата в этом случае будет $8M \cdot 46H_2O$ (M – молекула газа). Пропан и изобутан образуют гидраты второй структуры с формулой $8M \cdot 136H_2O$.

Метан образует гидрат, имеющий формулу $CH_4 \cdot 6H_2O$. Массовое содержание метана в составе гидрата составляет 12,9 %. Для связывания 1 кг метана в гидрат, соответствующий указанной формуле, требуется 6,75 кг воды. По данным, 1 м^3 гидратов содержит 0,78 м^3 воды и 165 ÷ 180 нм^3 метана.

Углеводороды, молекулы которых больше молекулы изобутана, не могут проникать внутрь каркаса, а поэтому не образуют гидратов. Нормальный бутан не образует

гидратов, но его молекулы способны проникать через решётку гидратного каркаса вместе с молекулами газов меньших размеров, что приводит к изменению равновесного давления над гидратом.

Кристаллы гидратов зарождаются на поверхности раздела фаз системы «газ – вода». Свободная вода после образования гидратов продолжает переходить в гидратное состояние только при перемешивании фаз и при наличии соответствующих термодинамических условий. При отсутствии необходимой степени перемешивания диффузия газа через твёрдую плёнку гидрата становится затруднительной и дальнейший рост гидратов прекращается. На рисунке 3 показаны условия гидратообразования индивидуальных газов; на рисунке 4 – условия гидратообразования многокомпонентных углеводородных газов различной плотности.

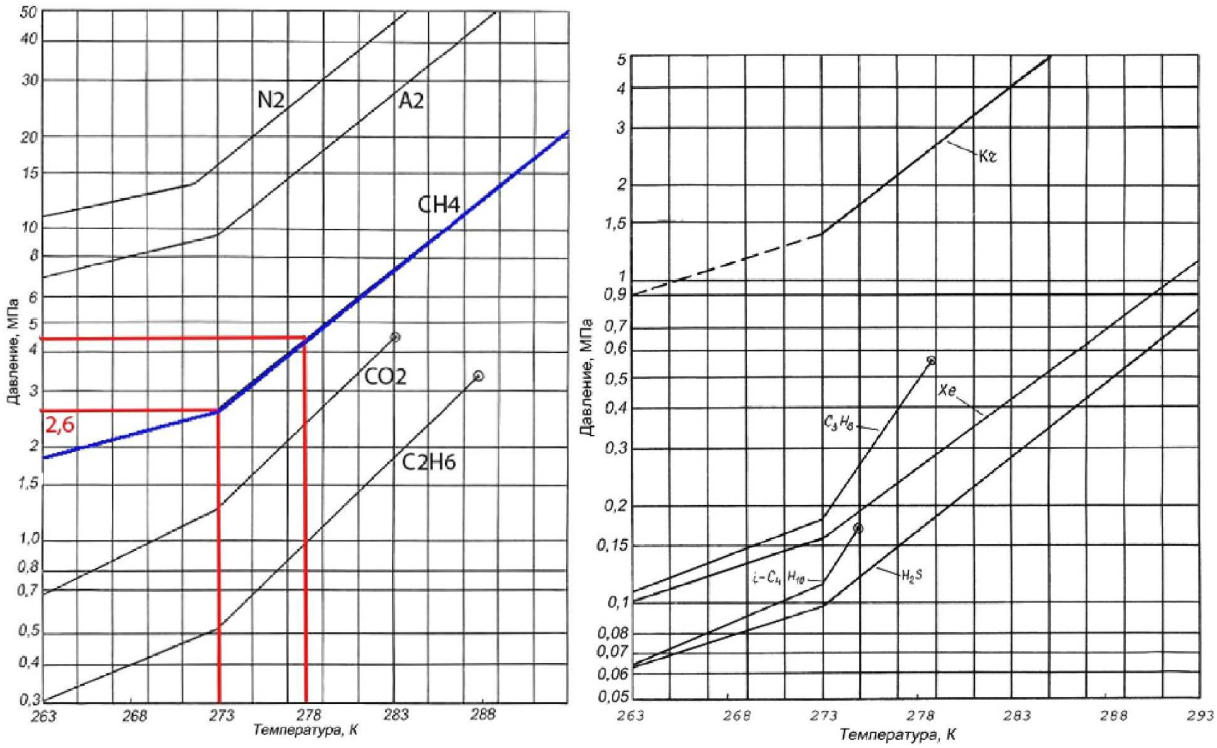


Рисунок 3 – Условия гидратообразования индивидуальных газов

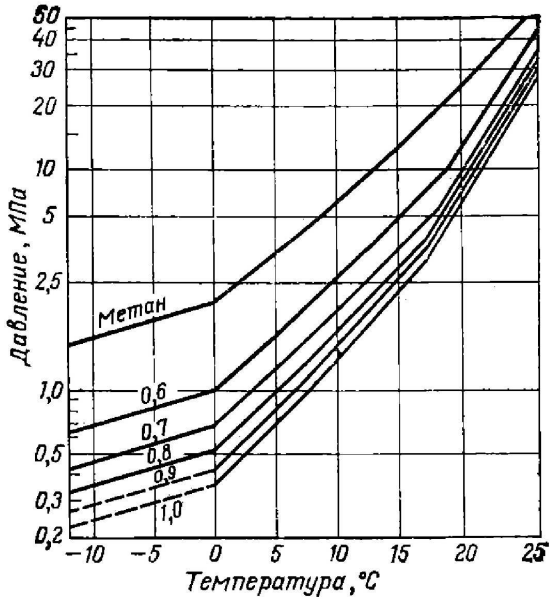


Рисунок 4 – Условия гидратообразования многокомпонентных углеводородных газов различной плотности

Цифры на графиках – плотность газа относительно воздуха.

В таблице 2 приведено сравнение некоторых физических свойств льда и газовых гидратов, выполненное в 1983 году Дэвидсоном и дополненное авторами работы [2]. Многие свойства гидратов близки к таковым для льда (либо имеются теоретические основания предполагать их близость).

Таблица 2 – Плотность некоторых гидратов при 0 °С

	Тип структуры гидрата	Плотность, г/см^3
метан	КС-I	0,913
этан	КС-I	0,967
пропан	КС-II	0,899
изобутан	КС-II	0,934
CO_2	КС-I	1,107
H_2S	КС-I	1,046
лёд	–	0,917
вода	–	1,000

Отметим те свойства, по которым имеются существенные различия. Это, прежде всего, коэффициенты теплопроводности, статическая диэлектрическая проницаемость, подвижность молекул воды в структурах льда и гидратов и, возможно, диффузионные свойства (например, коэффициент диффузии воды в гидратах, по мнению Рилмейстера, может быть на несколько порядков ниже, чем у льда). А коэффициенты диффузии гостевых молекул в гидратах, по-видимому, вообще ещё не изучались, что представляет значительный интерес. Кристаллогидраты практически непроницаемы для свободных молекул воды и газа.

Упругие свойства гидратов оцениваются по скорости распространения в них звука. Зная продольную и поперечную величины скорости звука, рассчитывают адиабатический модуль Юнга и коэффициент Пуассона.

Теплопроводность гидратов

В 1979 году Столл и Брайн для гидратов метана и пропана обнаружили чрезвычайно низкий коэффициент теплопроводности λ = 0,4 Вт/(м · °К). Эта величина оказалась очень близкой к теплопроводности воды, но более чем в 5 раз ниже теплопроводности льда (теплопроводность льда при 260 °К составляет 2,35 Вт/(м · °К)).

Необычным оказались не только аномально низкие значения коэффициента λ, но и температурная зависимость: для большинства кристаллических тел (в частности, для льда) при температурах выше температуры Дебая коэффициент теплопроводности убывает с ростом температуры, тогда как у клатратного гидрата возрастает (см. табл. 3). При низких температурах (≈100 °К) различие в коэффициентах теплопроводности льда и гидрата достигает 20 раз.

Таблица 3 – Теплопроводность метановых гидратов по данным

Температура, °К	22	35	50	70	85	100
Теплопроводность, Вт/(м · °К)	0,045	0,065	0,090	0,095	0,100	0,110

Возрастание коэффициентов теплопроводности с увеличением температуры характерно главным образом для аморфных (стеклообразных) тел, тогда как газовые гидраты имеют чётко выраженную кристаллическую структуру (в этом и состоит необычность полученного результата).

Добываемые углеводородные газы насыщены водяными парами, содержание которых определяется давлением, температурой и химическим составом газа. Каждому значению температуры и давления соответствует определённое максимально возможное содержание водяных паров. На рисунке 5 представлена зависимость равно-

весного влагосодержания газа от температуры, плотность которого по отношению к воздуху равна 0,6. При плотности газа более 0,6 и при наличии в воде солей величину влагосодержания, полученную с помощью этого графика, необходимо умножить соответственно на коэффициенты C_c и/или $C_г$. С увеличением плотности газа и содержания солей величина влагосодержания уменьшается (при прочих равных условиях). На равновесное влагосодержание влияет также наличие в газе пропана и более тяжёлых углеводородов, сероводорода (H_2S), диоксида углерода (CO_2) и азота (N_2). Влажность газа снижается с увеличением в газе концентрации углеводородов C_3 и выше.

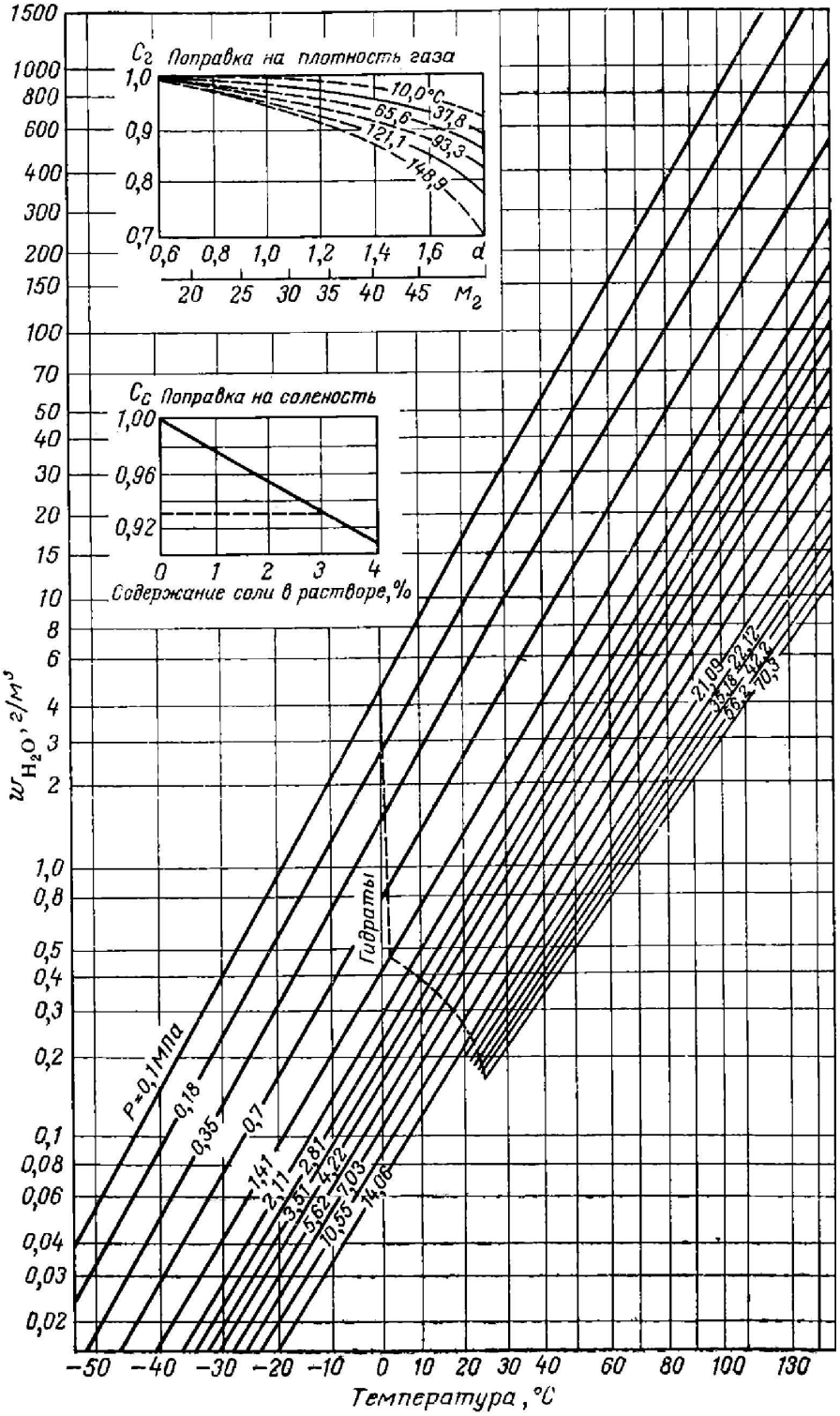


Рисунок 5 – Равновесное влагосодержание (*P* = 0,1 МПа; *t* = 15,6 °C) углеводородного газа при различных температурах и давлениях

В присутствии H_2S и CO_2 влагосодержание увеличивается, а при наличии в газе N_2 уменьшается. Поэтому при содержании в газе больших количеств тяжёлых углеводородов, CO_2 и H_2S значения влагосодержания, определённые по графикам на рисунке 5, могут существенно отличаться от фактических значений.

При определённых термобарических условиях вода и газы создают твёрдые кристаллические соединения – гидраты, которые закупоривают рабочие пространства трубопроводов и аппаратов и нарушают нормальные условия эксплуатации объектов добычи, транспортировки и переработки газа (рис. 6).

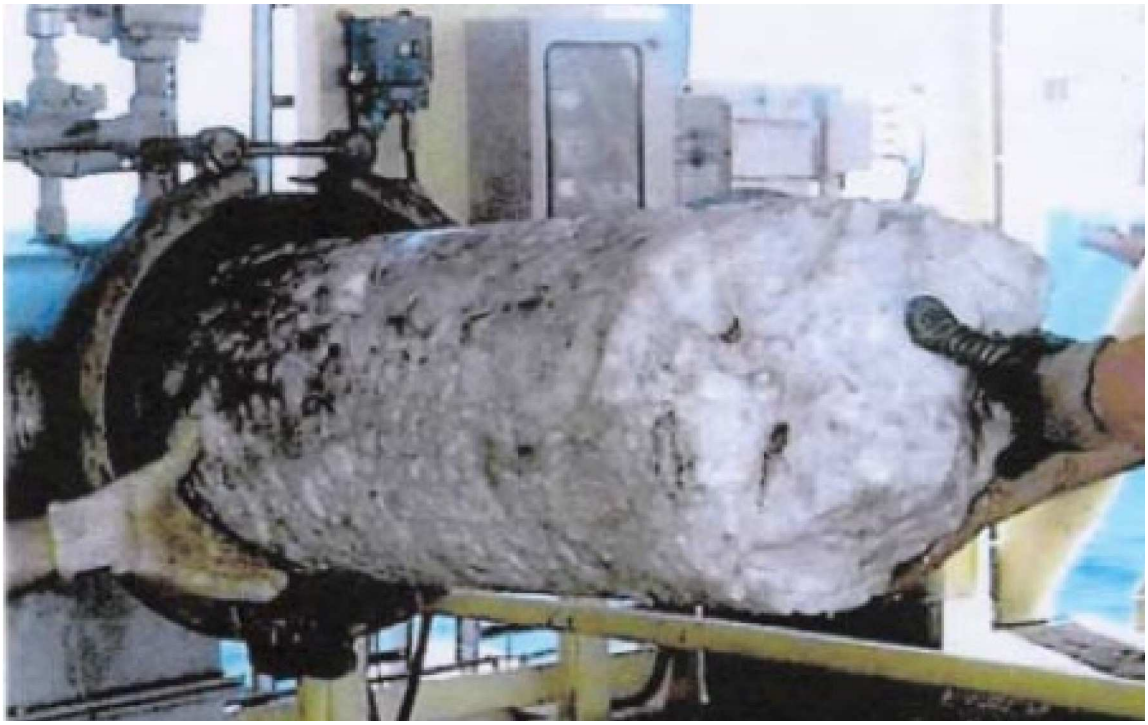


Рисунок 6 – Газогидратная пробка

Гидраты образуются с момента появления центров кристаллизации, которые обычно формируются на поверхностях раздела:

- при контакте «вода – газ»; «вода – сжиженный газ»; «сжиженный газ – влажный газ»;
- при конденсации воды из объёма газа и на пузырьках газа при его барботировании через воду;
- при контакте «вода – металл» за счёт сорбции газа, растворённого в воде.

Для предупреждения образования гидратов и борьбы с ними разработан ряд методов, в которых учитываются физико-химические свойства гидратов, термобарические условия их образования-разложения. К этим методам относятся:

- *химические*, которые основаны на использовании ингибиторов гидратообразования и гидратоотложения, при использовании последних многофазную продукцию (газ, конденсат, воду, нефть) транспортируют в режиме гидратообразования;
- *физические*, которые предусматривают использование тепловых методов; акустические и СВЧ воздействия; механическое разрушение;
- *технологические* – поддержание безгидратных режимов эксплуатации.

Ингибирование

Для предупреждения образования гидратов и их разрушения разработан ряд методов, использующий химические реагенты. Такие реагенты называют антигидратными или же ингибиторами газовых гидратов. Ингибиторы гидратов подразделяют на *ингибиторы гидратообразования* и *ингибиторы гидратоотложения*. Под ингибиторами гидратообразования по сложившейся (но не вполне точной) терминологии понимают вещества, которые изменяют термобарические условия образования гидратов

(это «ингибиторы» в термодинамическом смысле) или влияют на скорость образования гидратов в газожидкостном потоке (это ингибиторы в прямом смысле этого термина или кинетические ингибиторы).

Первоначально в литературе использовался вполне естественный термин «антифризы», который впоследствии был вытеснен термином «ингибиторы».

Механизм действия ингибиторов гидратообразования в термодинамическом смысле заключается в снижении активности воды в водном растворе и, как следствие, в изменении равновесных условий образования гидратов. В качестве таких ингибиторов используют водные растворы электролитов и неэлектролитов. Однако существуют такие вещества (например, серный эфир, ацетон, некоторые спирты), которые, с одной стороны, снижают активность воды в водном растворе, а с другой – сами участвуют в образовании смешанного газового гидрата. Для таких веществ обнаруживается предел (по концентрации) их ингибирующего действия. Предел ингибирующего действия для ряда водорастворимых веществ впервые обнаружил и исследовал Э.В. Маленко.

Собственно ингибиторы гидратообразования – это вещества, сильно замедляющие скорость роста гидратов. К ним можно отнести некоторые ПАВ. Разумеется, рассматриваемая классификация ингибиторов гидратообразования несколько условна. Например, большинство неэлектролитов – ингибиторов в термодинамическом смысле – являются эффективными катализаторами процесса гидратообразования, например, метанол. Не учёт этого обстоятельства приводил (и до сих пор приводит) к многочисленным неточностям при экспериментальном определении равновесных условий гидратообразования в присутствии ингибиторов.

Ингибиторы гидратоотложения – вещества, изменяющие консистенцию гидратной массы (т.е. делающие её текучей, например, за счёт диспергирования газовых гидратов в газожидкостном потоке) и/или меняющие условия адгезии (прилипания) гидратов к внутренним поверхностям промысловых коммуникаций.

Ингибиторы по своему составу можно подразделить на *простые* и *смешанные* (т.е. состоящие из ряда веществ). Смешанные ингибиторы могут быть ингибиторами синергетического действия (в этом случае компоненты смешанного состава взаимно усиливают антигидратную активность реагента, иначе говоря, имеет место неаддитивный вклад каждого компонента в антигидратную активность).

По характеру своего действия ингибиторы делятся на *простые* (одноцелевые) и *комплексные* (многоцелевые). Последние являются не только антигидратными, но могут также предотвращать коррозию, отложения солей и парафинов, способствовать выносу жидкости с забоя скважины. Появление и расширение ассортимента многоцелевых ингибиторов обусловлено чисто технологическими причинами. Кроме того, следует отметить, что многие ингибиторы гидратов (например, гликоли) одновременно являются и осушителями газов.

При выборе конкретного ингибитора гидратов необходимо учитывать следующие основные моменты:

- геологические, физико-географические и климатические условия того или иного месторождения;
- технологические особенности ингибитора, предполагаемого к применению с учётом функционирования сбора и промысловой обработки газа на рассматриваемом месторождении, возможностей применения современных технологий рециркуляции ингибиторов;
- коррозионную активность основного реагента, входящего в состав ингибитора гидратов;
- совместимость ингибитора с пластовой минерализованной водой и с другими реагентами при разработке составов многоцелевого назначения, например, при разработке комплексных ингибиторов коррозии, парафиноотложения и гидратообразования;
- возможность организации собственного производства ингибитора вблизи месторождения с использованием компонентов нефтяного газа в качестве сырья, например, производство метанола методом неполного окисления кислородом воздуха;
- ожидаемый (планируемый и/или расчётный) и фактический удельные расходы ингибитора на промысле и вытекающие отсюда технико-экономические показатели с учётом дополнительных затрат на хранение реагентов, создание резервных запасов и утилизацию промстоков;

- особенности приготовления ингибитора нужного состава и его распределения по точкам ввода и те трудности, которые возникают при автоматизации и регулировании процесса ингибирования;
- класс токсичности и соблюдение мер безопасности, необходимые при применении реагента;
- возможность и целесообразность регенерации отработанных растворов ингибиторов и выбор оптимальной технологии регенерации;
- пути утилизации отработанных растворов ингибиторов, не подлежащих регенерации с целью обеспечения постоянно повышающихся требований к охране окружающей среды (воздушного бассейна; обезвреживание промстоков и их закачка в поглощающие горизонты с учётом особенностей охраны геологической среды).

Это далеко не полный перечень вопросов, которые возникают и требуют решения при проектировании и разработке систем сбора нефтяного газа, при реконструкциях и модернизациях действующего промыслового оборудования и изменении технологии сбора и первичной обработки газа, а также при анализе возможностей перехода на новые ингибиторы гидратообразования.

Наряду с этим предъявляются и технологические (физико-химические) требования к ингибиторам гидратообразования. Ингибиторы должны иметь:

- высокую поглотительную способность водного компонента в широком интервале концентраций, давления и температур;
- низкие давления насыщенных паров, чтобы потери, связанные с их испарением, были незначительными;
- температуру кипения, отличающуюся от температуры кипения воды настолько, чтобы отделение поглощённой воды от ингибитора могло бы осуществляться простыми методами;
- плотность, отличающуюся от плотности углеводородного конденсата, для обеспечения чёткого разделения простыми способами;
- низкую вязкость в условиях эксплуатации, обеспечивающую хороший контакт с газом;
- нейтральные свойства, т.е. не вступать в химические реакции с ингибиторами, применяемыми в процессе добычи нефти;
- малую коррозионную активность;
- низкую вспениваемость в условиях контакта с газовой смесью;
- высокую устойчивость против окисления и термического разложения.

Наличие второго компонента в осушителе, когда смесь готовят непосредственно на промысле, требует дополнительных емкостей и насосов для его хранения и закачки. Если из-за необходимости изменения качественных показателей (температуры застывания, вязкости и т.д.) применяют двухкомпонентный осушитель, то второй компонент должен отвечать тем же требованиям, что и все осушители.

Этим требованиям в той или иной степени отвечают метанол, гликоли – этиленгликоль (ЭГ), диэтиленгликоль (ДЭГ), триэтиленгликоль (ТЭГ), пропиленгликоль (ПГ), смеси гликолей с их эфирами и т.д.

Сущность метода ингибирования заключается в том, что введённый в поток влажного газа ингибитор растворяется в свободной воде, в результате чего снижаются давление паров воды и температура гидратообразования.

Последовательность расчёта количество ингибитора, которое необходимо ввести в систему для предотвращения гидратообразования такова:

1. Определяется температура гидратообразования газа.
2. Определяется минимально возможная температура газа в газопроводе. Если этих данных нет, то для газопроводов, заглубленных в грунт, её можно принять равной 4,5 °С.
3. Рассчитывается количество жидкой влаги, которое может появиться в системе при минимальной температуре газа. В расчёте принимается, что точка росы газа по воде равна этой температуре.
4. Определяется концентрация ингибитора.
5. Если в качестве ингибитора применяется метанол, то при определении его расхода необходимо вводить поправку на его потери в паровой фазе, которые можно

определить с помощью данных, представленных на рисунке 7 (при этом расход метанола рассчитывается как сумма расходов, определённых на рисунке 7).

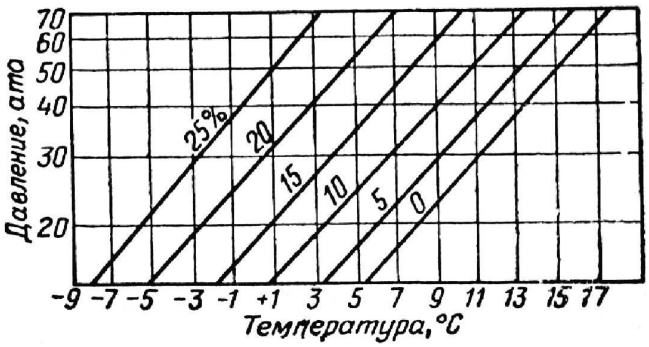


Рисунок 7 – Влияние концентрации метанола на разложение гидратов природного газа

Краткая характеристика цеха капитального ремонта скважин (ЦКРС) Вуктыльского ГПУ

Цех капитального ремонта скважин базируется в г. Вуктыл Вуктыльского района. В составе цеха работает 4 бригады капитального ремонта скважин.

В состав каждой бригады входит 4 вахты по 5 рабочих. Цех оснащён установками капитального и текущего ремонта скважин, в том числе одной «Р-80» и одной «F-100» румынского производства, «АРБ-100» г. Кунгур, «А-50» на базе автомобиля «Татра», «К-703 127 МТП» и «К-703МТУ80ВГ», колтюбинговая установка «М-20» Белорусского производства. ЦКРС выполняет ремонтные работы на всех месторождениях Вуктыльского ГПУ независимо от их отдалённости.

К основным видам работ, выполняемым бригадами КРС, относятся:

- замена, допуск до работающих интервалов пласта, ревизия НКТ, ФА;
- спуск струйных аппаратов;
- ревизия эксплуатационных колонн;
- разбуривание и установка цементных мостов;
- изоляция водопритоков и дополнительная перфорация;
- ликвидация парафино-гидратных пробок в стволах скважин;
- ликвидация скважин, консервация и расконсервация скважин;
- извлечение аварийных НКТ и другие работы.

Анализ затрат рабочего времени на капитальный ремонт скважин показывает, что значительное количество рабочего времени используется на строительно-монтажные и подготовительно-заключительные работы (в среднем они составляют около 30–50 %). Велики непроизводительные затраты, они составляют от 5,2 до 61,4 % всего рабочего времени. Это связано как с неудовлетворительным состоянием межпромысловых и промысловых дорог и невозможностью круглогодичного завоза грузов, оборудования и материалов на отдалённые месторождения (Западно-Соплесское, Югидское, Васильковское, Северо-Вуктыльская залежь), использованием морально и физически устаревшего оборудования, недостатком финансирования работ. Бригады ощущают недостаток в инструменте для ловильных работ (труболовки, Гумы, ВУК и «Пулмастер»). Большие трудности возникают в связи с недостаточной грузоподъёмностью применяемых установок для капремонта скважин.

Две установки «F-100» и «Р-80» эксплуатируются по второму и третьему сроку, происходит увеличение непроизводительных затрат, которые составляют 6 %. Сегодняшняя практика применения парка требует скорейшего его обновления и получения лучше оснащённых, мобильных установок в северном исполнении и большей грузоподъёмности до 125 тонн. Они в обязательном порядке должны оснащаться котельными установками. Это позволит применять при ремонте скважин оптимальные технологические растворы и улучшить безопасность и экологичность технологических операций.

Технику для перевозки оборудования, планировки площадок и выполнения подготовительных и специальных работ (таких как глушение, цементирование, подъём, перевозка и установка тяжёлого оборудования) ЦКРС получает по заявкам. Своей автомобильной и тракторной техники ЦКРС не имеет.

Также необходимо учитывать при планировании ремонта скважин недостаточную оснащённость бригад аварийным инструментом, оборудованием, запчастями и бурильными трубами для замены вышедших из строя. Фактором, увеличивающим продолжительность ремонтных работ, являются большие затраты времени на подготовительно-заключительные и монтажно-демонтажные работы, связанные с дальними передислокациями и длительным ремонтом оборудования при отсутствии межпромысловых дорог круглогодичного действия.

Результаты ремонтных работ на скважинах Югидского НГКМ за 2006–2010 гг.

За 2012–2016 гг. на Югидском месторождении цех капитального ремонта скважин Вуктыльского ГПУ выполнил 21 скважино-операцию по ремонту скважин, из них:

- в 2012 году ремонт скважин №№ 68 и 66;
- в 2013 году ремонт скважин №№ 143 и 129;
- в 2014 году ремонт скважин №№ 143 (2 раза) и 138;
- в 2015 году ремонт скважин №№ 64, 66, 52 и 141;
- в 2016 году ремонт скважин №№ 52, 62, 141, 138 и 66 (переходящая в 2017 год).

Также ремонт с помощью колтюбинговой установки М-20:

- в 2014 году скважина № 143;
- в 2015 году скважин №№ 52 и 138;
- в 2016 году скважин №№ 143 и № 129.

По видам работ при выполнении ремонтов скважин на Югидском НГКМ за 2012–2016 гг.:

- основная доля 33 % приходится на ревизию, замену НКТ и ФА;
- 26 % – ликвидация парафиновых и гидратных отложений и пробок, в том числе и с применением колтюбинговой установки «М-20»;
- 20 % – дополнительная или повторная перфорация;
- по 6 % – интенсификация притока и промывка забоя скважины;
- единичны по 3 % – ловильные работы, водоизоляция и ликвидация негерметичности ФА.

Структура распределения ремонтов по видам работ за указанный период показана на рисунке 8.

Рисунок 8 – Структура распределения ремонтных работ на Югидском НГКМ за 2006–2010 гг. по видам работ

С применением подъёмного агрегата за 2012–2016 гг. (за исключением скважины № 66, которая переходит ремонтом на 2017 год) было выполнено 17 скважино-операций по ремонту скважин и их успешность составляет 90 %. В данном случае ус-

пешность ремонтов на скважинах рассматривается с точки зрения добывных возможностей скважины после ремонта и сроков выполнения ремонта. Причиной снижения успешности являются две скважины (№№ 66 и 138), которые после ремонта не дали положительных результатов и сроки ремонта их значительно высоки.

С помощью колтюбинговой установки «М-20» за данный период было выполнено 5 скважино-операций по ликвидации парафино-гидратных отложений и пробок в стволе скважины.

Успешность ремонтов скважин с применением колтюбинговой установки при ликвидации парафино-гидратных отложений и пробок в стволе скважины составляет 75 %.

Анализ результатов с точки зрения успешности произведённых работ позволяет отметить следующее. На всех скважинах, где выполнялись ремонтные работы с помощью подъёмных агрегатов, кроме скважин №№ 66 и 138, получен положительный результат. Переведённые в эксплуатационный фонд скважины обеспечивают суточную добычу газа в среднем 490 тыс. м^3 в сутки, а УВ жидкости – 600 тонн в сутки. Из 5 ремонтов, проведённых с помощью колтюбинговой установки «М-20», заметен положительный эффект в виде увеличения послеремонтного периода работы скважины (в среднем в 1,4 раза) на четырёх скважинах. Эффективность ремонтов скважин Югидского НГКМ в 2016 году по дебиту газа показана на рисунке 9, по дебиту УВ жидкости – на рисунке 10.

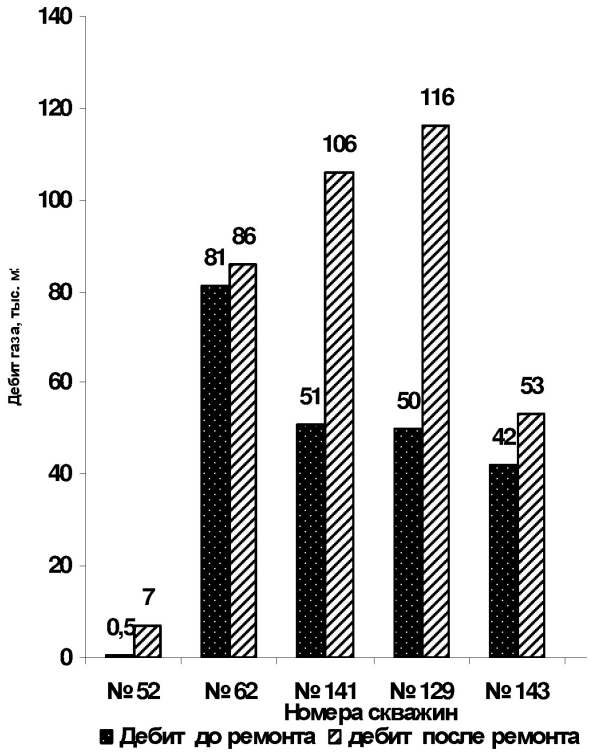


Рисунок 9 – Эффективность ремонта скважин на Югидском НГКМ (по дебиту газа) в 2016 году

Если провести анализ эффективности ремонтов скважин с точки зрения успешности на Югидском НГКМ по каждому году, можно отметить, что в 2016 году успешность составила 50 %. После проведения работ по расконсервации скважины № 68 и повторной перфорации продуктивных горизонтов дебит скважины составил по газу 181 тыс. м^3/сут., по конденсату 139 тонн/сут. На скважине № 66 ремонт положительных результатов не дал в связи с отсутствием новых технологий по ликвидации парафиновых пробок в стволе скважины. Промывку скважины проводили с помощью подъёмного агрегата «F-100» спуском в НКТ труб меньшего диаметра, поэтому сроки ремонта скважины значительно высоки.

В 2013 году успешность ремонтов скважины составила 100 %. В скважинах №№ 129 и 143 замечается увеличение дебита. Ремонт проводили подъёмной установ-

кой «F-100», при которой недостатком являются большие затраты по времени на подготовительные, монтажные и демонтажные работы (около 1 месяца). Несмотря на это, обе скважины не превышают по времени ремонта плановое время, и фактические затраты меньше сметной стоимости ремонта скважины.

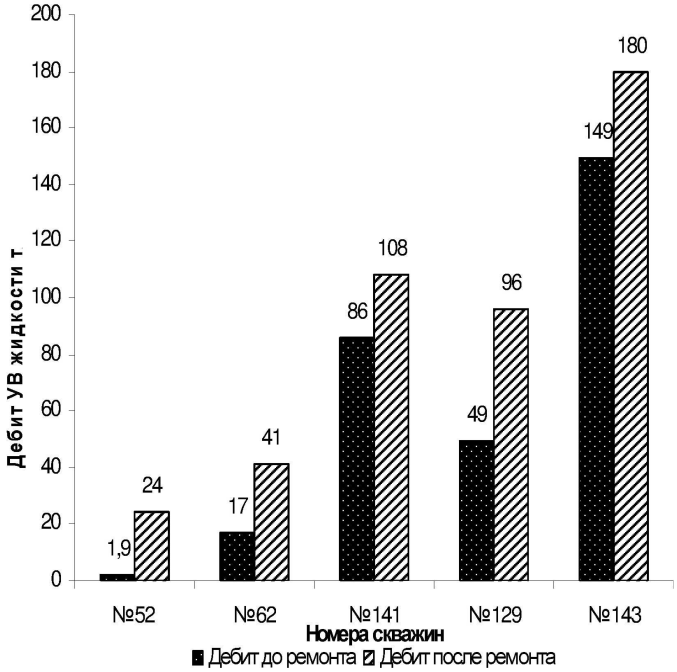


Рисунок 10 – Эффективность ремонта скважин на Югидском НГКМ (по дебиту УВ жидкости) в 2016 г.

В 2014 году успешность ремонта составляет 50 %. Скважина № 138 по добывным возможностям после ремонта результатов не дала. Несмотря на это, положительной стороной ремонта этой скважины является внедрение новых мероприятий и рационализаторских предложений по интенсификации с помощью струйного насоса, которые в дальнейшем применялись на Печоро-Кожвинском месторождении. При работе со струйным насосом получена максимальная депрессия на пласт 11,67 МПа при давлениях нагнетания жидкости 20,0–20,5 МПа двумя насосными агрегатами ЦА-320. Работа со струйным насосом в циклическом режиме (45–60 мин. – работа; 15–30 мин. – остановка) при давлении нагнетания 12–16 МПа в течение более четырёх суток позволила отобрать 73,8 м^3 воды из пласта, очистить его и увеличить его проницаемость.

Ремонт скважины № 143 в 2014 году проводился 3 раза. Первый ремонт проводился впервые с применением колтюбинговой установки «М-20». Целью ремонта являлась ликвидация парафиновых отложений в стволе скважины для последующего качественного глушения скважины перед выполнением ремонта с помощью подъёмной установки «А-50». Так как в продукции данной скважины большой процент тяжёлых углеводородов, следующим шагом для повышения добычи продукции скважины является замена НКТ спуском в скважину НКТ с полимерным покрытием для предотвращения образования внутри НКТ парафиновых отложений. После проведения ремонтных работ при исследовании скважины произошёл прихват и обрыв геофизического прибора и кабеля, что явилось причиной третьего ремонта скважины.

Все три случая ремонта скважины № 143 характеризуются высокими добывными показателями и малыми сроками ремонта.

В 2015 году успешность ремонтов скважин составила 80 %. Снижением процента успешности является скважина № 138. Причиной осложнений в процессе ремонта скважины являются гидратообразования по стволу скважины в больших интервалах. Промывка скважины с помощью колтюбинговой установки результатов не дала, в итоге ловильные работы подъёмными установками «К703-127 МТП» и «К703-80ВГ» выполнены не до конца в связи с малой мощностью ротора этих установок. В настоящее время скважина находится в ожидании капремонта.

В 2016 году успешность ремонтов скважин составила 85 %.

Все скважины, за исключением скважины № 138, после проведения ремонтных работ имеют дополнительный прирост дебита газа и конденсата.

Технология ремонтных работ на скважинах Югидского НГКМ

В качестве примера рассмотрим наиболее характерные отдельные технологические схемы ремонта скважин, проводимые в 2016 году.

Ремонт скважины № 141

Цель ремонта этой скважины – это ревизия НКТ и фонтанной арматуры, проведение комплекса геофизических исследований (ГИС) и дополнительной перфорации скважины.

– Начало ремонта: 01.02.2016 г.;
– конец ремонта: 16.03.2016 г.

Ремонт скважины производили установкой «А-50» на базе автомобиля «Татра».

Основные данные по скважине и её текущее состояние

Глубина скважины – 3114 м. Искусственный забой – 3108 м (цементный мост). Текущий забой – 3090 м.

Конструкция скважины:

- направление Ø 426 мм – 17,1 м;
- кондуктор Ø 324 мм –144 м;
- промежуточная колонна Ø 245 мм – 2158 м;
- эксплуатационная колонна Ø 168 мм спущена до глубины 3109 м и зацементирована до устья.

Верхняя секция колонны опрессована водой и воздухом на 28 МПа, вся колонна опрессована водой на 15 МПа и признана герметичной.

Устье скважины оборудовано:

- КГ-ОКК1-350 – 168×245;
- ФА-АФК6 – 100×65-350 ХЛ.

В скважину спущены НКТ 89 мм общей длиной 3040,03 м в количестве 349 шт. с расточной муфтой в «башмаке».

С 01.07.2012 г. по 01.08.2015 г. скважина была законсервирована, ствол скважины был заполнен газоконденсатной смесью. 10.12.2015 г. произвели освоение, и скважина запущена в эксплуатацию со следующими параметрами:

- пластовое давление $P_{пл} = 24{,}87$ МПа на глубине 3060 м (замер от 21.12.2015 г.);
- статическое давление буфер $P_{ст.буф} = 4{,}78$ МПа (замер от 21.12.2015 г.);
- статическое давление затрубье $P_{ст.затр} = 13{,}11$ МПа (замер от 21.12.2015 г.).

Дебит газа $Q_{газа} = 51$ тыс. м^3/сут., дебит конденсата $Q_{конд} = 81$ тонн/сут. (21.12.2015 г.).

Порядок проведения ремонтных работ

После глушения скважины закачкой обратной эмульсии (4 м^3) для блокирования интервалов перфорации с последующей закачкой пластовой воды произвели подготовку площадки для расстановки оборудования согласно утверждённой схемы. Демонтировали фонтанную ёлку, планшайбу, установили превентор. Произвели полный подъём НКТ 89 мм общей длиной 3041 м. Произвели ГИС в объёме:

- ПО-90 – шаблонирование до глубины 2920–3106 м;
- ВГД – уровень воды на глубине 538,5 м;
- ЭМДС на глубине 46–3028 м;
- АКЦ на глубине 560–3030 м;
- ПТС на глубине 0–3030 м;
- СГДТ на глубине 285–3030 м;
- ГК, ННКт на глубине 2380–3106 м;

Произвели дополнительную перфорацию в интервалах: 3072–3068 м, 3064–3056 м, 3044–3040 м, 3038–3021 м зарядами ПКС-105 плотностью 10 зарядов на погонный метр. Произвели спуск отревизированных НКТ 89 мм общей длиной 3012,01 м в количестве 345 шт. с расточной муфтой в «башмаке». Установили планшайбу и опрессо-

вали её гидравлически на 5 МПа. Установили фонтанную ёлку ФА АФК 6-100/65-35 ХЛ после ревизии и опрессовали её на 15 МПа.

Убрали территорию вокруг скважины и сдали скважину промыслу.

Результаты проведения ремонтных работ

Основной результат ремонта скважины № 141 – это увеличение дебита газа (до ремонта 51 тыс. м^3/сут, после ремонта 116 тыс. м^3/сут.) и конденсата (до ремонта 86 тонн/сут., после ремонта 96 тонн/сут.) за счёт выполнения следующих мероприятий:

- глушение скважины с применением обратной эмульсии для блокирования интервалов перфорации;
- проведение дополнительной перфорации;
- сокращение срока ремонта скважины за счёт рационального подбора подъёмной установки, которая не требует значительных затрат по времени на подготовительные работы, монтажные и демонтажные работы по сравнению с другими подъёмными установками ЦКРС. Также на сокращение времени ремонта скважины повлияло наличие связи с базой ЦКРС по «зимнику».

Ремонт скважины № 129 с помощью колтюбинговой установки «М-20»

Цель ремонта скважины – это промывка парафиновых отложений.

Начало ремонта: 22.10. 2016 г.;

конец ремонта: 05.11.2016 г.

Ремонт вели колтюбинговой установкой «М-20» Белорусского производства.

Основные данные по скважине и её текущее состояние

Глубина скважины – 3156 м, искусственный забой – 3078 м.

Конструкция скважины:

- направление Ø 426 мм – 21 м;
- кондуктор Ø 324 мм – 450 м;
- промежуточная колонна Ø 245 мм-2450 м;
- эксплуатационная колонна Ø 168 мм спущена до глубины 3156 м, зацементирована до устья вся колонна, опрессована на 11,5 МПа.

Интервалы перфорации:

- 3121–3112 м, 3093-3083 м – зацементирован;
- 3018–3010 – ПКО 89;
- 2996–2986 м, 2984–2972 м, 2963–2959 м, 2956–2948 м – ПКО 89;
- ЗПКС-100 – 12 отверстий на погонный метр.

Устье скважины оборудовано:

- КГ-ОКК1-1-350;
- ФА АФК 6-80/65-350.

В скважину спущены НКТ 73 мм с воронкой в «башмаке» на глубину 2934,5 м в количестве 348 шт. – пластовое давление $P_{пл} = 26{,}3$ МПа на глубине 2996 м (замер при опробовании 08.10.2015 г.);

- статическое давление буфер $P_{ст.буф} = 18$ МПа (замер от 08.10.2015 г.);
- статическое давление затрубье $P_{ст.затр} = 18{,}7$ МПа (замер от 08.10.2015 г.);
- $Q_{газа} = 50$ тыс. м^3/сут.; $Q_{конденсата} = 49$ м^3/сут. (09.2016).

После монтажа установки на устье скважины согласно схемы расстановки оборудования произвели спуск бесшовной длинномерной трубы (БДТ) в НКТ скважины до глубины 3000 м с промывкой горячей пластовой водой парафиновых отложений на факел. Давление промывки изменялось в интервале 8–3 МПа, температура промывочной жидкости составляла 40–50 °С. Промывку производили в интервале 0–3000 м, по окончании промывки на глубине 3000 м произвели полный подъём БДТ. Демонтировали установку, убрали территорию вокруг скважины и сдали скважину промыслу.

Результаты проведения ремонтных работ

Основной результат ремонта скважины № 129 – это увеличение дебита газа (до ремонта 50 тыс. м^3/сут., после ремонта 116 тыс. м^3/сут.) и конденсата (до ремонта 49 тонн/сут., после ремонта 96 тонн/сут.) за счёт выполнения следующих мероприятий:

- увеличение проходного сечения НКТ и эксплуатационной колонны (ЭК) за счёт промывки скважины горячей пластовой водой для ликвидации парафиновых от-

ложений в НКТ и ЭК с помощью бесшовной длинномерной трубы (БДТ) без предварительного глушения скважины.

Единственным недостатком технологии ремонта скважины № 129 является отсутствие в комплекте колтюбинговой установки «М-20» и в цеху оборудования для замкнутой схемы промывки парафиновых отложений в НКТ и ЭК (в частности, дегазатора). Промывка на скважине № 129 проводилась циклически закачкой горячей пластовой воды по 10 м^3 с последующим выбросом на факел газированной пластовой воды. Этот недостаток значительно повлиял на сроки ремонта и его фактическую сметную стоимость.

Выводы и рекомендации

На основании анализа эффективности ремонтных работ на скважинах Югидского НГКМ можно сделать следующие выводы:

- основные виды ремонтных работ, выполняемые ЦКРС, – это замена, ревизия НКТ и ФА, дополнительная перфорация, установка цементных мостов, техническое освидетельствование скважины, ликвидация парафино-гидратных пробок и др.;
- продолжительность и стоимость ремонтных работ зависит от геолого-технического состояния скважин, сложности ремонта, текущей стадии разработки месторождения, удалённости от основной базы, наличие круглогодичных дорог до месторождения и других факторов;
- при ведении ремонтных работ с применением подъёмных установок успешность ремонта составила 90 %, а с применением колтюбинговой установки 75 %;
- дополнительный прирост дебита газа и конденсата в результате выполненных ремонтных работ в 2012–2016 гг. составил соответственно по газу 53490 тыс. м^3, по конденсату 65265 тонн.

Для снижения стоимости ремонтных работ на Югидском НГКМ можно рекомендовать следующие мероприятия:

- планировать ремонт скважины с помощью мобильных установок;
- сократить время на подготовительно-заключительные операции за счёт улучшения планирования и выполнения организационно-технических мероприятий;
- необходимо обеспечить оснащённость ЦКРС требуемым оборудованием и материальными средствами.

Для повышения успешности ремонтных работ необходимо проводить качественные газодинамические и геофизические исследования, а также качественное глушение и освоение скважины, и рациональный подбор установки для ремонта скважин.

Литература:

1. Правила ведения ремонтных работ в скважинах : РД 153-39-023-97. – М. : Минтопэнерго, 1997.
2. Истомин В.А., Якушев В.С. Газовые гидраты в природных условиях. – М. : Недра, 1992 – 235 с.
3. Проект пробной эксплуатации старооскольской нефтегазоконденсатной залежи Югидского месторождения, том 1 : Отчёт ГП «Севергазпром»; руководитель Родыгин В.Р. – Ухта, 1991. – 118 с.
4. Авторский надзор за разработкой месторождений ВГПУ ПО «Севергазпром». Югидское месторождение : Отчёт о НИР «СеверНИПИгаз»; авторы Трегуб Н.И., Шелгунов В.В. – Ухта, 1993. – 132 с.
5. Совершенствование техники и технологии эксплуатации скважин и методов интенсификации притока газа на месторождениях П «Севергазпром» : Отчёт о НИР по теме 8.2.1 «СеверНИПИгаз»; руководитель Федосеев А.В. – Ухта, 1998. – 79 с.
6. Выполнить анализ пробной эксплуатации Югидского НГКМ, тема 13/96 : Отчёт о НИР «СеверНИПИгаз»; руководитель Петров Г.В. – Ухта, 2005. – 112 с.
7. Булатов А.И., Савенок О.В. Заканчивание нефтяных и газовых скважин: теория и практика. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2010. – 539 с.
8. Булатов А.И., Савенок О.В. Осложнения и аварии при строительстве нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2010. – 522 с.
9. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 1. – 540 с.

10.Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 2. – 576 с.
11.Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 3. – 576 с.
12.Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – Т. 4. – 512 с.
13.Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 1. – 432 с.
14.Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 2. – 532 с.
15.Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 3. – 348 с.
16.Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 4. – 464 с.
17.Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2011. – 603 с.
18.Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.

References:

1. Rules of conducting repair work in wells : RD 153-39-023-97. – M. : Ministry of Fuel and Energy, 1997.
2. Istomin V. A., Yakushev V.S. Gas hydrates in nature. – M. : Nedra, 1992 – 235 p.
3. Project of test operation of the Stary Oskol oil-gas condensate deposit of the Yugidsky field, volume 1 : Report of GP «Severgazprom»; the head Rodygin V.R. – Ukhta, 1991. – 118 p.
4. Architectural supervision of development of fields of VGPU PO Severgazprom. Yugidsky field : Report on research of SeverNIPIgaz; authors of Tregub N.I., Shelgunov V.V. – Ukhta, 1993. – 132 p.
5. Improvement of the equipment and technology of operation of wells and methods of an intensification of inflow of gas on fields P Severgazprom: Report on research on a subject 8.2.1 SeverNIPIgaz; the head Fedoseyev A.V. – Ukhta, 1998. – 79 p.
6. To make the analysis of test operation of the Yugidsky OGCF, a subject 13/96 : Report on research of SeverNIPIgaz; the head Petrov G.V. – Ukhta, 2005. – 112 p.
7. Bulatov A.I., Savenok O.V. Completion of oil and gas wells: theory and practice. – Krasnodar : Education - the South, 2010. – 539 p.
8. Bulatov A.I., Savenok O.V. Complications and accidents at construction oil and gas wells. – Krasnodar : Education - the South, 2010. – 522 p.
9. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 1. – 540 p.
10.Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 2. – 576 p.
11.Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – T. 3. – 576 p.
12.Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2015. – T. 4. – 512 p.
13.Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 1. – 432 p.
14.Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 2. – 532 p.
15.Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 3. – 348 p.
16.Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – T. 4. – 464 p.
17.Bulatov A.I., Voloshchenko E.Yu., Kusov G.V., Savenok O.V. Ecology at construction of oil and gas wells : manual for students of higher education institutions. – Krasnodar : Education - the South, 2011. – 603 p.
18.Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Scientific bases and practice of development of oil and gas wells. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2016. – 576 p.

УДК 622.276.6

ПРИМЕНЕНИЕ РЕАГЕНТА СНПХ-9633 ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН ПЛАСТОВ СЕРАФИМОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

APPLICATION OF REAGENT SNPCH-9633 FOR TREATMENT OF BOTTOMHOLE FORMATION ZONES OF THE SERAFIMOVSKOE FIELD

Оливейра Жерсон Гонсалу
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
gersongoncalo92@gmail.com

Очередько Татьяна Борисовна
кандидат химических наук,
доцент кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
a-ocheredko@mail.ru

Яковлев Алексей Леонидович
Директор департамента проектирования,
ООО «КНГК-Групп»
yakovlev@i-npz.ru

Самойлов Александр Сергеевич
Департамент лабораторных исследований,
Отдел нормирования технологических потерь
и отбора пластовых флюидов,
Сектор отбора пластовых флюидов,
ООО «НК «Роснефть» - НТЦ»
sasamoylov@rn-ntc.ru

Gerson Gonsalo Oliveira
Student,
Kuban state technological university
gersongoncalo92@gmail.com

Ocheredko Tatyana Borisovna
Candidate of chemical sciences,
Assistant professor of
the pulpit oil and gas deal of the name
of the professor G.T. Vartumyan
Kuban state technological university
a-ocheredko@mail.ru

Yakovlev Alexej Leonidovich
Head of the Design Department,
LLC «KNGK-Group»
yakovlev@i-npz.ru

Samoylov Alexander Sergeevich
Department of laboratory research,
Department of rationing process
losses and selection of reservoir fluids,
Sector selection
of reservoir fluids engineer,
Limited liability company
«Oil Company «Rosneft» Research
and Technical Centre»
sasamoylov@rn-ntc.ru

Аннотация. На Серафимовском месторождении накоплен значительный опыт использования передовых методов интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов (нефтекислотная, гипанокислотная обработки, термоимплозия и другие). При этом наряду с широким применением традиционных гидродинамических методов повышения нефтеотдачи пластов значительный интерес представляют современные физико-химические методы извлечения оставшейся после заводнения нефти. Одним из таких методов является обработка призабойной зоны пласта реагентом СНПХ-9633, который позволяет снизить объёмы попутно добываемой воды и повысить коэффициент нефтеотдачи пластов, что является важнейшей задачей на современном этапе разработки месторождения.

Ключевые слова: классификация методов увеличения нефтеотдачи; силикатно-щелочное воздействие; стабилизированные латексы; гидрофобизатор КСТ; гипанокислотная обработка; реагент СНПХ-9633; анализ эффективности применения реагента СНПХ-9633.

Annotation. Serafimovskoye field has accumulated considerable experience in the use of advanced methods of intensification of oil production and enhanced oil recovery (oil-acid, hypan-acid treatment, thermo-implosion and others). In addition to the widespread use of traditional hydrodynamic methods of increasing oil recovery, modern physical and chemical methods for recovering oil left after waterflood are of considerable interest. One of these methods is the treatment of the bottomhole formation zone with reagent SNPCh-9633, which allows to reduce the volume of water produced and to increase the oil recovery factor, which is the most important task at the present stage of field development.

Keywords: classification of methods for increasing oil recovery; silicate-alkaline effect; stabilized latexes; hydrophobic agent KST; hypan-acid treatment; reagent SNPCh-9633; analysis of the effectiveness of the reagent SNPCh-9633.

Общие сведения о районе работ

Серафимовское месторождение, являющееся одним из крупных нефтяных месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной области, расположено в западной части Башкирии, на территории Туймазинского района (рис. 1). В его строении участвуют рифейские, вендские, девонские, каменноугольные, пермские и четвертичные отложения. Месторождение приурочено к Леонидовской, Серафимовской, Константиновской и Балтаевской структурам, осложняющим Серафимовско-Балтаевский вал. Этот вал расположен в юго-восточной части Татарского свода, имеет субширотное простирание, хорошо прослеживается по всем горизонтам палеозоя.

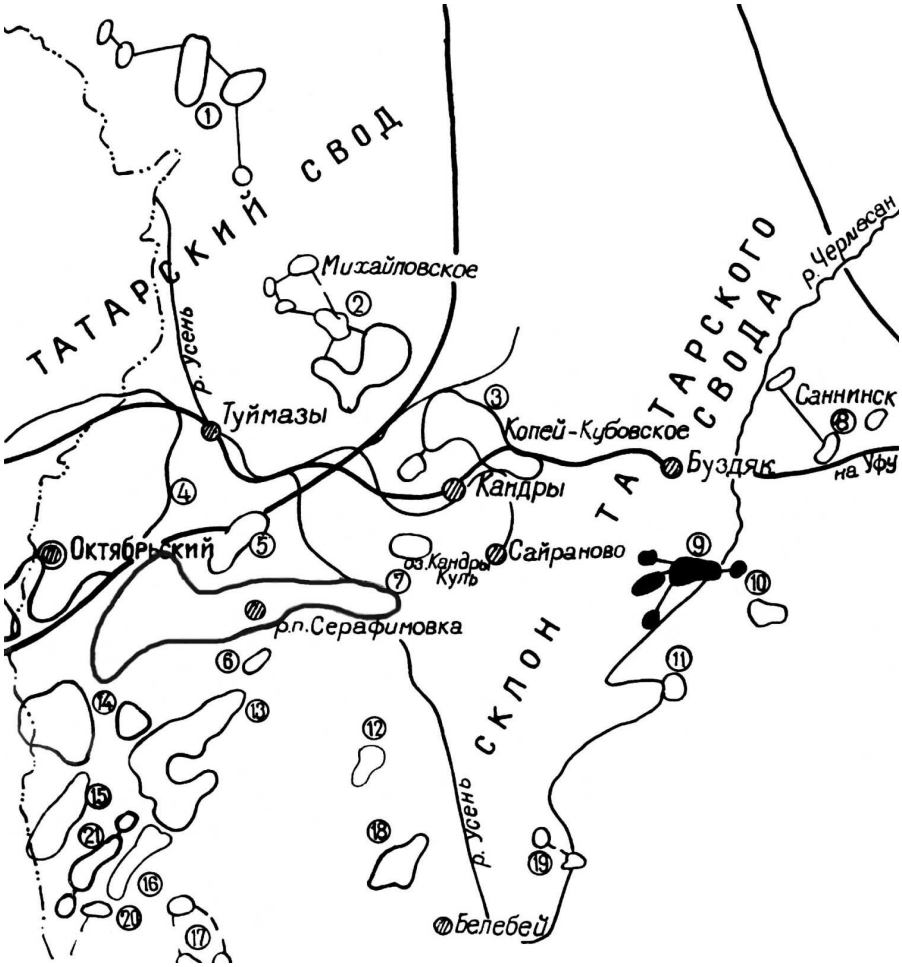


Рисунок 1 – Обзорная карта района работ:
1 – Мустафинское; 2 – Михайловское; 3 – Копей-Кубовское; 4 – Туймазинское; 5 – Субханкуловское; 6 – Серафимовское; 7 – Балтаевское; 8.Саннинское; 9 – Ташлы-Кульское; 10 – Петропавловское; 11 – Солонцовское; 12 – Кальшалинское; 13 – Троицкое; 14 – Стахановское; 15 – Абдулловское; 16 – Суллинское; 17 – Ермекеевское; 18 – Илькинское; 19 – Усень-Ивановское; 20 – Рятамакское; 21 – Березовское

Серафимовское месторождение было открыто и введено в разработку в 1949 году. Его начальные геологические запасы составляют 147211 тыс. тонн, что около 48 % запасов месторождений, разрабатываемых НГДУ «Октябрьскнефть». Всего на Серафимовском месторождении выявлено 123 залежи нефти с запасами категорий А, В и С. Основные начальные запасы приурочены к пашийскому горизонту ДI (более 59 % геологических запасов) и муллинскому горизонту пласта ДII (15 %).

Классификация МУН, особенности технологии и анализ их применения в НГДУ «Октябрьскнефть»

Месторождения НГДУ «Октябрьскнефть» вступили в позднюю стадию разработки, характеризующуюся значительными объёмами отбора и закачки воды. Интенсивная выработка запасов нефти неоднородных по коллекторским свойствам продуктивных

горизонтов, указанных месторождений, разрабатываемых с применением системы заводнения, привели к опережающему отбору нефти из высокопродуктивных коллекторов и, как следствие, к ухудшению структуры запасов нефти в сторону увеличения доли трудноизвлекаемых.

Площадное воздействие на пласт осадкогелеобразующими реагентами

Результаты внедрения технологического процесса силикатно-щелочного воздействия (СЩВ) в течение 10 лет указывают на его удовлетворительную технико-экономическую эффективность. Однако масштабы внедрения этого процесса, количество полученной нефти и прирост нефтеотдачи являются сравнительно небольшими: они ниже потребностей, а также потенциальных возможностей внедрения и не оказывают существенного влияния на уровень добычи нефти по месторождениям в целом. Основными недостатками разработанной технологии являются:

- наличие риска захоронения запасов нефти, остающихся в пласте, из-за сильного снижения проницаемости и закупорки водопроводящих каналов пласта;
- наличие риска резкого снижения приёмистости нагнетательных скважин при случайных нарушениях технологии (например, при порывах водоводов).

Существенным недостатком разработанного метода является также то, что технологией предусматривается одинаковая степень снижения проницаемости любой зоны пласта, а она должна быть различной.

Технология воздействия на пласт стабилизированными латексами (СТЛ)

Данная технология предназначена для снижения обводнённости и повышения нефтеотдачи нефтяных месторождений с неоднородными пластами на средней и поздней стадиях разработки путём закачки в нагнетательные скважины растворов латексов. Закачка может производиться по разовой технологии (обработка одной нагнетательной скважины) и что особенно важно с КНС (обработка группы нагнетательных скважин). В технологиях разовой закачки используется среднеконцентрированные растворы латексов, а при закачке с КНС – низкоконцентрированные объёмные оторочки растворов. В зависимости от геолого-физических условий месторождения подбирается оптимальная концентрация латекса в закачиваемых растворах. Для приготовления растворов латексов используется сточная минерализованная вода нефтяных месторождений при существующей системе заводнения.

Область применения – обводнённые месторождения с неоднородными терригенными и карбонатными коллекторами. Коллоидные размеры частиц латекса позволяют глубоко проникать в нефтяные коллектора, регулируя проницаемость водопромытых зон пласта, и способствуют выравниванию фронта нефтевытеснения, повышению охвата пласта заводнением и нефтеотдачи.

Воздействие на призабойную зону пласта гидрофобизатором КСТ

Технология по обработке гидрофобизатором КСТ призабойной зоны пласта предназначена для применения как:

- метод интенсификации процесса разработки;
- метод повышения нефтеотдачи пласта;
- метод увеличения приёмистости нагнетательных скважин.

Возможность применения КСТ на всех стадиях разработки нефтяных месторождений.

Обработка добывающих скважин с целью уменьшения водопритока и увеличения дебита по углеводородной составляющей (нефть, газ).

Обработка нагнетательных скважин с целью увеличения приёмистости. Обработка добывающих и нагнетательных скважин с целью:

- перераспределения фильтрационных потоков;
- увеличения охвата пластов заводнением;
- повышения степени выработки пластов;
- увеличения нефтеотдачи нефтенасыщенного коллектора.

Физико-химические свойства вещества КСТ – представляет собой мелкодисперсионный порошок-наполнитель на основе кремния частицами микронного и субмикронного размера. Обеспечивает селективную изоляцию – значительно повышает проницаемость пластов для нефти и газа, уменьшает для воды. Поверхность, обработанная веществом КСТ, приобретает абсолютно гидрофобные свойства: легко проникает в любую пористую поверхность, хорошо закрепляется на пористой поверхности как терригенных, так и карбонатных коллекторов.

Гипано-кислотная обработка карбонатных трещиновато-пористых коллекторов с высокой обводнённостью

Гипано-кислотная обработка предназначена для повышения эффективности обработки скважин с целью изоляции вод и повышения нефтеотдачи пластов.

Объектом воздействия являются скважины, эксплуатирующие карбонатные коллектора с обводнёностью от 45 до 100 % и отвечающие следующим условиям:

- наличие запасов нефти в пласте в зоне действия добывающей скважины;
- пластовое давление не должно превышать гидростатическое;
- кавернозность, пористость, трещиноватость должны находиться в пределах, обеспечивающих давление нагнетания жидкости 6–12 МПа, при интенсивной закачке 100–600 л/мин.

Технология заключается в строго последовательной и раздельной закачке реагентов:

- коагулятора, предварительное насыщение которым высоко проницаемых пластов обеспечивает более качественное гелеобразование;
- полимера, закачка которого обеспечивает сшивание в призабойной зоне отдельных, рассечённых трещинами блоков и массив и создаёт условия для проведения солянокислотной обработки под давлением;
- соляной кислоты, закачка которой способствует упрочению изолирующей смеси и создания новых каналов притока нефти.

Технология осуществляется в тёплое время года (май – октябрь) в связи с высокой вязкостью полимера (при минус 5–10 °С теряет текучесть).

Технология повышения нефтеотдачи с применением композиции БиоПАВ + жидкое стекло + нефть

Технология избирательной изоляции высокопроницаемых зон пласта с использованием новых для нефтяной промышленности продуктов биосинтеза (БиоПАВ, биополимеры) открывает новые возможности повышения нефтеотдачи на неоднородных высокотемпературных месторождениях, где другие технологии оказываются неэффективными.

Применение технологий на основе продуктов биосинтеза наиболее эффективно для нефтяных пластов, находящихся на поздней стадии разработки, где необходимы выравнивание профилей приёмистости нагнетательных скважин, изоляция водопроводных зон, ограничение водопритока с последующей интенсификацией добычи нефти из недренируемых зон пласта. Наиболее перспективным является создание композиции, синтезирующей гелеобразующие системы непосредственно в пласте по истечении определённого времени после смещения.

Использование биологических ПАВ для увеличения нефтеотдачи является новым направлением в научных исследованиях и технологических разработках. Практическое значение БиоПАВ микробного происхождения обусловлено их способностью в небольших концентрациях существенно снижать поверхностное и межфазное натяжение водных растворов, низкими значениями критических концентраций мицеллообразования эмульгировать и деэмульгировать нефтепродукты, снижать вязкость и изменять реологию тяжёлых нефтей.

В технологиях повышения нефтеотдачи пластов с применением БиоПАВ используются как нефтеотмывающие, так и эмульгирующие свойства.

Однако в условиях высокой обводнённости продукции месторождений на поздней стадии разработки эффективность применения водных растворов БиоПАВ снижается.

Основным преимуществом биореагента является его биодеградабельность или способность к полному разложению при естественных пластовых условиях, т.е. технологии с применением БиоПАВ экологически безопасны.

Жидкое стекло используется с массовой долей двуокиси кремния 24,6–31,6 % и плотностью 1360–1500 кг/м^3. Двуокись кремния хорошо растворяется как в пресной, так и водном растворе БиоПАВ. Инициатором гелеобразования являются катионы щелочноземельных металлов в пластовой воде.

Проектирование применения обработки призабойной зоны пласта реагентом СНПХ-9633 Серафимовского месторождения

Проблемы повышения нефтеотдачи пластов в условиях естественного снижения извлекаемых запасов нефти на длительно разрабатываемых месторождениях стало крайне актуальной. Изменение во времени продуктивности скважин – одна из причин нарушения режимов отбора, что приводит к неравномерному обводнению и образованию целиков нефти, резкому ухудшению технико-экономических показателей эксплуатации месторождения. Заданная характеристика призабойной зоны пласта плохо обеспечивается при своевременном воздействии на породу для изменения её параметров.

Всё это обуславливается необходимостью широкого использования на низкоэффективных сильно обводнённых залежах разнообразных методов обработки призабойной зоны и методов увеличения нефтеотдачи.

На Серафимовском месторождении проводится достаточно много методов по повышению нефтеотдачи. Данное месторождение находится на заключительной стадии разработки, 112 скважин имеют обводнённость более 87 %, поэтому самыми актуальными методами нефтеизвлечения считаются физико-химические и гидродинамические, связанные с уменьшением водопритока подошвенных вод и улучшением фильтрации нефти в призабойной зоне пласта за счёт действия гидрофобизаторов и растворителей.

Сделанный выше анализ позволяет выделить реагент СНПХ-9633 как один из самых эффективных методов воздействия на призабойную зону пласта на данном объекте.

Анализ эффективности применения СНПХ-9633 на Серафимовского месторождении

За пять лет с 2012 по 2016 гг. было произведено 16 обработок, дополнительная добыча составила 27554 тонн нефти с эффективностью на одно мероприятие 1,94 тыс. тонн на скважину, при средней эффективности по всем проводимым мероприятиям Серафимовского месторождения 1,01 тыс. тонн на скважину. Коллекторские свойства продуктивных пластов – песчаников девона, песчаников нижнего карбона и известняков турнеевского ярусов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Коллекторские свойства продуктивных пластов

Коллекторские свойства	Пласт			
	$Д_1$ (девон)	$С_{121боб}$ (бобрик)	$С_{1\text{-}1}$ (турней)	$Д_4$ (девон)
Пористость, %	19	16	11	16,2
Проницаемость, мкм^2	0,223–0,344	0,271–0,442	0,050	0,238–0,502
Нефтенасыщенность, %	82–90	84	81	77–93

Наибольшая успешность по обработкам получена на девонском песчанике ($Д_1$ и $Д_4$): по скважинам №№ 573, 190, 218 и 96 обводнённость снизилась с 97,2–100 % до 90,1–95,9 %, дебит по нефти увеличился с 0,6–4,0 тонн/сут до 2,6–11,4 тонн/сут. В первую очередь, это обусловлено хорошими гидродинамическими свойствами пласта и достаточно глубоким проникновением реагента в ПЗП. На общем фоне обработки не плохие результаты также получены по песчаникам нижнего карбона $С_{121боб}$ скважины № 5: снижение обводнённости с 97,2 до 95,0 %, увеличение дебита с 3,3 до 6,8 тонн/сут. Заметное снижение эффективности по скважине № 1386 пласта $С_{1\text{-}1}$ карбоната турнейского яруса кизеловского горизонта обусловлено структурой пласта, его низкой проницаемостью, низкой пористостью и значительной трещиноватостью: снижение обводнённости с 77,7 % до 70,0 %, увеличение дебита нефти с 1,3 до 2,1 тонн/сут. и уменьшением зоны охвата действия реагента в пласте.

В целом успешность обработки реагентом СНПХ-9633 составила около 80 %. Из анализа, сделанного выше, следуют выводы:

1) наибольшего успеха данная обработка достигла по песчаникам девона и нижнего карбона;

2) при обработках коллекторов предпочтительны скважины с поровотрещиноватой структурой породы и давлением закачки не ниже $P_{зак}$ = 3–4 МПа.

По результатам всех обработок получена величина удельной технологической эффективности 171 тонна дополнительной нефти на 1 тонну закачанного в пласт раствора. Коэффициент нефтеотдачи достигнет 0,272 или увеличится на 6,2 %. На основе анализа эффективности обработок пласта в НГДУ «Октябрьскнефть» дополнительная добыча составит 107 тыс. тонн. Показатели работы участка по закачке СНПХ-9633 на Серафимовского месторождении представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели работы участка по закачке СНПХ-9633 на Серафимовском месторождении

Показатели	2012	2013	2014	2015	2016
Количество реагента СНПХ-9633, тонн	53,21	51,08	37,24	42,77	34,59
Количество скважин с закачкой СНПХ-9633, ед.	5	4	2	3	2
Всего скважин с СНПХ-9633, ед.	9	8	6	7	5
Добыча нефти за год, тыс. тонн	174,7	150,8	162,7	185,8	182,3
с начала разработки, тыс. тонн	4641,6	4792,5	4955,1	5141,0	5202,9
Добыча жидкости с начала разработки, тыс. м^3	2397,1	2464,4	2534,2	2598,5	2636,0
Обводнённость текущая, %	73,0	73,4	82,3	84,0	85,1
Закачка воды, тыс. м^3	153,4	153,8	154,4	97,7	101,3
с начала разработки, тыс. м^3	6337,0	6490,8	6645,1	6742,8	6805,9
Средняя суточная приёмистость нагнетательной скважины, м^3/сут.	108	117	114	129	132
Баланс закачки к отбору жидкости, %	87,8	102	94,9	52,6	55,5
с начала разработки, %	136,5	135,4	134,1	131,1	130,8
Дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	23,5	48,8	40,9	56,1	65,5
Накопленная добыча нефти, тыс. тонн	35,0	69,1	58,3	95,2	121,6
Удельная технологическая эффективность, тонн/тонн	165	171	166	192	214

Положительные результаты обработки объясняются в основном хорошими гидродинамическими свойствами пласта и глубоким проникновением реагента. Дополнительная добыча нефти при средней продолжительности эффекта 95 сут. составляет 620 тонн на одну обработку.

В результате обработок дополнительная закачка воды в скважину составила от 3,7 до 285,5 тыс. м^3, или в среднем 81,7 тыс. м^3 на одну обработку.

Продолжительность эффекта от обработок призабойной зоны пласта данным методом превысила 150 сут., а количество дополнительно закачанной воды – 39 тыс. м^3.

Таким образом, обработки терригенных и карбонатных пластов с невысокими пластовыми температурами и давлениями дают положительный эффект. За счёт обработок призабойной зоны пласта дополнительная добыча нефти составляет около 17,7 тыс. тонн Успешность обработок в среднем составляет 76,3 %.

Выбор объектов для применения реагента СНПХ-9633

В скважинах, где продуктивные пласты представлены карбонатными или терригенными коллекторами.

Наличие значительных остаточных запасов нефти.

Высокая обводнённость извлекаемой продукции (свыше 90 %, желательно более 95 %).

Источник обводнения скважины – вода из интервала перфорации или заколонные перетоки.

Наличие приёмистости скважины перед закачкой реагента СНПХ-9633.

Отсутствие непосредственно перед обработкой реагентом СНПХ-9633 закачки высоковязких систем (гипан, пиранонефтесернокислотная смесь и др.).

По возможности минимальная депрессия на пласт в ходе эксплуатации (желательно не выше 1 МПа, особенно после обработки).

Устьевая арматура и эксплуатационная колонна скважин должны быть герметичными.

Эксплуатационная колонна должна быть опрессована при давлении, превышающим рабочее давление.

Цементный камень за эксплуатационной колонной должен быть поднят выше «башмака» кондуктора.

Пресные воды за кондуктором должны быть надёжно разобщены цементным камнем от нижележащих минерализованных.

Забой скважины должен обеспечивать проведение ГИС.

Химический состав и минерализация закачиваемых вод существенно влияют на эффективность применения сшитых полимерных систем для регулирования заводнения, поэтому для получения оптимального эффекта перед проведением работ необходимо правильно подобрать рецептуру химреагентов.

Геолого-физические критерии эффективного применения технологии СНПХ-9633 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Геолого-физические критерии эффективного применения технологии СНПХ-9633

№№ n/n	Наименование критерия	Характеристика, величина
1	Тип коллектора	терригенный, карбонатный
2	Вид коллектора	поровый, трещинно-поровый
3	Стадия разработки	заключительная
4	Система заводнения	площадная, рядная, очагово-избирательная
5	Средняя обводнённость добываемой продукции по участку	60–98 %
6	Соотношение проницаемости пропластков	> 2
7	Коэффициент расчленённости	> 2
8	Глубина залегания пласта	до 2500 м
9	Температура прискважинной зоны пласта	до 50 °С
10	Приёмистость скважины при рабочем давлении нагнетания	> 150 $м^3$/сут.

Техника и технология метода

В процессе эксплуатации продуктивных отложений залежей происходит обводнение продукции при низкой выработке запасов. Прогрессивное обводнение связано с подтягиванием подошвенной или прорывом нагнетательных вод. Технология предназначена для улучшения показателей работы добывающих скважин в залежах с неоднородными карбонатными или терригенными коллекторами при пластовых температурах 20–50 °С и различной минерализацией попутно добываемых вод.

Технология основана:

- на способности реагента СНПХ-9633 (А1, В1, В2) при взаимодействии с минерализованной водой, обводняющей скважиной, образовывать в промытых зонах высоковязкие устойчивые эмульсии с внешней углеводородной фазой (селективная изоляция);
- на повышении проницаемости нефтенасыщенных зон за счёт гидрофобизирующего действия реагента;
- на способности реагента растворять и деспергировать асфальто-смоло-парафиновые отложения.

Состав закачиваемого реагента (марка реагента) подбирается исходя из типа и минерализации (плотности) попутно извлекаемых вод и пластовой температуры.

Материалы и оборудование, применяемые в технологическом процессе

Реагент СНПХ-9633 ТУ 39-05765670-ОП-180-93 (марка для заказа).

Реагент СНПХ-9633 представляет собой раствор композиции ПАВ в углеводородном растворителе.

Характеристика реагента приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика реагента СНПХ-9633

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Внешний вид	визуально	Однородная прозрачная жидкость тёмно-коричневого или зелёного цвета
Плотность при 20 °С, в пределах	кг/м^3	750–950
Вязкость при 20 °С, не выше	мПа · с	3,0
Температура застывания, не выше	°С	минус 25

Реагент готовится в соответствии с техническими условиями, поставляется и закачивается в скважину в товарном виде. Для продавки СНПХ-9633 обычно используется пластовая (девонская) вода хлоркальциевого типа плотностью 1180 кг/м^3 или вода хозяйственно-питьевого назначения (ГОСТ 24402-81).

При закачке реагента применяется следующая спецтехника:

- цементировочный агрегат ЦА-320;
- автоцистерны нефтепромысловые АЦ-6,6, АЦН-5,5, предназначенные для транспортировки ЛВЖ;
- автоцистерны нефтепромысловые типа АЦН 11-257, АЦ-10, предназначенные для транспортировки воды;
- установки насосные типа УНЦ 1-160×500 К (Азинмаш-30А), УНЦ 1-160×32 К, УНЦ 1-160×70 К;
- металлическая ёмкость для аварийного сброса жидкости объёмом не менее 30 м^3 (на базе цеха).

Технология проведения закачки реагента

До ремонта скважины определяем дебит, обводнённость продукции, плотность попутно добываемой воды, пластовое и забойное давление, источник обводнения, пластовую температуру, снимаем кривую восстановления давления.

Определяем приёмистость скважины на пластовой воде. При давлении нагнетания, превышающем давление гидроразрыва методами ОПЗ (кислотная ванна), снижаем давление приёмистости.

Заглушаем скважину пластовой водой.

Поднимаем подземное оборудование.

Промываем скважину с допуском пера до забоя.

Оборудуем скважину пакером.

Закачиваем расчётное количество реагента СНПХ-9633 при давлении, не превышающем давление раскрытия трещин (гидроразрыва) в карбонатных коллекторах, марка реагента выбирается исходя из минерализации извлекаемых вод.

Рекомендуемый объём реагента на одну скважино-обработку 4–6 м^3 на 1 м перфорированной толщины пласта (ПТП). В том случае, если перфорированная толщина составляет менее 5 м, то целесообразно определять расход реагента из величины 6 м^3 на 1 м ПТП, но не менее 10–12 м^3 на 1 скважино-обработку. Если ПТП 5–10 м, то количество определяется из расчёта 5 м^3 на 1 м ПТП, а если более 10 м, то 4 м^3 на 1 м ПТП соответственно.

Продавливаем реагент в пласт расчётным количеством пластовой девонской воды. Объём продавочной жидкости определяется из объёма закачиваемого реагента СНПХ-9633 (табл. 5).

Таблица 5 – Объём продавочной жидкости

Реагент, м^3	Требуемый объём продавочной жидкости, м^3
менее 20	$V_{нкт} + 6$
20–40	$V_{нкт} + 9$
более 40	$V_{нкт} + 12$

Объём продавочной жидкости не должен быть менее, чем внутренний объём НКТ плюс 2 м^3.

Промываем и закрываем скважину на реагирование на 24–48 часов.

Промываем скважину от продуктов реакции. Опускаем подземное оборудование и пускаем скважину в эксплуатацию.

После вывода скважины на режим определяем следующие параметры: дебит скважины, обводнённость продукции, плотность извлекаемой воды, коэффициент продуктивности, снимаем кривую восстановления давления и сравниваем с аналогичными характеристиками до обработки.

В случае повышения давления нагнетания (выше давления опрессовки эксплуатационной колонны) закачку реагентов прекратить, обратной промывкой нефтью вымыть реагенты из скважины и НКТ. После обработки пластов реагентом СНПХ-9633 при эксплуатации скважины минимальная депрессия не должна превышать 1 МПа.

Жидкости, извлекаемые из скважины, собрать в ёмкость.

Грунт, пропитанный реагентом при разливе, собрать и утилизировать в местах утилизации грунтов, облитых нефтью.

Выбор скважины для проектирования применения СНПХ-9633

Наибольшая успешность по обработкам получена на девонском песчанике ($Д_1$ и $Д_4$): по скважинам № 573, 190, 218 и 96 обводнённость снизилась с 97,2–100 % до 90,1–95,9 %, дебит по нефти увеличился с 0,6–4,0 тонн/сут. до 2,6–11,4 тонн/сут. В первую очередь, это обусловлено хорошими гидродинамическими свойствами пласта и достаточно глубоким проникновением реагента в ПЗП. Поэтому закачку реагента целесообразнее провести в скважину, объектом эксплуатации которой является продуктивный пласт $Д_1$ пашийского горизонта. Данный пласт представлен терригенным коллектором (песчаник). Тип коллектора поровый. Источником обводнения скважины является подошвенная вода из интервала перфорации. Приёмистость скважины перед закачкой реагента СНПХ-9633 составляет 0,83 м^3/мин. ($H_{ст} = 417$ м, $H_{дин} = 1466$ м). Перед мероприятием в данной скважине не проводились обработки.

Скважина относится к числу добывающих скважин и расположена на Серафимовском месторождении, которое находится на заключительной стадии разработки. Плотность извлекаемой пластовой воды, обводняющей скважину, составила 1087 кг/м^3, а средняя обводнённость продукции равна 96,4 %.

По результатам обработок пластов $Д_1$ по скважинам №№ 494, 296, 576, 52, 190, 90 и 96 было получено:

- среднесуточный прирост дебита нефти составил 4,3 тонн/сут. (при среднем дебите до мероприятия – 1,6, после – 5,9 тонн/сут.);
- снижение обводнённости – на 6,15 % (при средней обводнённости до мероприятия – 94,4, после – 88,25 %);
- уменьшение добычи жидкости на 30,7 м^3/сут. (при средней добыче жидкости до мероприятия – 104,8, после – 74,14 м^3/сут.).

Дополнительная добыча нефти при средней продолжительности эффекта 1,125 года составила 1242,6 тонн.

По исследованиям, сделанным перед мероприятием, можно сделать заключение, что данный объект подходит для применения метода, и обработка будет достаточно эффективной.

Оценка фактической и проектной технологической эффективности

1. Базовый дебит нефти (до мероприятий):

$$q_{1н} = \frac{\sum_{i=1}^{3} q_н}{3} \text{ тонн/сут.;} \quad (1)$$

$$q_{1н} = \frac{3+3+3{,}2}{3} = 3{,}13 \text{ тонн/сут.}$$

2. Текущая добыча нефти после мероприятия:

$$Q_{нi} = q_{2нi} \cdot t_i \text{, тонн/мес.} \quad (2)$$

где i – номер месяца после проведения мероприятия; $q_{2н}$ – дебит нефти после мероприятия;

$Q_{н5} = 8{,}6 \cdot 31 = 266{,}6$ тонн/мес.;
$Q_{н6} = 6{,}7 \cdot 30 = 204{,}0$ тонн/мес.;
$Q_{н7} = 6{,}8 \cdot 31 = 210{,}8$ тонн/мес.;
$Q_{н8} = 7{,}1 \cdot 30 = 213{,}0$ тонн/мес.;
$Q_{н9} = 6{,}7 \cdot 31 = 207{,}7$ тонн/мес.;
$Q_{н10} = 6{,}9 \cdot 31 = 213{,}9$ тонн/мес.;
$Q_{н11} = 5{,}5 \cdot 30 = 165{,}0$ тонн/мес.

3. Текущая дополнительная добыча нефти:

$$\Delta Q_{нi} = (q_{2нi} - q_{1н}) \cdot t_i \text{, тонн/мес.} \quad (3)$$

$\Delta Q_{н5} = (8{,}6 - 3{,}13) \cdot 31 = 169{,}6$ тонн/мес.;
$\Delta Q_{н6} = (6{,}7 - 3{,}13) \cdot 30 = 110{,}1$ тонн/мес.;
$\Delta Q_{н7} = (6{,}8 - 3{,}13) \cdot 31 = 113{,}8$ тонн/мес.;
$\Delta Q_{н8} = (7{,}1 - 3{,}13) \cdot 30 = 119{,}1$ тонн/мес.;
$\Delta Q_{н9} = (6{,}7 - 3{,}13) \cdot 31 = 110{,}7$ тонн/мес.;
$\Delta Q_{н10} = (6{,}9 - 3{,}13) \cdot 31 = 116{,}9$ тонн/мес.;
$\Delta Q_{н11} = (5{,}5 - 3{,}13) \cdot 30 = 71{,}9$ тонн/мес.

4. Накопленная дополнительная добыча нефти (фактический технологический эффект):

$$\Delta Q_н = \sum_{i=1}^{n} (\Delta Q_{нi}) = \sum_{i=1}^{n} (q_{2нi} - q_{1н}) \cdot t_i \text{ ,} \quad (4)$$

где n – продолжительность эффекта;

$\Delta Q_н = 169{,}6 + 110{,}1 + 113{,}8 + 119{,}1 + 110{,}7 + 116{,}9 + 71{,}9 = 781{,}1$ тонн.

Результаты замеров дебитов жидкости показали, что применение реагента СНПХ-9633 эффективно. Такую же обработку применили в скважинах №№ 27 и 28 Троицкой площади по пласту $Д_{11}$ и в скважине № 1010 Константиновской площади по пласту $С_{121боб}$, в скважинах №№ 1131 и 884 на Серафимовском месторождении.

Таким образом, предложенная технология по обработке неоднородных или терригенных коллекторов, дающих высокообводнённую нефть, позволяет улучшить показатели работы добывающих скважин при низкой выработке запасов.

Процесс закачки реагента СНПХ-9633

Закачку реагента СНПХ-9633 марки В2 проведём в скважину № 797 Серафимовского площади. Обработка проводится в летнее время.

С целью проведения ремонтно-изоляционных работ по пласту $Д_1$ были проведены следующие работы:

- опрессовали колонну с $D = 0{,}146$ м на 10 МПа, через 30 мин. снижения не наблюдалось, колонна герметична. Начальная приёмистость составила 2,5 м^3 за 3 мин. при 9 МПа;
- в пласт закачали реагент СНПХ-9633 марки В2 плотностью 856 кг/м^3 в объёме 32 м^3 при $P = 11$ МПа;
- продавили реагент в пласт минерализованной водой плотностью 1058 кг/м^3 в объёме 37,31 м^3 при $P = 3$ МПа;
- промыли скважину водой в объёме 53,7 м^3.

На реакции скважина находилась 40 часов.

Далее спускаем УЭЦН 250-1500 на глубину 1350 м и вводим скважину в эксплуатацию.

Общее время капитального ремонта скважины № 797 составило 18 сут.

В заключении следует сказать, что рассмотренная технология для обработки призабойной зоны добывающих скважин позволяет снизить водо- и увеличить нефтепроницаемость коллектора за счёт его гидрофобизации (селективная изоляция) и уменьшения вязкости нефти из-за её разбавления углеводородной композицией ПАВ. В целом после применения реагента СНПХ-9633 примерно у 70 % скважин коэффициент продуктивности повышается. Среднесуточный прирост дебита нефти на 1 обработку составляет 4,5–7,0 тонн/сут., наблюдается снижение обводнённости на 3–11 %, уменьшение ПДВ в среднем за один скользящий год – 1595 м^3 (по пласту $Д_1$). Из накопленного опыта следует, что обработку реагентом лучше проводить на терригенных или карбонатных коллектора и на скважинах с обводнённостью выше 85–95 % и дебитом по жидкости 50–100 м^3/сут.

Следует отметить также, что важное значение для дальнейшего расширения объёмов внедрения реагента СНПХ-9633 имеет высокая обводнённость и поздняя стадия эксплуатации месторождений НГДУ «Октябрьскнефть», а также возможность его эффективного использования в сочетании с гидродинамическими методами.

Литература:

1. Проект разработки Серафимовского месторождения. – Уфа : БашНИПИнефть. 486 с.
2. Баймухаметов К.С., Викторов П.Ф., Сыртланов А.Ш. Геологическое строение и разработка нефтяных и газовых месторождений Башкортостана. – Уфа : РИЦ АНК Башнефть, 1997. – 424 с.
3. Отчёты НГДУ «Октябрьскнефть» за 1996–2000 гг.
4. Инструкция по применению гидрофобизатора КСТ. – Уфа : БашНИПИнефть. – 20 с.
5. Технология ГКО карбонатных трещиновато-пористых коллекторов с высокой обводнённости. – Уфа : БашНИПИнефть. – 12 с.
6. Технология повышения нефтеотдачи с применением композиции БиоПАВ КШАС М-Жидкое стекло-нефть / под редакцией Р.М. Тухтеева, Ю.М. Симаева, В.В. Кондрова. – Уфа, 2000. – 50 с.
7. Инструкция на технологию обработки ПЗП добывающих скважин СНПХ-9633 ОАО НИИ «Нефтепромхим», 2000. – 11 с.
8. Ежегодные отчёты КРС НГДУ «Октябрьскнефть» за 1997–2001 гг.
9. Антониади Д.Г., Савенок О.В., Шостак Н.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2011. – 203 с.
10. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 1. – 540 с.
11. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 2. – 576 с.
12. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 3. – 576 с.
13. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – Т. 4. – 512 с.
14. Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2011. – 603 с.

15.Булатов А.И., Кусов Г.В., Савенок О.В. Асфальто-смоло-парафиновые отложения и гидратообразования: предупреждение и удаление : в 2 т. : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 130503 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» направления подготовки дипломированных специалистов 130500 «Нефтегазовое дело». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2011. – Т. 1. – 348 с.

16.Булатов А.И., Кусов Г.В., Савенок О.В. Асфальто-смоло-парафиновые отложения и гидратообразования: предупреждение и удаление : в 2 т. : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 130503 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» направления подготовки дипломированных специалистов 130500 «Нефтегазовое дело». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2011. – Т. 2. – 348 с.

17.Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.

References:

1. Project of development of the Serafimovsky field. – Ufa : Bashnipineft. 486 p.

2. Baymukhametov K.S., Viktorov P.F., Syrtlanov A.Sh. Geological structure and development of oil and gas fields of Bashkortostan. – Ufa : RITs ANC Bashneft, 1997. – 424 p.

3. Reports of NGDU Oktyabrskneft for 1996–2000.

4. Instruction for application of a gidrofobizator of KST. – Ufa : BashNIPIneft. – 20 p.

5. State treasury bills technology of carbonate jointed and porous collectors from high water content. – Ufa : BashNIPIneft. – 12 p.

6. Technology of increase in oil recovery with application of composition KShAS BIOSURFACTANT M-liquid glass-oil / under R.M. Tukhteev, Yu.M. Simayev, V.V. Kondrova edition. – Ufa, 2000. – 50 p.

7. The instruction on technology of processing of PZP of production wells SNPH-9633 of JSC Scientific Research Institute Nefteprom khim, 2000. – 11 p.

8. Annual reports of KRS NGDU «Oktyabrskneft» for 1997–2001.

9. Antoniadi D.G., Savenok O.V., Shostak N.A. Theoretical bases of development of oil and gas fields : manual. – Krasnodar : Education South, 2011. – 203 p.

10.Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 1. – 540 pages.

11.Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 2. – 576 p.

12.Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – T. 3. – 576 p.

13.Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2015. – T. 4. – 512 p.

14.Bulatov A.I., Voloshchenko E.Yu., Kusov G. V., Savenok O.V. Ecology at construction of oil and gas wells : manual for students of higher education institutions. – Krasnodar : Education - the South, 2011. – 603 p.

15.Bulatov A.I., Kusov G.V., Savenok O.V. Asfalto-smolo-parafinovye deposits and hydrate formations: prevention and removal : in 2 t. : the manual for the students studying in the specialty 130503 «Development and operation of oil and gas fields» of the direction of training of certified specialists 130500 «Oil and gas business». – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2011. – T. 1. – 348 p.

16.Bulatov A.I., Kusov G.V., Savenok O.V. Asfalto-smolo-parafinovye deposits and hydrate formations: prevention and removal : in 2 t. : the manual for the students studying in the specialty 130503 «Development and operation of oil and gas fields» of the direction of training of certified specialists 130500 «Oil and gas business». – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2011. – T. 2. – 348 p.

17.Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Scientific bases and practice of development of oil and gas wells. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2016. – 576 p.

УДК 622.276

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

–––––––

EFFECTIVE METHODS OF HYDROGEOLOGICAL RESEARCH AT THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS

Петрушин Евгений Олегович
Ведущий технолог по добыче нефти и газа,
ЦДНГ1 ОАО «Печоранефть»
eopetrushin@yahoo.com

Арутюнян Ашот Страевич
кандидат технических наук,
доцент кафедры прикладной математики,
Кубанский государственный
технологический университет
mereniya@mail.ru

Petrushin Evgeniy Olegovich
Leading oil and gas production technologist,
JSC «Pechoraneft»
eopetrushin@yahoo.com

Arutyunyan Ashot Straevich
Candidate of technical sciences,
Assistant professor
of pulpit applied mathematicians
Kuban state technological university
mereniya@mail.ru

Аннотация. Вопросами, связанными с гидрогеологическими условиями нефтегазовых месторождений, занимается нефтегазопромысловая гидрогеология, в которой изучается роль подземных вод при разработке нефтяных и газовых месторождений. В статье приводится характеристика подземных вод нефтяных и газовых месторождений, гидрогеологические наблюдения и геотермические исследования. Также проводятся гидрогеологические наблюдения и исследования, направленные на обеспечение нормальных условий эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

Ключевые слова: характеристика подземных вод нефтяных и газовых месторождений; характеристика подземных вод по условиям залегания; схемы залежей; продвижение контурных вод; гидрогеологические наблюдения; режимы нефтяных залежей; контроль за обводнением скважин и залежей.

Annotation. Issues related to the hydrogeological conditions of oil and gas fields are handled by oil and gas field hydrogeology, which studies the role of groundwater in the development of oil and gas fields. The article describes the characteristics of groundwater in oil and gas fields, hydrogeological observations and geothermal studies. Hydrogeological observations and research aimed at ensuring normal operating conditions for oil and gas fields are also carried out.

Keywords: characteristics of groundwater in oil and gas fields; the characteristics of groundwater according to the conditions of occurrence; schemes of deposits; advancement of contour waters; hydrogeological observations; regimes of oil deposits; control over watering wells and deposits.

Характеристика подземных вод нефтяных и газовых месторождений

Нефтяные залежи лучше сохраняются в закрытых структурах. Залежи вблизи поверхности земли под воздействием инфильтрационных вод атмосферного происхождения подвергаются наиболее быстрому вымыванию и разрушению вследствие местных напоров в толще горизонта грунтовых вод, благоустройстве берегов, регулировании русла рек и других необходимых мероприятиях.

Радикальные методы защиты от подтопления в зависимости от его причин и характера (постоянное, сезонное, эпизодическое) включают устройство соответствующих систем и конструкций дренажа. Эти методы должны сочетаться с профилактическими и обеспечивать норму осушения.

Характеристика подземных вод по условиям залегания

По условиям залегания в нефтеносных пластах подземные воды подразделяются на:

1) *пластовые воды*, находящиеся в одном пласте с нефтью (краевые, или контурные, подошвенные и приконтурные воды). По своему составу они чаще всего представляют собой метановые солёные воды с повышенным содержанием йода, брома, аммония, борной кислоты. Вблизи залежей нефти в подземных водах появляются нафтеновые кислоты, а в газе – тяжёлые углеводороды (этан, пропан, бутан и др.);

2) *воды водоносных горизонтов в пределах месторождения*, но не заключающих промышленных залежей нефти; по отношению к нефтеносным пластам они могут быть верхними и нижними. Верхние и нижние воды могут попадать в нефтяную скважину и обводнять залежь, проникая по затрубному пространству вследствие дефектов крепления или повреждения обсадных труб;

3) *тектонические воды* – воды, заключённые в трещинах и разломах земной коры.

На рисунке 1 приведена схема залегания подземных вод на месторождении.

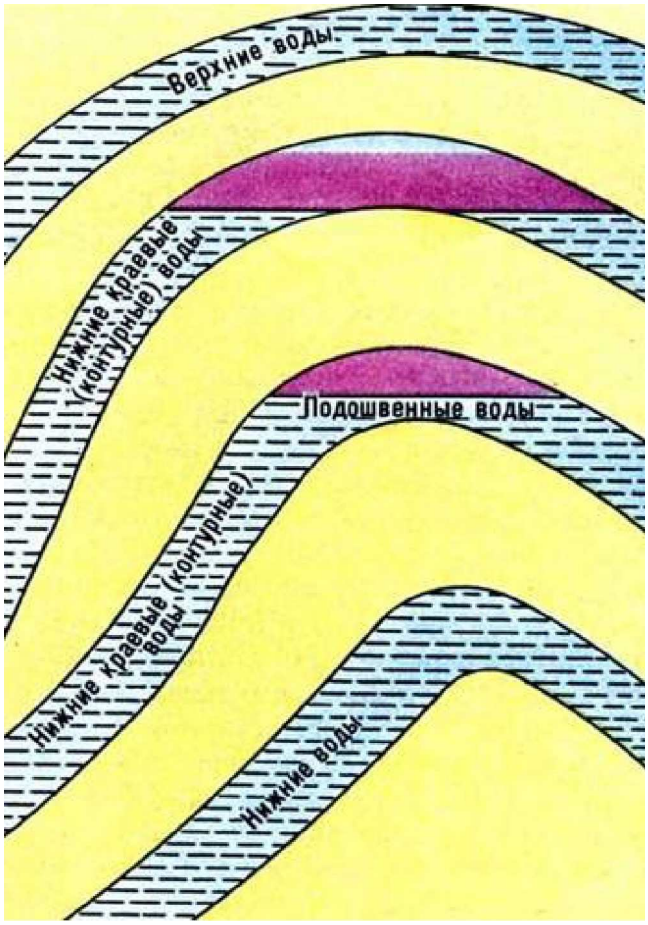


Рисунок 1 – Схема залегания подземных вод на месторождении

Изменение физических и химических свойств в процессе добычи

Установлено, что в нефтяных месторождениях развиты преимущественно 3 типа вод:

1) *хлоридно-кальциевые рассолы* с общей минерализацией более 50 г на 1 л (5 %), иногда достигающей 250–300 г на 1 л (25–30 %). Они представляют собой изменённые древние воды морского происхождения; в результате коллоидно-химического и микробиологического процессов, протекавших в восстановительной среде вблизи скоплений нефти, эти воды почти лишены сульфатов, часто содержат сероводород и, в отличие от хлоридно-магниево-натриевых вод морских бассейнов, являются хлоридно-кальциево-натриевыми;

2) *гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые* или *гидрокарбонатно-натриевые бессульфатные воды* (щелочные) с общей минерализацией обычно меньшей, чем воды 1-го типа. Разновидностью 2-го типа являются слабоминерализованные тёплые или горячие воды с содержанием сульфатов;

3) *сульфатно-натриевый тип вод*.

Знание химического состава и минерализации вод играют важную роль. Интенсивность снижения минерализации вод находится в полной зависимости от количества

отбираемой воды эксплуатационными скважинами, потому что нефтяные залежи окаймлены водами повышенной минерализации и по мере отбора начинают поступать менее минерализованные воды.

В процессе разработки залежи используют законтурную закачку вод для поддержания пластового давления. Важно понимать различие в химических и физических параметрах закачиваемой и пластовой воды. При повышении температуры пластовых вод происходит разжижение нефти и, как следствие, её добыча происходит интенсивнее.

В качестве примера важности химического состава рассмотрим состав морской воды, которая может быть закачана в нефтяные залежи. Содержание иона SO_4^{2-} в ней повышено. В пластовых условиях вследствие смешения вод и в результате жизнедеятельности сульфатовосстанавливающих бактерий происходит восстановление сульфатов и образование сероводорода. При смешивании пластовых вод с закачиваемой морской водой происходит выпадение из состава вод углекислых солей кальция и магния, что влечёт за собой ухудшение проницаемости пород и, как следствие, снижение скорости добычи нефти или газа.

Схемы залежей

Схемы залежи нефти с газовой шапкой показаны на рисунке 2.

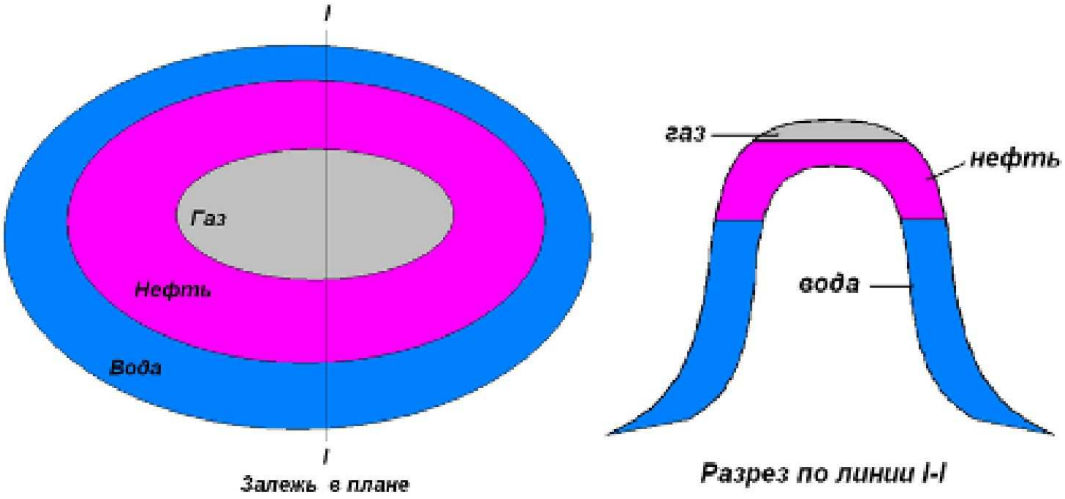


Рисунок 2 – Схемы залежи нефти с газовой шапкой

Схемы залежи нефти в пологозалегающем пласте приведены на рисунке 3.

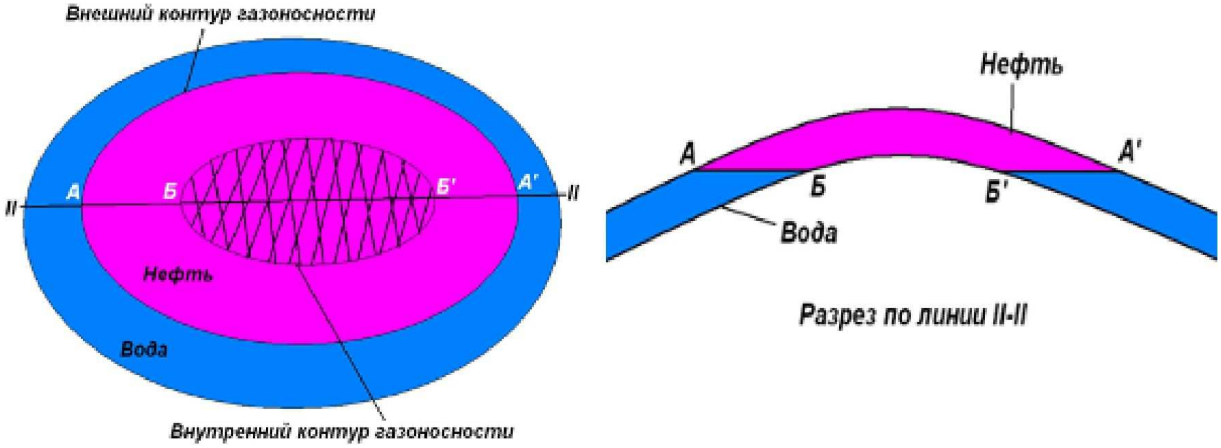


Рисунок 3 – Схемы залежи нефти в пологозалегающем пласте

В пределах внутреннего контура нефтеносности скважины, пробуренные на данную залежь, будут давать безводную нефть; скважины между внутренним и внешним контуром нефтеносности – нефть с водой; за внешним контуром – только воду.

Продвижение контурных вод

Обводнение нефтяного месторождения может происходить в процессе эксплуатации месторождения; по мере извлечения нефти из скважин к ним начинают притекать окружающие контурные воды. Для нефтяных залежей очень вредно обводнение «языками», «конусами» и т.п., образующимися вследствие неравномерного отбора нефти и газа с площади залежи. Вследствие этого могут образовываться скопления нефти или газа (целики), для добычи которых необходимо пробурить новые скважины, что чрезвычайно затратно. Схема продвижения контурных вод представлена на рисунке 4.

Для наблюдения за изменением степени обводнённости залежи производят точные замеры дебитов жидкости и определяют содержание в ней нефти и воды по всем скважинам и в целом по залежи. Наблюдения за изменением уровней вод в скважинах осуществляется с начала разработки нефтяной или газовой залежи путём непрерывного замера их регистрирующим уровнемером.

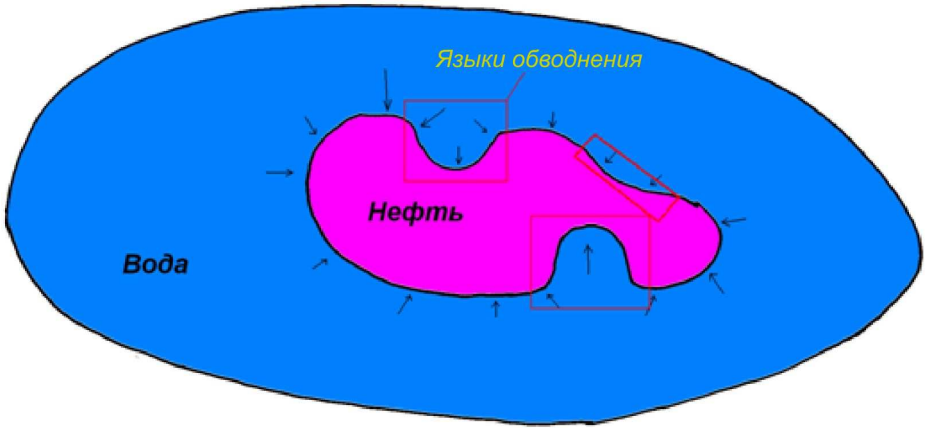


Рисунок 4 – Схема продвижения контурных вод

Схемы образования конусов подошвенной воды показаны на рисунке 5.

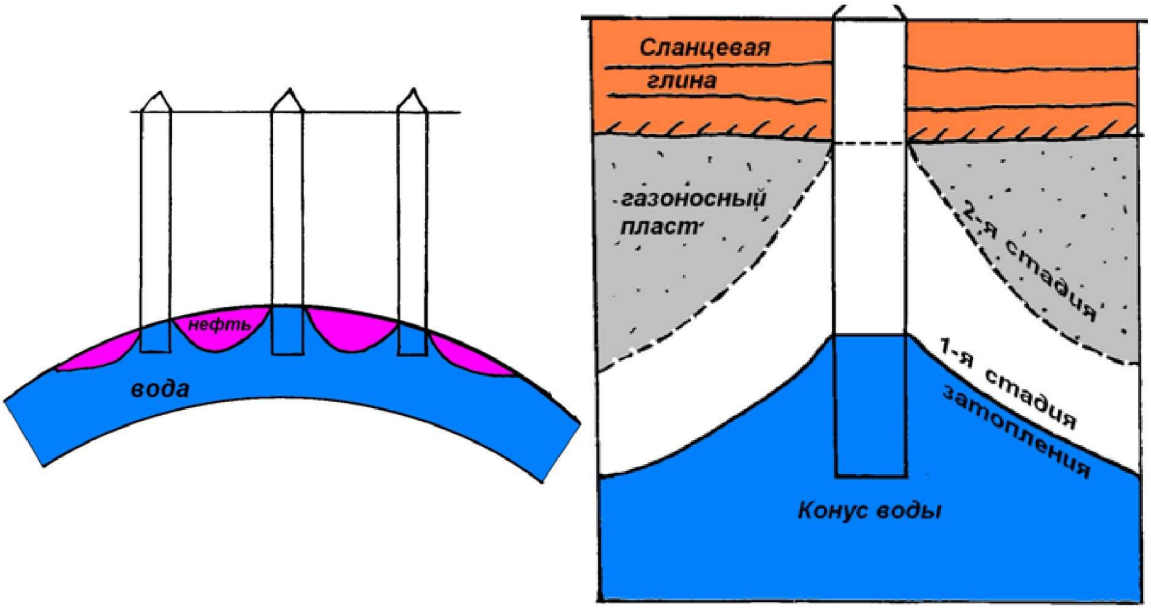


Рисунок 5 – Схемы образования конусов подошвенной воды

Гидрогеологические наблюдения

Наблюдения и исследования в процессе бурения скважин

При бурении скважин и вскрытии ими пластов, содержащих высоконапорную воду, последняя иногда начинает поступать в ствол скважины и оказывать влияние на глинистый раствор, вызывая изменения его свойств. За глинистым раствором произ-

водят систематические наблюдения. Периодически замеряют параметры глинистого раствора, нагнетаемого в скважину и поступающего из скважины.

Для исследования химического состава воды пробы её из скважины отбирают до тех пор, пока не установится постоянный состав воды, поступающей в ствол скважины. Для установления постоянства химического состава достаточно определения плотности и содержания иона хлора. После этого отбирают пробу воды для полного исследования её химического состава. Затем замеряют дебит воды, статический уровень и пластовое давление. Замеры пластовых давлений производят глубинными манометрами с одновременным замером температуры.

В случае фонтанирования скважины обязательно замеряют максимальное давление на устье закрытой скважины. Желательно замер максимального давления производить при закрытой скважине в течение такого промежутка времени, когда достоверно установлено, что оно больше не увеличивается. При замере максимального давления отсчёты давления на манометре делают через каждые 10–15 мин. По этим данным строят кривую нарастания давления, по характеру которой можно судить о проницаемости коллектора, содержащего воду.

Зная максимальное давление на устье скважины, глубину залегания опробуемого пласта, плотность фонтанирующей воды и её температуру по стволу скважины, нетрудно подсчитать пластовое давление.

Гидрогеологические наблюдения и исследования в процессе разработки нефтяных и газовых залежей

Исследования, связанные с разработкой нефтяных и газовых залежей, следует начинать в первых скважинах, в которых при опробовании получили притоки нефти и газа. На протяжении всего периода разработки нефтяной или газовой залежи надо обязательно проводить наблюдения и исследования по законтурным скважинам.

Наиболее важные изменения в залежи при её эксплуатации:

- изменение давления в залежи и перераспределение его по площади;
- изменение нефтегазонасыщенности и водонасыщенности пласта;
- перемещение водонефтяных, газонефтяных и газоводяных контуров;
- изменение физических и химических свойств извлекаемых из залежи нефти, газа и воды.

Для наблюдения за изменением степени обводнённости нефтяной или газовой залежи производят точные замеры дебитов жидкости и определяют содержание в ней нефти и воды по всем скважинам и в целом по залежи. Обычно эти данные обобщаются в виде кривых по отдельным наиболее характерным скважинам и обязательно по разрабатываемым залежам.

Законтурные скважины дают представление о пластовом давлении в период разработки и эксплуатации нефтяной или газовой залежи. Наблюдения за изменением уровней вод в этих скважинах осуществляются с начала разработки и эксплуатации нефтяной или газовой залежи. Наблюдения за изменением уровней вод в этих скважинах осуществляются с начала разработки нефтяной или газовой залежи путём непрерывного замера их регистрирующим уровнемером. Если законтурная скважина фонтанирует водой, то при помощи регистрирующего манометра производят непрерывное наблюдение за изменением давления на устье скважины. По данным получаемых записей уровнемером или регистрирующим манометром по каждой наблюдательной скважине строят график изменения динамического уровня по времени.

Малейшие изменения в отборе жидкости из залежи отражаются на положении уровня в законтурной скважине – если воды из залежи берётся меньше, то уровень в законтурной скважине возрастает.

В процессе эксплуатации нефтяных и газовых скважин необходимо фиксировать дату появления признаков воды, а затем вести точный количественный учёт попутно добываемой воды. Пробу воды для химического анализа из эксплуатационных скважин отбирают примерно в следующей последовательности: при появлении воды в скважине в первые 3 месяца примерно через каждые 10 дней, в последующие месяцы первого года – 1–2 раза в месяц и в дальнейшем не менее 2 раз в год. В случае резкого изменения количества извлекаемой воды по той или иной скважине немедленно отбирают пробу воды для анализа.

Для изучения химического состава и свойств воды в пластовых условиях отбирают глубинные пробы воды из скважин, находящихся в опробовании или в эксплуатации. Отбор глубинных проб обычно производят специальными глубинными пробоотборниками.

Данные, получаемые в результате исследования глубинных проб вод, с успехом могут быть использованы для различных гидродинамических и других расчётов при проектировании рациональных систем разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, при оценке нефтевымывающих и коррозионных свойств воды, при вычислении скорости движения пластовых вод в приконтурной зоне и за её пределами. Эти данные также могут быть использованы и при создании различных карт прогнозов нефтеносности и газоносности недр.

Геотермические исследования

При осуществлении гидрогеологических исследований в пределах нефтяных и газовых месторождений обычно стремятся детально изучить температурные условия, существующие в недрах. В связи с применением высокочувствительных электрических термометров на полупроводниках (в том числе дифференциальных) можно широко осуществлять температурные измерения для решения различных задач нефтегазопромысловой геологии и гидрогеологии.

Геотермические исследования дают большой и надёжный материал для выяснения степени динамичности или, наоборот, застойности подземных вод, а также позволяют сделать обоснованное заключение о направлении подземного стока вод и его интенсивности. В результате изучения геотермических особенностей нефтегазовых месторождений уточняется их геологическое строение. Важное значение имеет изучение тепловых потоков.

Данные о существующих температурных условиях в недрах месторождений дают возможность правильно выбирать марки цемента при креплении водозакрывающих колонн в скважинах, при постановке цементных мостов, при различных ремонтно-изоляционных работах в скважинах. В том случае, когда указанные выше работы производят не располагая фактическими данными о существующих в скважине температурных условиях, могут происходить нежелательные явления – прихват бурильных труб или заливочных трубок схватившимся цементом. При проведении прострелочно-взрывных работ в скважинах надо располагать данными о температуре по всему стволу, чтобы избежать самопроизвольных срабатываний вне заданного интервала. Температурные условия в недрах влияют на физические свойства нефти (вязкость, поверхностное натяжение, способность поглощать газ), а изменение физических свойств нефти влечёт за собой изменение способности нефти к перемещению по пласту к забоям эксплуатационных скважин. Эти данные используются при решении вопросов, связанных с выбором расстояний между скважинами и рядами.

Изменения в залежи при её эксплуатации

На протяжении геологического времени отмечается изменение состава нефтей и газов за счёт окисления и перехода лёгких нефтей в тяжёлые и битумы. При движении по разломам нефть может достигнуть земной поверхности, окислиться, превратиться в битум, как это произошло на Атабасском месторождении битумных песков в Канаде. Если на пути движения нефти встретятся ловушки, то могут появиться вторичные залежи нефти и газа в вышезалегающих горизонтах. Примером тому могут служить залежи нефти в отложениях мелового возраста на Мангышлаке. Однако для полного разрушения залежей особенно крупных, типа Газли, необходимо несколько миллионов лет.

Вместе с исследованием скважин, расположенных в пределах контуров нефте- и газоносности, наблюдают изменение уровней в пьезометрических скважинах и разведочных скважинах, оказавшихся за контуром нефтегазоносности, или скважинах, ранее эксплуатируемых и обводнённых пластовой водой.

Законтурные скважины дают представление о пластовом давлении в период разработки залежи и её эксплуатации.

Если законтурная скважина фонтанирует водой, то при помощи регистрирующего манометра производят непрерывное наблюдение за изменением давления на устье скважины. По этим данным по каждой наблюдательной скважине строят график изме-

нения динамического уровня во времени. Важно точно фиксировать дату появления признаков воды и вести точный количественный учёт попутно добываемой воды.

Режимы нефтяных залежей

Чем более открыта в гидрогеологическом отношении залежь, тем более высока вероятность её разрушения за счёт движения и обмывания водой. Знание геогидродинамической зоны (активного / свободного водообмена, затруднённого, отсутствие водообмена (весьма затруднённого)), в которой находится залежь (или нефтегазовое месторождение), даёт объективный материал для составления обоснованных, рациональных и экономически выгодных проектов разработки отдельных залежей и в целом месторождений.

Режимы нефтяных залежей подразделяются на различные типы в зависимости от преобладающего источника энергии в процессе эксплуатации. Выделяют следующие основные режимы нефтяных залежей:

1) водонапорный режим;
2) упруговодонапорный;
3) газонапорный (или режим газовой шапки);
4) режим растворённого газа;
5) гравитационный режим.

Первые три режима – это режимы вытеснения, а 4 и 5 – режимы истощения пластовой энергии. В реальных условиях иногда одновременно сосуществуют несколько режимов. При исследованиях надо устанавливать главный режим и сопутствующие ему режимы. В процессе эксплуатации они непрерывно изменяются вследствие изменения характера проявляющих сил, изменения физических свойств коллектора, свойств нефти, газа и вод, температурных условий, принятых технологических схем эксплуатации, а также применяемых искусственных методов воздействия на залежь с целью интенсификации добычи нефти. Наконец, следует считаться с тем, что при эксплуатации нефтяной залежи режимы залежи могут сменяться. Можно преобразовывать малоэффективные режимы в режимы более эффективные, при которых возрастают коэффициенты нефтеотдачи; последнее достигается применением различных методов воздействия на нефтяную залежь. Следует всегда стремиться с максимальной полнотой использовать природные источники пластовой энергии, применяя для этого наиболее рациональные методы эксплуатации.

Водонапорный режим. При водонапорном режиме основной движущей силой, вытесняющей нефть к забоям эксплуатационных скважин, является напор краевых вод. При таком режиме в процессе эксплуатации скважины дебиты и давления остаются постоянными или несколько снижаются, если нарушается баланс между извлекаемой жидкостью из пласта и поступлением краевой воды в пласт. Газовые факторы обычно низкие и не изменяют своей величины во времени, т.е. остаются постоянными, если давление не снижается ниже давления насыщения нефти газом в залежи. В процессе эксплуатации и отбора жидкости (нефти и воды) происходит постоянное перемещение контура нефтеносности и, как следствие, обводнение эксплуатационных скважин краевыми водами. При появлении в эксплуатационных скважинах пластовых (краевых) вод добыча воды, поступающей совместно с нефтью, непрерывно увеличивается. В случае если водонапорная система, в пределах которой установлены нефтегазовые залежи, имеет значительные размеры, а в строении её принимают участие высокопроницаемые песчаные пласты и отмечается большое гипсометрическое превышение области питания по отношению к гипсометрической отметке залегания нефтяной залежи, то в пределах такой системы водонапорный режим нефтяной залежи будет весьма эффективным.

Упруговодонапорный режим. При любом режиме, как правило, проявляются упругие силы. Следовательно, упругий режим надо рассматривать не как самостоятельный режим, а как сопутствующую фазу водонапорного режима. Основным источником энергии при данной фазе является расширение воды, заключённой в коллекторе, и уменьшение объёма пор породы. Известно, что сама по себе упругость жидкости и пласта очень мала, но при значительных размерах водонапорных систем и больших пластовых давлениях в результате расширения жидкости и уменьшения объёма пор

(трещин) из пласта в скважины дополнительно вытесняется большое количество жидкости. Упругие свойства жидкости и пласта характеризуются соответственно коэффициентами сжимаемости жидкости и пласта.

Таким образом, при изучении гидродинамических систем, к которым приурочены нефтяные залежи, необходимо наряду с гидродинамическими характеристиками изучать и их упругоёмкость, что позволяет определять количество жидкости, которое может быть извлечено из залежей за счёт сил упругости при снижении давления от ρ_0 до ρ.

Наиболее эффективно упруговодонапорный режим проявляется при плохой или недостаточной связи с областью питания или в том случае, когда нефтяная залежь удалена от области питания на большое расстояние. При упруговодонапорном режиме, в отличие от чисто водонапорного, при одном и том же установившемся темпе отбора жидкости из залежи наблюдается непрерывное падение динамического давления. При этом режиме пластовое давление находится в тесной связи с текущим и суммарным отбором жидкости из залежи.

Газонапорный режим. По мере отбора нефти из нефтяной залежи пластовое давление постепенно снижается, а расширяющийся газ из газовой шапки вытесняет нефть к забоям эксплуатационных скважин. До подхода газа из газовой шапки к забоям эксплуатационных скважин газовые факторы резко возрастают, и в конечном итоге скважины переходят на фонтанирование газом. Если при наличии газовой шапки нефтяную залежь окаймляют ещё и напорные контурные воды, то газ как источник энергии в период эксплуатации преобладает. Но при непрерывном снижении пластового давления в газовой шапке наступает время, когда начинается процесс перемещения нефти под влиянием напора контурных вод в газовую шапку. Этого допускать нельзя, т.к. много нефти будет потеряно на смачивание сухих песков газовой шапки.

Режим растворённого газа. При режиме растворённого газа основным источником энергии, перемещающей нефть к забоям эксплуатационных скважин, являются пузырьки расширяющегося газа при выделении его из нефти. При эксплуатации нефтяной залежи, обладающей режимом растворённого газа, дебиты скважин и пластовые давления непрерывно снижаются. Газовые факторы в процессе эксплуатации нефтяной залежи также не остаются постоянными. В первый период они возрастают, затем наблюдается резкое снижение. В результате снижения пластового давления в нефтяной залежи появляется свободный газ, который значительно уменьшает фазовую проницаемость для нефти, а это приводит к снижению эффективности режима растворённого газа.

Контурные воды при данном режиме не внедряются в нефтяную залежь, а если перемещение всё же происходит, то обычно на небольшую величину. Залежам нефти, обладающим режимом растворённого газа, обычно свойственны коллекторы с низкой проницаемостью и небольшой пористостью. Пласты эти обладают значительной фациальной изменчивостью. В некоторых случаях пласты обладают постоянной мощностью, вполне удовлетворительной и даже хорошей проницаемостью и высокой пористостью, и только за пределами нефтяных залежей физические свойства коллекторов резко ухудшаются и иногда они переходят в сильно глинистые песчаники. Этот режим может проявляться в залежах с водонапорным режимом и режимом газовой шапки. Данный переход совершается тогда, когда чрезмерное снижение пластового давления приводит к снижению давления ниже давления насыщения нефти газом. В связи с более низким коэффициентом нефтеотдачи при этом режиме по сравнению с таковым при водонапорном режиме и режиме газовой шапки переход этот допускать нежелательно.

В зонах весьма затруднённого водообмена или отсутствия водообмена нефтяные залежи могут находиться под воздействием различных режимов, но чаще могут встречаться режимы растворённого газа и газонапорные. Однако если в зонах отсутствия водообмена пласты хорошо проницаемы, прослеживаются на значительной площади и имеют области питания, то в нефтяных залежах, приуроченных к ним, создаются условия, благоприятные для упруговодонапорного режима. Если продуктивные пласты не выходят на дневную поверхность и не имеют области питания или она удалена на очень большое расстояние от нефтяной залежи, то пластовые давления в таких залежах в процессе их разработки могут быстро снижаться, и упруговодонапорный режим будет переходить в режим растворённого газа.

Таким образом, различные гидрогеологические условия пластовых резервуаров оказывают непосредственное влияние на формирование условий для существования того или иного режима в нефтяных залежах данной зоны.

Гравитационный режим. Под гравитационным режимом понимают такой режим, когда энергия напора обусловлена исключительно силой тяжести самой нефти. Газ в нефтяной залежи, как правило, отсутствует. Данный режим принято подразделять на напорно-гравитационный режим и режим со свободным зеркалом нефти. Напорно-гравитационный режим проявляется в том случае, когда коллектор обладает высокой проницаемостью и имеет наклон. Продвижение нефти в сторону наклона в пониженные части пласта облегчено за счёт действия закона силы тяжести.

Дебиты скважин, забои которых расположены на наиболее низких гипсометрических отметках пласта, довольно высокие, коэффициент нефтеотдачи повышенный. Гравитационный режим со свободным зеркалом нефти наблюдается в пологозалегающих пластах, обладающих плохими коллекторскими свойствами. Уровни нефти в скважинах находятся, как правило, ниже кровли залежи. Дебиты скважин обычно низкие, так как нефть к забоям скважин притекает с ограниченной площади из зоны, прилегающей к данной скважине, вследствие чего образуется свободная поверхность нефти. Таким образом, на формирование гравитационного режима нефтяной залежи гидродинамические условия не оказывают заметного влияния.

Из сказанного выше можно сделать вывод о том, что детальное гидрогеологическое изучение различных стратиграфических комплексов осадочных отложений позволяет предвидеть возможные режимы основных залежей, которые подлежат разведке.

Правильные прогнозы в отношении режимов нефтяных залежей по новым районам, которые подлежат разведке с применением глубокого бурения, можно делать только после детальных региональных гидрогеологических, гидрохимических и геотермических исследований, изучения строения структур и фациально-литологических условий основных водоносных комплексов.

Контроль за обводнением скважин и залежей

Часто для интенсификации добычи нефти применяются методы искусственной закачки воды в пласт с целью увеличения пластового давления. Важно знать ряд химических свойств закачиваемой воды и воды, залегающей в пласте. Это необходимо для предотвращения закупорки пор пласта веществами, выпадающими из вод, и определения нефтевымывающих свойств закачиваемой воды.

Важной задачей, при решении которой используют данные нефтегазопромысловой гидрогеологии, является контроль за обводнением скважин и залежей в процессе разработки. Для выполнения этой задачи надо располагать наиболее детальной характеристикой химического состава вод разрабатываемого нефтегазоводоносного пласта и изменений этого состава в пределах разрабатываемой площади и прилегающих участков, а также состава закачиваемой воды (если производится закачка) и, наконец, данными о влиянии смешивания пластовых и закачиваемых вод на состав получающейся при этом смеси.

Необходимо обеспечить:

1) контроль за техническим состоянием скважин – определение наличия и мест аварийного притока вод в скважины;

2) контроль за обводнением и заводнением залежей – определение направлений и скоростей продвижения вод по пласту при разработке.

В первом случае при возникновении дефектов за контролем следует ремонт скважин, во втором – регулирование и корректировка разработки залежей.

Условиями определения мест проникновения вод в скважины являются гидрохимическая изученность всего разреза, знание гидрогеологических показателей отдельных горизонтов, изученность свойств вод эксплуатируемых горизонтов и распределения их по площади. Если воды разных горизонтов мало отличаются друг от друга, то это усложнит определение движения их внутри пласта. Иногда появление в скважине вод необычного состава объясняется подтоком из отдельных частей эксплуатируемого пласта, где гидрохимические показатели могут быть различными.

Учёт гидрогеохимических показателей необходим также и для предотвращения биохимического разрушения залежей, которое заключается в «поедании» углеводородов бактериями. Последние используют для жизнедеятельности органическое вещество, выделяя серу и сероводород. При этом увеличивается содержание тяжёлых углеводородов в нефтях. Бактерии-десульфаторы не могут развиваться при температурах более 80 °С, минерализации более 200 г/л и величине pH менее 5, поэтому в глубоких горизонтах этот вид разрушения залежей отсутствует. При образовании тектонических нарушений и поступлении инфильтрогенных вод в глубокие горизонты там возобновляются процессы биохимического разрушения залежей. Косвенно о скорости протекания подобных процессов можно судить по интенсивности современного заражения бактериями нефтяных и газовых залежей Мангышлака и Западной Сибири за счёт закачки поверхностных вод для поддержания пластового давления. Разрушение протекает быстро, качество нефти ухудшается.

В заключении следует сказать, что учёт гидрогеологических данных (в частности, изменение процентного содержания воды в добываемой жидкости, изменение состава вод в эксплуатационных и наблюдательных скважинах и т.п.) нередко позволяет контролировать перемещение контуров водоносности и нефтеносности и обводнение скважин и залежей. По изменению состава вод в отдельных скважинах во времени, учитывая первоначальный характер размещения гидрохимических показателей по площади пласта, можно судить о темпе и направлении перемещения вод по пласту при его эксплуатации. Гидрохимические методы контроля за обводнением и заводнением залежей нефти обладают рядом значительных преимуществ перед другими методами (например, методом радиоизотопов): они отличаются технической простотой, дешевизной, большей надёжностью – хотя бы вследствие того, что предполагают одновременное использование большого числа параметров (компонентов ионного состава вод).

Литература:

1. Карцев А.А. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений. – М. : Издательство «Недра», 1972. – 280 с.
2. Максимов В.М., Бабушкин В.Д., Веригин Н.Н. Справочное руководство гидрогеолога. – Л. : Издательство «Недра», 1979. – 512 с.
3. Бычинский В.А., Коновалова Н.Г. Гидрогеология нефти и газа. – Иркутск : Издательство Иркутского государственного университета, 2008. – 221 с.
4. Ланина Т.Д., Литвиненко В.И., Варфоломеев Б.Г. Процессы переработки пластовых вод месторождений углеводородов. – Ухта : УГТУ, 2006. – 172 с.
5. Желтов Ю.П. Механика нефтегазоносного пласта. – М. : Издательство «Недра», 1975. – 216 с.
6. Брагин Ю.И., Вагин С.Б., Гутман И.С., Чоловский И.П. Нефтегазопромысловая геология и гидрогеология залежей углеводородов. Понятия, определения, термины. – М. : Недра-Бизнесцентр, 2004. – 399 с.
7. Антониади Д.Г., Савенок О.В., Шостак Н.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2011. – 203 с.
8. Савенок О.В., Борисайко Я.Ю., Петрушин Е.О. Разработка нефтяных месторождений : методические указания по выполнению курсовой работы для студентов всех форм обучения и МИППС направления 21.03.01 Нефтегазовое дело (профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»). – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2015. – 39 с.
9. Савенок О.В., Борисайко Я.Ю., Сиротин Д.Г. Разработка нефтяных месторождений : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Разработка нефтяных месторождений» для студентов-бакалавров всех форм обучения и МИППС направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 56 с.
10. Савенок О.В., Борисайко Я.Ю., Сиротин Д.Г. Разработка нефтяных месторождений : методические указания по изучению дисциплины «Разработка нефтяных месторождений» для студентов-бакалавров всех форм обучения и МИППС по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 44 с.
11. Савенок О.В., Борисайко Я.Ю., Петрушин Е.О. Системы разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений : методические указания по выполнению курсовой работы для студентов всех форм обучения и МИППС направления 21.03.01 Нефтегазовое дело (профиль «Бурение нефтяных и газовых скважин»). – Краснодар : Изд-во КубГТУ, 2016. – 43 с.

References:

1. Kartsev A.A. Hydrogeology of oil and gas fields. – M.: Nedra publishing house, 1972. – 280 p.
2. Maximov V.M., Babyshkib V.D., Verigin N.N. Reference guide by the hydrogeologist. – L. : Nedra publishing house, 1979. – 512 p.
3. Bychinsky V.A., Konovalova N.G. Gidrogeologiya of oil and gas. – Irkutsk : Publishing house of the Irkutsk state university, 2008. – 221 p.
4. Lanina T.D., Litvinenko V.I., Varfolomeyev B.G. Processes of processing of reservoir waters of fields of hydrocarbons. – Ukhta : UGTU, 2006. – 172 p.
5. Zheltov Yu.P. Mechanics of oil-and-gas layer. – M. : Nedra publishing house, 1975. – 216 p.
6. Bragin Yu.I., Vagin S.B., Guttman I.S., Cholovsky I.P. Oil and gas geology and hydrogeology of deposits of hydrocarbons. Concepts, definitions, terms. – M. : Business center subsoil, 2004. – 399 p.
7. Antoniadi D.G., Savenok O.V., Shostak N.A. Theoretical bases of development of oil and gas fields : manual. – Krasnodar : Education - the South, 2011. – 203 p.
8. Savenok O.V., Borisayko Ya.Yu., Petrushin E.O. Development of oil fields : methodical instructions on implementation of the term paper for students of all forms of education and MIPPS of the direction 21.03.01 Oil and gas business («Operation and Service of Facilities for Production of Oil» profile). – Krasnodar : Prod. KubGTU, 2015. – 39 p.
9. Savenok O.V., Borisayko Ya.Yu., Sirotin D.G. Development of oil fields : methodical instructions to a practical training on discipline «Development of oil fields» for students bachelors of all forms of education and MIPPS of the direction 21.03.01 «Oil and gas business». – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2016. – 56 p.
10. Savenok O.V., Borisayko Ya.Yu., Sirotin D.G. Development of oil fields : methodical instructions on studying of discipline «Development of oil fields» for students bachelors of all forms of education and MIPPS in the direction 21.03.01 «Oil and gas business». – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2016. – 44 p.
11. Savenok O.V., Borisayko Ya.Yu., Petrushin E.O. Systems of development and operation of oil and gas fields : methodical instructions on implementation of the term paper for students of all forms of education and MIPPS of the direction 21.03.01 Oil and gas business («Drilling of Oil and Gas Wells» profile). – Krasnodar : Publishing house of KubGTU, 2016. – 43 p.

УДК 528

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ LEICA CAPTIVATE ДЛЯ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ

–––––––

THE SOFTWARE OF LEICA CAPTIVATE FOR 3D SIMULATION

Гура Дмитрий Андреевич
кандидат технических наук,
доцент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
gda-kuban@mail.ru

Акопьян Кристина Андреевна
студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
kristina.16031998@mail.ru

Аннотация. В данной статье дана краткая характеристика программного обеспечения Leica Captivate. Также описаны некоторые дополнения к ней и описаны плюсы работы именно с этим программным обеспечением.

Ключевые слова: программное обеспечение, Leica Captivate, работа с Leica.

Gura Dmitry Andreevich
Candidate of technical sciences,
Associate professor
of the inventory and geoengineering,
Kuban state technological university
gda-kuban@mail.ru

Akopyan Christina Andreevna
Student,
Kuban state technological university
kristina.16031998@mail.ru

Annotation. This article briefly describes the Leica Captivate software. Also, some additions to it are described and the advantages of working with this software are described.

Keywords: software, Leica Captivate, work with Leica.

Компания Leica, одержимая страстью к инновациям, впервые представляет решение, позволяющее совершенно по-другому подойти к реализации полевых работ. Одним касанием дисплея управление любым набором данных становится чрезвычайно быстрым и удобным. Тахеометры Leica с программным обеспечением Leica Captivate – первые в мире самообучающиеся тахеометры [1, 2].

Специалисты в области пространственных измерений во всём мире сталкиваются с трудностями, если на площадке видно несколько отражателей [3]. Чтобы гарантировать лучшую эффективность работ Leica Geosystems разработала первые в мире самообучающиеся тахеометры с технологией ATRplus. Они совершенно новые, уникальные и простые в использовании [4].

Leica Captivate – это программное обеспечение, которое пришло на смену полевому программному обеспечению SmartWorxViva [5]. Оно позволяет пользователю – геодезисту управлять такими инструментами, как полевые контроллеры, электронные тахеометры, мощные планшеты. Leica Captivate умеет управлять тахеометрами Leica Nova и LeicaViva, давая им некоторые дополнительные возможности [6].

В линейке инженерных тахеометров представлены два основных семейства Leica Viva и Leica Nova. В LeicaViva появились инженерные автоматизированные тахеометры с широкоугольными обзорными камерами на них. Даже самый простой тахеометр с приводом может осуществлять сканирование по сетке при фасадной съёмке, при сканировании поверхностей, насыпей, при вычислении объёмов [7, 8].

Применение Leica Captivate в роботизированных тахеометрах позволяет в автоматическом режиме наводиться на отражатель благодаря технологии ATR, которая реализована на борту тахеометра. Он уже поддерживает возможность удалённого управления с помощью полевого контроллера в достаточно простом роботизированном режиме [9].

Что касается Leica Nova. В этой линейке также представлены высокоточные роботизированные инструменты без функции смещения, на которых установлено программное обеспечение Leica Captivate [10].

Благодаря Leica Captivate тахеометры автоматически адаптируются к условиям наблюдения: яркое солнце, дождь, облачность, пыль, нормальные условия. Они автоматически распознают динамику и прогнозируют траекторию движения целей [11].

Литература:

1. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Муранов И.Д., Бахтарова Е.Н. Обеспечение высокоточных измерений электронными тахеометрами // Theoretical & Applied Science. – 2017. – № 4 (48). – С. 64–69.

2. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хоздоговорных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.

3. Гура Д.А., Верезубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.

4. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е. Анализ программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2016. – Т. 12. – № 3. – С. 127–140.

5. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров : Сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.

6. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров : Сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.

7. Абушенко С.С., Амиров Э.К., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки : Сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 107–109.

8. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.

9. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

10.Гура Т.А., Бобух Д.Н. Сравнительная характеристика электронных тахеометров Sokkia, Nikon и Topcon : в сборнике: International innovation research / V Международнфя научно-практическая конференция. – Пенза, 2016. – С. 170–175.

11.Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / V Международная научно-практическая конференция. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

References:

1. Shevchenko G.G., Gura D.A., Muranov I.D., Bakhtarova E.N. Support of high-precision measurements with electronic tacheometers // Theoretical & Applied Science. – 2017. – No. 4 (48). – P. 64–69.

2. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G. G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KubGTU. Execution hozdogovor-nykh of operations // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

3. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems : collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International nauch-but-practical conference. – 2013. – P. 56–58.

4. Shevchenko G.G., Gura D.A., Glazkov R.E. The analysis of the software for data handling of terrestrial laser scanning // the Modern industrial and civil engineering. – 2016. – T. 12. – No. 3. – P. 127–140.

5. Gura D.A., Gura T.A. The review of the engineering and geodesic tasks solved with use of the modern electronic tacheometers : Collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.

6. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey using satellite systems and electronic tacheometers : Collection of works of a conference: Sciences about the earth on Present stages / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.

7. Abushenko S.S., Amirov E.K., Gura D.A., Avetisyan G.G. The problems arising in case of execution of the control and executive shooting : Collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 107–109.

8. Gura D.A., Shevchenko G.G. The modern measuring technologies at department of the inventory and geoengineering in KubGTU // Scientific and technical log on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.

9. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

10. Gura T.A., Bobukh D.N. Comparative characteristic of electronic tacheometers of Sokkia, Nikon and Topcon : in the collection: International innovation research / V Mezhduna-rodnfya scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 170–175.

11. Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a status of deformations of unique capital construction projects : in the collection: International innovation research / V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

УДК 528

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

–––––––

GEODETIC WORKS AT CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

Баллуян Игорь Вагеевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Iballuyan@mail.ru

Аннотация. Строительство современных зданий связано взаимно не только с производством строительных конструкций, но и с технологическими процессами. На сегодняшний день предъявляются высокие требования к точности строительно-монтажных работ, системного контроля за соблюдением размеров здания, предусмотренного проектом, геодезических измерениях при выносе проекта в натуру, отдельных элементов сооружений.
Для выполнения строительных геодезических работ при разбивке зданий в натуре, непосредственно строительно-монтажных работ, создается геодезическая специальная разбивочная основа
Геодезическая разбивочная сеть – создаваемая на территории основа для строительных работ. Разбивочные работы являются последним подготовительным этапом при строительстве. Формы и размеры сооружения, характер местности влияют на вид сети, которая требует точности вынесения проекта на местность. Это определяет геодезическое обеспечение строительных работ.

Ключевые слова: геодезия, строительство, геодезические приборы, GPS, тахеометр, нивелир, теодолит.

Balluyan Igor Vageevich
Student,
Kuban state technological university
Iballuyan@mail.ru

Annotation. Construction of modern buildings is connected mutually not only with production of building constructions, but also with technological processes. Today great demands are placed on the accuracy of installation and construction works, system control of observance of the sizes of the building provided by the project, geodetic measurements at carrying out of the project in nature, separate elements of constructions.
For performance of construction geodetic works at breakdown of buildings in nature, directly installation and construction works, the geodetic special marking basis is created
Geodetic marking network – the basis for construction works created in the territory. Marking works are the last preparatory stage at construction. Forms and the sizes of a construction, relief influence a type of network which demands the accuracy of pronouncement of the project at the area. It defines geodetic support of construction works.

Keywords: geodesy, construction, geodetic devices, GPS, tacheometer, level, theodolite.

Геодезические работы на строительной площадке включает в себя такие этапы:

1. Геодезические работы на стройплощадке следует начинать с выбора самой площадки. Также сюда входят сбор, обобщение и анализ материалов. По сути это первый подготовительный этап.

2. Строительное проектирование – это создание геоподосновы для строительства, топографо-геодезические работы, обеспечение строительного проектирования с использованием дополнительных исходных данных, геодезическое обеспечение иных видов инженерных изысканий.

3. При изготовлении строительных конструкций – контроль геометрических параметров всех элементов.

4. Основной подготовительный период строительства. В него входят инженерная подготовка территории, которая включает в себя прокладку подземных коммуникаций [4, с. 101], подъездные работы, создание геодезической разбивочной основы, вынос в натуру главных осей.

5. Основной период строительства. Входят составление исполнительной документации, исполнительная съемка законченных элементов строительства при возведении надземных и подземных частей здания, геометрическое обеспечение строительных и монтажных работ.

6. Окончание строительства. При выполненных геодезических работах, в процессе строительства, составление и сдача технического отчета, составление профилей, разрезов, исполнительных инженерных планов и генерального плана.

Инженерно-геодезические изыскания обычно сопровождают строительство новых сооружений.

Инженерно-геодезические изыскания позволяют получить информацию о рельефе и ситуации местности и служат основой не только для проектирования, но и для проведения других видов изысканий и обследований участка строительства [5, с. 66].

Геодезические работы при строительстве включают следующие виды:

- построение и развитие плановых и высотных съемочных сетей;
- определение координат узловых и поворотных точек границ землепользования;
- топографическая съемка и ее обновление (корректировка);
- съемка подземных и наземных сооружений (инженерных коммуникаций);
- использование исходных топографо-геодезических, картографических работ.

В состав инженерно-геодезических работ в процессе эксплуатации объектов входят:

- сбор и обработка существующей проектной, рабочей и другой исходной документации;
- создание геодезической сети специального назначения;
- геодезические разбивочные и привязочные работы;
- контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений;
- контрольные исполнительные геодезические съемки планового и высотного положения зданий (сооружений) и инженерных коммуникаций;
- наблюдения за осадками и деформациями зданий и сооружений, земной поверхности, в том числе при выполнении локального мониторинга [6, с. 150] за опасными природными и техноприродными процессами;
- специальные инженерно-геодезические обмерные работы (в том числе фасадная съемка) по определению геометрических размеров элементов зданий, сооружений, технологических установок, архитектурных и градостроительных форм;
- геодезические работы при монтаже оборудования, выверке подкрановых путей и проверке вертикальности колонн, сооружений и их элементов;
- составление исполнительной геодезической документации.

Этапы осуществления геодезических работ при изысканиях состоят из следующих этапов:

Этап 1 – Подготовительный

Этап 2 – Полевой

Этап 3 – Камеральный

Каждый из перечисленных этапов имеет свои особенности.

Геодезические работы

Этап 1 – Подготовительный

Без четкой постановки задачи с указанием целей строительства и определения начальных данных невозможно досконально и качественно проводить какие бы то ни было исследования [9, с. 191]. Не являются исключением и геодезические изыскания.

Составление технического задания, включающее в себя перечень основных моментов, на которых должны заострить свое внимание инженеры-изыскатели:

- Территориальное и пространственное расположение будущего объекта, его название, размеры в плане и в объеме.
- Вид выполняемых работ. Это может быть топографическая съемка, работы по разбивке территории, исполнительная съемка местности, обмерочные работы или же геодезический контроль. Здесь можно указать и другие мероприятия в зависимости от пожелания заказчика.
- Расположение основных и вспомогательных коммуникаций вновь строящегося объекта.
- Требования к выполнению самого проекта. Это высота сечения рельефа, а так же его масштаб, необходимость съемки подземных и наземных сооружений, требования к геодезическим наблюдениям.
- Состав работ, сроки проведения их и формы предоставляемой отчетности.

- Последним по порядку, но не по значимости, является наличие технической документации: копии топографических карт уже имеющихся в наличии у заказчика, равно как и инженерно-топографические планы, так называемые «ситуационные планы» в которых будут указаны границы строительных площадок, участков и направлений трасс, генпланы с нанесенными контурами будущих сооружений и зданий.
- Логичным завершением предыдущего пункта является составление договора подряда на геодезические изыскания.

Этап 2 – Полевой

На данном этапе проводится разведка местности. Несмотря на несколько милитаризированное значение слова «разведка», процесс это мирный и весьма ответственный. Бумаги бумагами, а реальные условия и нюансы, не учтенные на чертежах, обязательно должны быть задокументированы.

Здесь подходим к наиболее ответственному этапу – *топографической съемке*. Это, пожалуй, самый распространенный и наиболее востребованный вид инженерных изысканий.

Топографическая съемка проводится, как правило, в разных масштабах. В зависимости от объема строительства и масштабов застройки применяются масштабы: 1 : 500; 1 : 2000; 1 : 5000.

Результатом этого титанического труда геодезистов является составление топографического плана. При проведении полевых мероприятий применяются современные технические средства [9, с. 131]: оптические и электронные теодолиты, лазерные [10, с. 90] нивелиры и многое другое. Все это упрощает работу геодезиста. Одновременно с этим точность проведенных работ [11, с. 192] возрастает на порядки.

При составлении топографического плана на нем отображаются абсолютно все элементы ландшафта, построек [12, с. 194], растительности и естественные преграды. Более того, обязательно фиксируются места прохода подземных коммуникаций. Это может быть кабельная трасса или трубопровод.

Естественно, что в ходе полевого этапа работ производятся и предварительные расчеты с целью точного определения параметров будущего проекта.

Этап 3 – Камеральный

На данном этапе определяется точность [13, с. 202] проведения полевых работ, уточнение расчетных параметров. Вся мозаика предварительных изыскательских мероприятий начинает складываться в единый точный узор и цифр отчетов и маркировки.

Литература:

1. Гура Д.А., Рыжкова А.А., Болобан Т.И., Болгова А.С., Черепанов А.С., Кашаев Б.Р. Основные геодезические работы в строительстве // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – С. 133–137.

2. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А., Олейникова Л.А. Геодезия. Инженерная геодезия. Подготовка данных и разбивочные работы : Методические указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ, практических занятий для студентов всех форм обучения направлений 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 21.03.01 Нефтегазовое дело, 08.03.01 Строительство, 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2015.

3. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : в сборнике : Актуальные вопросы науки / Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.

4. Гура Д.А., Карслян А.М. Особенности съемки подземных коммуникаций для составления технического плана на примере города Рязани / Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – С. 99–109.

5. Гура Д.А., Петрухина В.В. О правилах раздела земельного участка : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 64–66.

6. Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Анализ способов проведения геодезического мониторинга зданий и сооружений : в сборнике: Современные исследования основных направлений гуманитарных и естественных наук / Сборник научных трудов международной научно-теоретической конференции. – 2017. – С. 150–153.

7. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н. Определение координат точек электронным тахеометром для мониторинга сооружения // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – 2017. – С.174–176.

8. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала Адлеровского района г. Сочи / Научные труды Кубанского Государственного Технологического университета. – Краснодар, 2015. – С. 362–369.

9. Грибкова И.С., Логинова П.А., Андриянова З.С., Чеботова А.А., Саид А.Н., Раздора Д.А. Геодезические приборы и технологии при строительстве автомобильных дорог // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 2. – С. 128–132.

10.Бушнева И.А., Безверхова Ю.А., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Об использовании наземного лазерного для получения фасадных чертежей исследуемых зданий и строений / Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – С. 89–97.

11.Гура Т.А., Ерешко П.С. Требования к точности выполнения геодезических измерений при определении осадок зданий : в сборнике: Европейские научные исследования / Сборник статей Международной научно-практической конференции; под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – 2016. – С. 190–194.

12.Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / Сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

13.Шевченко А.А., Лесников В.А.О необходимой точности измерений электронным тахеометром при строительстве уникальных объектов : в сборнике: International innovation research / Сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 201–204.

14.Кирильчик Л.Ф., Науменко Г.А. Анализ причин, влияющих на изменение эксплуатационной надежности зданий и сооружений : в книге: Строительство – 2015: Строительство. Дороги. Транспорт / Материалы Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 136–139.

15.Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Муриев Т.А. О прохождении учебной геодезической практики в КубГТУ студентами направления «Строительство» // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 180–194.

References:

1. Gura D.A., Ryzhkova A.A., Bolobang T.I., Bolgova A.S., Cherepanov A.S., Kashayev B.R. The main geodetic works in construction // Science. Equipment. Technologies (polytechnical messenger). – 2016. – P. 133–137.

2. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A., Oleynikova L.A. Geodeziya. Engineering geodesy. Preparation of data and marking works : Methodical instructions to performance of laboratory and independent works, a practical training for students of all forms of education of the directions 21.03.02 Land management and inventories, 21.03.01 Oil and gas business, 08.03.01 Construction, 08.05.01 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2015.

3. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting : in the collection: Topical issues Sciences / Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

4. Gura D.A., Karslyan A.M. Features of shooting of underground communications for drawing up the technical plan on the example of the city of Ryazan / Scientific works of the Kuban state technology university. – 2016. – P. 99–109.

5. Gura D.A., Petrukhina V.V. About rules of the partition of the land plot : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 64–66.

6. Shevchenko G.G., Gura D.A. Analysis of ways of carrying out geodetic monitoring of buildings and constructions : in the collection: Modern researches of the main directions of humanitarian and natural sciences / Collection of scientific works of the international scientific-theoretical conference. – 2017. – P. 150–153.

7. Shevchenko G.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N. Determination of coordinates of points the electronic tacheometer for monitoring of a construction // the Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic university. – 2017. – P. 174–176.

8. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for statement on the cadastral registration on the example of the railway station of the Adler district of Sochi / Scientific works of the Kuban State Technology university. – Krasnodar, 2015. – P. 362–369.

9. Gribkova I.S., Loginova P.A., Andriyanova Z.S., Chebotova A.A., Said A.N., Razdora D.A. Geodetic devices and technologies at construction of highways // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – No. 2. – P. 128–132.

10. Bushneva I.A., Bezverkhova Yu.A., Shevchenko G.G., Gura D.A. About use land laser for obtaining front drawings of the explored buildings and structures / Scientific works of the Kuban state technology university. – 2016. – P. 89–97.

11. Gura T.A., Ereshko P.S. Requirements to the accuracy of performance of geodetic measurements when determining a deposit of buildings : in the collection: European scientific research / Collection of articles of the International scientific and practical conference; under the general edition of G.Yu. Gulyaev. – 2016. – P. 190–194.

12. Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a condition of deformations of unique capital construction projects: in the collection: International innovation research / Collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

13. Shevchenko A.A., Lesnikov V.A. About the necessary accuracy of measurements by the electronic tacheometer at construction of unique objects : in the collection: International innovation research / Collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – 2016. – P. 201–204.

14. Kirilchik L.F., Naumenko G.A. The analysis of the reasons influencing change of operational reliability of buildings and constructions : in the book: Construction – 2015: Construction. Roads. Transports / Materials of the International scientific and practical conference. – 2015. – P. 136–139.

15. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura T.A., Muriyev T.A. About passing of educational geodetic practice in KubGTU students of the Construction direction // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 180–194.

УДК 528

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ В ТУРКМЕНИСТАНЕ, АШХАБАД

–––––––

USE OF THE GEODETIC EQUIPMENT FOR CONSTRUCTION OF BUILDINGS IN TURKMENISTAN, ASHGABAT

Гура Дмитрий Андреевич
кандидат технических наук,
доцент кафедры кадастра и геоинженерии
Кубанский государственный
технологический университет
gda-kuban@mail.ru

Шевченко Гриттель Геннадьевна
Старший преподаватель,
Кубанский государственный
технологический университет
grettel@yandex.ru

Галустов Владимир Григорьевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
vovan110398@icloud.com

Gura Dmitry Andreevich
Candidate of technical sciences,
Associate professor
of the inventory and geoengineering,
Kuban state technological university
gda-kuban@mail.ru

Shevchenko Grittel Gennadyevna
Senior teacher,
Kuban state technological university
grettel@yandex.ru

Galustov Vladimir Grigoryevich
Student,
Kuban state technological university
vovan110398@icloud.com

Аннотация. Данная статья посвящена применению геодезического оборудования в Ашхабаде, для измерения наклонов заданий и мониторинга их деформаций.

Annotation. This article is devoted to the application of geodetic equipment in the Ashgabat, for measuring slopes and monitoring their deformation.

Ключевые слова: тахеометр, Ашхабад, отражатели, мониторинг, грунт, подземные воды, кяриз, осадка.

Keywords: tachymeter, Ashgabat, reflectors, monitoring, priming, groundwater, well, draft.

Начнем с того что мы расскажем вам про Туркменистан, чтобы вы читатели смогли понять с чем имеете дело.

Туркменистан – это независимое, нейтральное государство, расположенное в Центральной Азии, на восточном берегу Каспийского моря

На территории нынешнего Ашхабада располагалось множество различных культур в разные эпохи. И так как пустыня Каракумы занимает 70 % площади страны, а климат в регионе очень сухой, люди собирали дождевую воду путем рытья подземных траншей и галерей, которые называются «кяриз» что в переводе с туркменского языка означает «колодец».

Так с того времени прошло много лет, и какое это отношение имеет к зданиям и мониторингу их деформаций? Спросите вы. Прямое, так как эти траншеи никто не закапывал, и они пронизывают весь город. Тем самым дождевая вода стекает туда и собирается. Со временем эта вода размывает грунт и эти траншеи объединяются. В настоящее время грунт настолько размыло, что можно сказать что Ашхабад стоит на воде, как бы на «водяной подушке», а это значит, что поверхность то оседает (когда засуха), то поднимается (когда сезон дождей). И это все происходит не равномерно, соответственно это очень плохо сказывается на городе. Во-первых, это опасность для граждан, потому что здания могут дать огромную осадку в одном месте и не сантиметра не осесть в другом, что приводит к огромной нагрузке на конструкции. Внутренне напряжения опорных конструкций и несущих стен увеличивается, а это может привести к разрушению. Это очень заметно в новых зданиях, которые были построены в спешке без исследований состава и подвижности грунта и наличия подземных вод. И не стоит забывать, что Ашхабад находится в сейсмоопасной зоне где уровень опасности и вероятности землетрясений равен 9 из 10. И это все учитывается при проектировке объекта.

Рисунок 1 – Туркменистан

Столицей Туркменистана является город Ашхабад. Он расположен на юге страны у подножья горы Копетдаг. Ашхабад – является не только столицей, но и самым крупный, красивым и густонаселенным городом. Город внесен четырежды в «Книгу рекордов Гиннеса», и все эти рекорды со зданиями и сооружениями Ашхабада.

Рисунок 2 – Ашхабад

Конечно же инженеры пытаются добиться наибольшей пластичности зданий, и даже прибегают к тому что не жестко соединяют части здания, чтобы оно «играло» и не разрушалось. Так в основном поступают с арками и мостами.

Но все это не выход, и вот тогда безпомощи геодезистов не обойтись [1]. Опытные геодезисты, геологи и гидромелиораторы трудятся над метом где будет возведено то или иное сооружение. Но большую часть играют геодезисты, они за долго до начала стройки и любых работ начинают мониторинг [2]. Их задача состоит в том, чтобы определить подвижность почвы, как она себя ведет при разных погодных условиях, где поднимается где опускается и на сколько. Только потом по сведениям собранными геодезистами, начинают свою работу другие специалисты. И это конечно здорово помогает и здания стоят уверенно и за время не деформируются.

Но как известно Ашхабад был построен еще СССР и тогда никому не было дела до подземных вод, но стоит отметить что и кяризы были не столь размыты и не так сильно влияли на город. Здания, которые строились в период СССР были в основном «хрущёвки» и не имели огромного веса поэтому не довили на грунт с такой силой, с какой на грунт давят нынешние здания, облицованные мрамором и стеклом.

И небольшая часть зданий советских времен еще по-прежнему и с того времени многое изменилось, прошло много землетрясений и всяческих природных катаклизм. Вот именно они и нуждаются в наблюдении [3–8].

За ними тщательно следят и при малейшей опасности пытаются устранят проблему, если не деформация критична, то эвакуируют людей из помещения и пытаются по-другому устранить проблему, но если все старания тщетны, то здание сносят. После этого проводят все необходимые работы, о которых говорилось выше, и на этом месте строят новое здание.

Выше говорилось о том, что за зданиями следят, и отслеживают ряд параметров. Но возникает вопрос как это делают?

А делают это при помощи новейшего геодезического оборудования. Видов их много, но для нас интересен именно тахеометр. Тахеометр – это высокоточный геодезический прибор, который способен выполнять ряд действий. Он представляет с собой совокупность нескольких устройств, это и позволяет тахеометру быть универсальным и незаменимым помощником геодезисту [9].

Мониторинг деформаций происходит путем установления отклонения некоторых точек здания от прежнего положения относительно опорной точки. На точках относительно которых будет вестись мониторинг устанавливают отражатели, также поступают и с опорной точкой.

И конечно же работа геодезистов мало известна людям, которые не связаны со стройкой, и простой среднестатистический человек не подозревает что совершается огромная работа, которая сохраняет здания и сооружения в годном состоянии, и спасает его жизнь.Именно поэтому, мы изучаем геодезию, и кроме этого проходим учебную практику, где мы практикуемся геодезическому делу [10].

Литература:

1. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : сборник трудов конференции: Актуальные вопросы науки / Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.

2. Гура Д.А. Разработка методов исследования электронных тахеометров в условиях производства для оценки и повышения точности измерения горизонтальных углов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 Геодезия / Московский государственный университет геодезии и картографии. – М., 2016. – 24 с.

3. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Кузнецова А.А. Алгоритм определения координат при мониторинге сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 3. – С. 60–64.

4. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения : Сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 116–119.

5. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений : Сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120–123.

6. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. – С. 23–24.

7. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования : в сборнике: Строительство – 2010 / Материалы Международной научно-практической конференции. – 2010. – С. 152–153.

8. Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Анализ способов проведения геодезического мониторинга зданий и сооружений : в сборнике: Современные исследования основных направлений гуманитарных и естественных наук сборник научных трудов международной научно-теоретической конференции. – 2017. – С. 150–153.

9. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.

10.Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Муриев Т.А. О прохождении учебной геодезической практики в КубГТУ студентами направлений «Строительство» // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 180–194.

References:

1. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting : collection of works of a conference: Topical issues Sciences / Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

2. Gura D.A. Development of methods of a research of electronic tacheometers in conditions of production for an assessment and increase in accuracy of measurement of horizontal corners : the abstract of the thesis for a degree of Candidate of Technical Sciences in 25.00.32 Geodesy / Moscow State University of geodesy and cartography. – M, 2016. – 24 p.

3. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Gura D.A., Kuznetsova A.A. Algoritm of determination of coordinates when monitoring constructions with use of a search method of equalizing // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 3. – P. 60–64.

4. Hortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Horizontal and vertical shifts of constructions and reason of their emergence : Collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 116–119.

5. Hortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko, Gura D.A. Observations of horizontal and vertical shifts of constructions: Collection of works of a conference : Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 120–123.

6. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Metod of determination of shifts and a deposit of constructions taking into account features of works on the building site // Industrial and civil engineering. – 2012. – No. 11. – P. 23–24.

7. Gura D.A., Shevchenko G.G. Environmental monitoring of deformation of constructions with use of land laser scanning : in the collection: Construction – 2010 / Materials of the International scientific and practical conference. – 2010. – P. 152–153.

8. Shevchenko G.G., Gura D.A. Analysis of ways of carrying out geodetic monitoring of buildings and constructions : in the collection: Modern researches of the main directions of humanitarian and natural sciences collection of scientific works of the international scientific-theoretical conference. – 2017. – P. 150–153.

9. Gura D.A., Gura T.A. The review of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers : collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.

10.Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura T.A., Muriyev T.A. About passing of educational geodetic practice in KubGTU students of the Construction directions // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 180–194.

УДК 528

ОБЗОР ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В НЕПАЛЕ

GEODETIC SURVEY IN NEPAL

Гурагаин Даянидхи
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
guragain@mail.ru

Аннотация. В статье описаны особенности выполнения геодезических измерений в Непале. Акцентировано внимание на основных факторах, влияющих на создание высокоточной сети для определения движения земной коры во времени [1].

Ключевые слова: Геодезический обзор, топографическое отображение, WGS 84 / зона UTM 45 H, данная величина Непал 1981.

Guragain Dayanidhi
Student,
Kuban state technological university
guragain@mail.ru

Annotation. The article describes the features of performing geodetic measurements in Nepal. Attention is focused on the main factors affecting the creation of a high-precision network for determining the movement of the earth's crust in time [1].

Keywords: Geodetic survey, topographic mapping, WGS 84 / UTM zone 45N, Datum Nepal 1981.

Nepal is a South Asian landlocked country located between China and India in the coordinates 28.3949° N, 84.1240° E. Survey department of Nepal is actively engaged on establishment of a national network of control points throughout the country. It studies the crustal movement to help to predict natural disaster and the geoidal surface of Nepal and help to find the parameters in establishing the location of Nepal in the Earth's surface. It prepares and updates the cadastral plans of all the districts of the kingdom and land database and provides land rights to individuals and when land transactions take place. It prepares topographical base maps and takes aerial photography for various developmental, planning and mapping works. Preparation of Administrative and Land resource maps, establishment of National Topographical Database, as well as multi-resolution topographical database, carrying out international boundary survey works and to fulfill other international commitments of Nepal regarding surveying and mapping, coordination of surveying, mapping and GIS activities in Nepal with other agencies, updating the various maps and data prepared by the department are some of other works of department. In addition to it, it also provides maps, aerial photographs, geodetic data, and other related data required for planning developmental, educational, administrative and research works by other agencies in Nepal. The main branches of Survey Department are Topographical Survey, Geodetic Survey, Cadastral Survey and Survey Training Centre. Geodetic survey Branch firstly named as Trigonometrical survey Branch was established in Nepal in 25 September 1970 to help in establishing a network of trigonometrically points or control stations for cadastral mapping works. It then started establishing triangulation network throughout the country for precise leveling, astronomy, gravity and other geodetic survey works. Geodetic Survey Branch is now actively engaged in producing geodetic, gravimetric and altimetric (height) data required for the preparation of maps and geo-information products including cadastral information of the country.

Objectives of Geodetic survey Branch

- To establish and maintain higher order (first, second and third order) geodetic ground control network throughout the country.
- To establish lower order ground control points and provide map sheets with ground control to prepare large-scale cadastral map of the country.
- To establish and maintain leveling network in the country.
- To establish and maintain gravity network and determine gravity anomaly of the country.
- To promote the research works in the field of geodesy and astronomy in the country.
- To archive the different types of ground control points data as well as other geodetic information products and provide services for Development Projects.

Activities

Geodetic Survey Branch has already completed the following works:

- Establishment of 7 Laplace points and 14 azimuth points distributed all over the country for the azimuth control of the Geodetic Network.
- Establishment of high precision geodetic net of first order with 16 Doppler stations and 68 trigonometric points.
- Establishment of the precise leveling bench marks of 3200 points along the high ways / roads (6430 km).
- Establishment of 9 absolute and 1193 relative gravity points all over the country.
- Extension of trigonometrical control in the remaining areas.
- Fourth order horizontal control densification for cadastral survey (47 districts completed and work is in progress to complete the remaining districts of the country).
- Establishment of a geodetic observatory at Nagarkot with Tower, astronomical observatory, base station for triangulation network, meteorological station and continuous GPS observation.
- GPS observations of the geodetic stations for regional/local transformation parameter (WGS 84 to Everest 1830 and vice-versa).
- Precise leveling at Swayambhu, Gorkha Durbar and other places of historical importance to study the level displacements of those regions.

Available Maps and Data

- Geodetic Control Data.
- Aerial Photographs.
- Topographical Base Maps:
  - Terai and Middle Mountain at the scale of 1 : 25000;
  - High hills and Himalayas at the scale of 1 : 50000.
- Land Resources Maps.
- Administrative and Physiological Maps.
- Maps of VDC/Municipalities, District, Zone & Development region.
- Digital Topographic Data.
- Cadastral Plans.
- Ortho photo Maps.
- Soil Data.

Progress of last Five Decades

Napigoswara was established in 1964 and started preparation of cadastral maps/documents in national level. It completed series of cadastral maps of cultivated areas for all the seventy-five districts of Nepal. Geodetic survey Branch was established in 1970. It established higher and lower order national geodetic control network and lower orders national leveling network, observatory tower, base stations, gravity station and Laplace station. Survey Training Centre was established in 1969. It helped in production of different level of survey technicians (Basic, Junior and Supervisory level). And updated knowledge on surveying and mapping techniques for working surveyors by refresher courses on various subjects. Topographical survey was established in 1976 and established aerial survey lab, installation of photogrammetry, cartography and printing equipment. Preparation of aerial photos of whole kingdom of Nepal at 1 : 50,000 scales were taken in 1979 and 1992. Preparation of land use maps (at 1 : 50,000 scale) and subsequent report of whole kingdom of Nepal was done in 1980 and also was conducted of topographic base maps (1 : 25,000 and 1 : 50,000 scale) of whole kingdom of Nepal except some portion of northwestern region of Nepal. The preparation of Nepal China International boundary maps was on1979 and there was preparation of large-scale maps of specific regions of the country.

With advancements in technology, new surveying equipment and techniques are developing. Current advancements are making the science of surveying more valuable, accurate, and comprehensive than ever. For example, the use of GPS in modern surveying methods is one of the radical changes influencing land measurements. GPS is a breakthrough technology in surveying because it is extremely precise, fast, and reliable. Furthermore, the role of the surveyor is changing as technology expands and geospatial data becomes availa-

ble to anyone through programs such as Google Earth. A surveyor is no longer necessary for many basic data acquisition tasks … because the data already exists. Instead, the modern surveyor needs skills in geospatial data management and analysis. The technical boundaries of the surveying in history are no longer applicable.

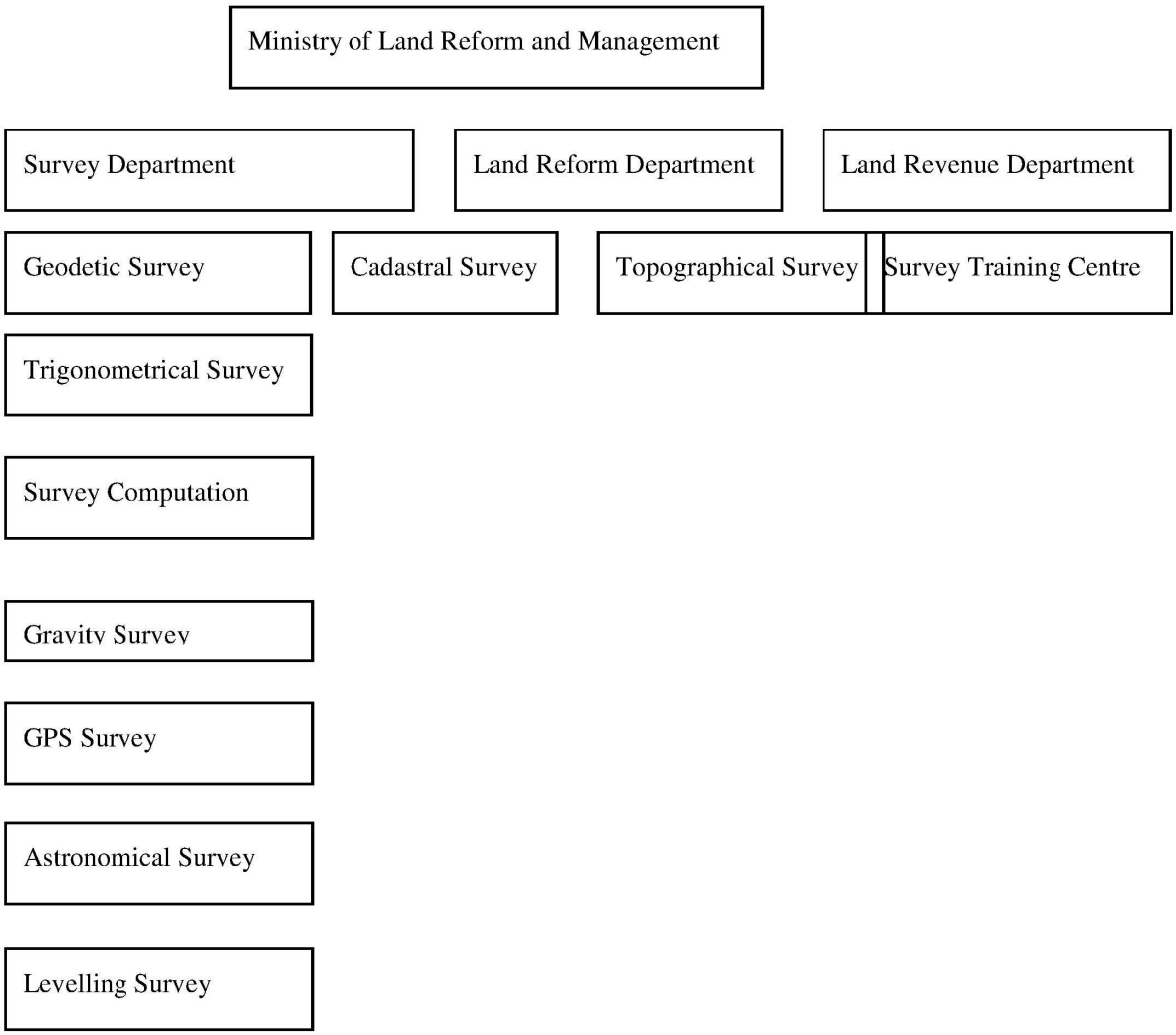


Figure – Structure of Ministry of Land Reform and Management

With current technologies, measurements and estimation have become easy. Subjects of rising significance are the formation and managing of data and, subsequently, data application. The contemporary surveyor's challenges include the induction of modern dominant technologies such as airborne scanning, terrestrial scanning, satellites that create high-resolution images, and an increasing number of satellites. As surveyors continue to work, they work with an increasingly diverse collection of professionals. The state and private sector is recognizing the economic significance of this discipline and that it has huge future growth prospects. It is an exciting time for the discipline, and surveyors have to adapt themselves rapidly to the latest technologies if they wish to remain valuable in the field of surveying [2]. Today surveyors are familiar with a new generation of surveying equipment and techniques. Traditional system of surveying and mapping has been replaced by semi-modern or modern techniques that can be characterized as 'black box technology', giving results in real time and in digital form. Many of the surveying activities including field operation have been using 'Push of Bottom' System with limited use of knowledge and experiences of the survey professionals. This technical evolution has influenced the instrumentation and techniques used in surveying and mapping. The investigations are carried out in order to identify tachometers with unacceptable systematic errors or to take into account these errors in order to increase measurement precision. And additional theories are being made continuously [3, 4].

In Nepal, plane table surveying for cadastral survey is still popular. More than 2000 surveyors are still working on this technology. However, topographical surveying is carried out using aerial photos with photogrammetric analogue plotter and geodetic surveying is still using triangulation traversing by theodolite and distance meter. Precise theodolite and levels carry out higher order geodetic controls and precision leveling works. Attempts to automate and make the surveying and mapping process more efficient have also been going on for considerable time. Global Positioning System (GPS) was used in the production of topographical base map for Eastern Nepal, Topographical base maps were at 1 : 25,000 scale in the plane and 1 : 50,000 scale at the mountain. The aerial photography was taken with the help of kinematics GPS techniques in order to have the minimum control for the aerial triangulation singular on an unaccusable Himalayan part of the country. Similarly, the same method was used for the Western Nepal Topographical Mapping Project. The extension of ground control for large-scale cadastral maps is also carried out by GPS methods. The utilisation of digital geographic information has been growing fast in all sectors of the society of the world. Also, in Nepal, this has given a great influence to different organisations and in some of the sectors of society. Recently, Survey Department has already prepared the specifications for geographic information service and national topographic database to ensure homogeneous quality and availability of needed geographic information with this national database standard.

Survey Department runs digital mapping applications on environment. It is utilising cadcore/Tracer software for on-screen vectorising and ARC/Info as their editing and map use software. ARC/Info database is used as data storage format. Digital geographic information is also used in producing graphic maps. The objective of the product specification is to ensure the sufficient information content for the user and the specification for topographic maps at the scale 1 : 25, 000 and 1 : 50, 000 are aiming to fulfil the needs of users, as most updated maps of most of the regions of the country are easily available [5, 8].

Affliated Professional Organizations

SAARC Networking Arrangement on Cartography

For sharing the advancement in cartography technology in the SAARC region, for the environment protection and alleviation of poverty, a committee, SAARC Networking Arrangement on Cartography (SAARC) was created by the coordination of the Department. At present, it is working on producing a Mapping Education Directory and a Mapping Inventory for the SAARC region.

Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (APRSAF)

Survey Department became member of APRSAF on January 2004. The membership was awarded during APRSAF-10 which was held in Chiang Mai, Thailand.

Group of Earth Observation (GEO)

Survey Department became member of GEO on April 2004. The Membership was awarded during Earth Observation Summit II which was held in Tokyo, Japan.

Global Spatial Data Infrastructure Association (GSDIA)

National Geographic Information Infrastructure Programme of Survey Department has been active as Founding Full Member of GSDI Association since 2004.

International Steering Committee for Global Mapping (ISCGM)

On the 28th November, 2000 AD Nepal entered its 1 : 1 000 000 map on the global map in the web site http://www.iscgm.org in conformation with the global mapping concept of which Nepal is a member.

Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia and the Pacific (PCGIAP)

Nepal is a member and active participant of the Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia and the Pacific.

Asian Association on Remote Sensing (AARS)

Nepal is a member and active participant of this association. Survey Department successfully conducted the 23rd Asian Conference on Remote Sensing which was scheduled for November 25-29,2002. This conference is an annual event of Asian Association on Remote Sensing.

International Federation of Surveyors (FIG)

Survey Department became member of FIG from April 2002. This membership was awarded during XXII FIG International Congress.

JPT member of Sentinel Asia

Survey Department became the JPT member of Sentinel Asia. The membership was awarded by JAXA [6, 7].

Литература:

1. URL : www.georepository.com
2. Текущие и будущие достижения в рассмотрении: Кора Уайлдер.
3. Гура Д.А., Шевченко Г., Гура А.Ю. Методика исследования упругих деформаций электронных тахеометров // Журнал Технических и прикладных наук. – 2016. – Т. 11. – Вып. 13. – Р. 2885–2888.
4. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г. Экспериментальные исследования ошибок измерений горизонтальных углов посредством электронного тахеометра // Техника измерений. – 2014. – Т. 57. – № 3. Р. – 277–279.
5. Кришна Радж Адхикэри Геодезическое подразделение обзора // отдел обзора Непала: сегодня и завтра. – URL : http://dos.gov.np/
6. Непальский журнал на Geoinformatics. – Вып. 1–15.
7. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Кирилчик Л.Ф., Петренков Д.В, Гура Т.А. Применение инерционной единицы измерения в воздушной навигации для АЛС и ДАП // Журнал Фундаментальных и прикладных наук. – 2017. – Вып. 9. – № 1. – Р. 732–741. – URL : http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i1s.727
8. Гура Т.А. Особенности ведения кадастра недвижимости в Германии // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 195–202.
9. Картография / С.Г. Бердзенишвили, Д.А. Гура, Ч.Н. Желтко, Э.В. Кравченко; ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014, 66 с.

Reference:

1. URL : www.georepository.com
2. The current and future achievements in reviewing: Cora Wilder.
3. Gura of A., Shevchenko G., Gura A.Yu. Technique of a research of elastic deformations of electronic tacheometers//Log of Technical and applied sciences. – 2016. – T. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.
4. Zheltko Ch.N. Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. The experimental researches of errors of measurements of horizontal angles by means of an electronic tacheometer // the Measurement technology. – 2014. – T. 57. – No. 3. P. – 277–279.
5. Krishna Raj Adkhikeri Geodesic subdividing of the review // department of the review of Nepal: today and tomorrow. – URL : http://dos.gov.np/
6. The Nepalese log on Geoinformatics. – Issue 1–15.
7. Gura D.A., Shevchenko G. G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of an inertial unit of measure in air navigation for ALS and DAP // Log of Fundamental and applied sciences. – 2017. – Issue 9. – No. 1. – P. 732–741. – URL: http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i1s.727
8. Gura T.A. Features of guiding of the inventory of the real estate in Germany // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 195–202.
9. Cartography / S.G. Berdzenishvili, D.A. Gura, Ch.N. Zheltko, E.V. Kravchenko; FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014, 66 p.

УДК 528

КАК КАРТОГРАФИЯ ПОЗВОЛЯЕТ РЕШИТЬ ПРОБЛЕМЫ С УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ ТЕРРИТОРИЙ

–––––––

HOW CARTOGRAPHY ALLOWS TO SOLVE PROBLEMS WITH SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Данильян Георгий Аркадьевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
zhorik.go@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема устойчивого развития территории. А также приведено решение проблемы, связанное с картографией.

Ключевые слова: картография, развитие территорий, решение проблемы.

Danilyan Georgy Arkadevich
Student,
Kuban state technological university
zhorik.go@mail.ru

Annotation. This article considers the problem of sustainable development of the territory. And also given the solution to the problem associated with the mapping.

Keywords: cartography, territory development, problem solving.

Для решения проблем быстрого развития территорий требуется оперативное и устойчивое картографирование, которое будет производиться на основе геоинформационных методов и технологий [1]. Чтобы реализовать многие задачи, которые стоят перед современной экономикой, требуется пространственная статическая информация, предоставленная в легкой и удобной форме для анализа, изучения, обработки. Основными инструментами картографирования природных и социально-экономических явлений и процессов являются ГИС-технологии, позволяющие построить широкий ассортимент простых аналитических карт [2]. Среди таких карт множество картограмм и картодиаграмм, которые удобны в составлении и имеют доступность большинства показателей [3].

На основе ГИС-технологий можно изменять форму подачи информации: применение непрерывных шкал, построение трёхмерных блок-диаграмм, уточнение картограмм, создание условных поверхностей и т.д. [4, 5, 6]. Например, наглядная демонстрация производства животноводческой продукции в районах республики Адыгеи была выполнена посредством трёхмерной блок-диаграммы, которая показала, что мясные ресурсы республики пополняет находящаяся в этом районе птицефабрика, производящая 18 999 т. мяса птицы в год.

ГИС-технологии не только позволяют визуально показать атрибутивные данные, но и предоставляют возможность многостороннего анализа изучаемой территории и проведение пространственного моделирования [7, 8, 9]. Широко применяются методы математико-картографического моделирования. Создание типологических и оценочных карт происходит на основе многомерного математико-статического анализа, который реализуется в ГИС, приложении MS Excel или же в статических программах [10, 11, 12].

Карты должны быть более конкретными, целенаправленными, адресными, но при этом они должны оставаться простыми и понятными для обычных людей [13]. При использовании ГИС-технологий процесс построения картограмм становится проще – в соответствии с заданной шкалой происходит автоматическое определение знаков [14].

При использовании новых технологий в картографировании становится возможным предсказывание дальнейшего развития событий на растущих территориях. Поэтому очень важно участие экономико-географов, а также геодезистов и картографов, в изучении внутри- и межрегиональных различий территориальных сельскохозяйственных производств и развивающихся территорий [15].

Литература:

1. Картография / С.Г. Бердзенишвили, Д.А. Гура, Ч.Н. Желтко, Э.В. Кравченко; ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014, 66 с.

2. Гура Д.А., Муриев Т.А. Google earth как эволюция картографии : в сборнике: Транспорт: наука, образование, производство труды международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 33–37.

3. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А., Олейникова Л.А. Геодезия. Инженерная геодезия. План и карта : Методические указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ, практических занятий для студентов всех форм обучения направлений 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 21.03.01 Нефтегазовое дело, 08.03.01 Строительство, 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2015. – 44 с.

4. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А., Коломыцев А.А. Совершенствование институционально-экономического механизма оценки земель в современных условиях. – Краснодар, 2013.

5. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : сборник трудов конференции: Актуальные вопросы науки / Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.

6. Кравцова Т.В., Кусова С.И., Гура Д.А. Систематизация данных, используемых при функционировании ГИС для решения геоэкологических и картографических задач : сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 128–130.

7. Багова С.З., Флоровская А.С., Гура Д.А. Оптимальное конструирование точности топографо-геодезической основы мониторинга природно-технических систем в геодезии : сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 103–105.

8. Гура Д.А., Кусова С.И., Кравцова Т.В. О проблемах современного кадастра : сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 73–75.

9. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Муриев Т.А. О прохождении учебной геодезической практики в КубГТУ студентами направления «Строительство» // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 180–194.

10.Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

11.Гура Т.А. Особенности ведения кадастра недвижимости в Германии // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 195–202.

12.Гура Т.А., Слинькова Ю.Н. Инженерно-геодезические изыскания для подготовки проекта планировки территории // Вестник магистратуры. – 2016. – № 11-2 (62). – С. 30–32.

13.Гура Т.А., Каранова В.В., Тхазеплова Д.А. Геодезическое обеспечение строительства подземных коммуникаций в условиях г. Краснодара и Краснодарского края // Вестник магистратуры. – 2016. – № 11-3. – С. 18–22.

14.Грибкова И.С., Питель Е.К. ГИС и современный опыт их применения : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 74–76.

15.Пенсаков Г.И., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Грибкова И.С. Применение данных дистанционного зондирования с целью рационального использования земель в российской федерации // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 10. – С. 24–38.

Reference:

1. Cartography / S.G. Berdzenishvili, D.A. Gura, Ch.N. Zheltko, E.V. Kravchenko; FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014, 66 p.

2. Gura D.A., Muriyev T.A. Google earth as evolution of cartography : in the collection: Transport: science, education, production works of the international scientific and practical conference. – 2016. – P. 33–37.

3. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A., Oleynikova L.A. Geodeziya. Engineering geodesy. Plan and map : Methodical instructions to performance of laboratory and independent works, a practical training for students of all forms of education of the directions 21.03.02 Land management and inventories, 21.03.01 Oil and gas business, 08.03.01 Construction, 08.05.01 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2015. – 44 p.

4. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A., Kolomytsev A.A. Improvement of the institutional and economic mechanism of an assessment of lands in modern conditions. – Krasnodar, 2013.

5. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting : collection of works of a conference: Topical issues Sciences / Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

6. Kravtsova T.V., Kusova S.I., Gura D.A. Systematization of the data used when functioning GIS for the solution of geoecological and cartographical tasks: Collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 128–130.

7. Bagova S.Z., Florovskaya A.S., Gura D.A. Optimum designing of accuracy of that-pografo-geodetic basis of monitoring of natural and technical systems in geodesy: Collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 103–105.

8. Gura D.A., Kusova S.I., Kravtsova T.V. About problems of the modern inventory : collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 73–75.

9. Gura D.A., Shevchenko GG., Gura T.A., Muriyev T.A. About passing of educational geodetic practice in KubGTU students of the Construction direction // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 180–194.

10. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

11. Gura T.A. Features of maintaining the inventory of the real estate in Germany // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 195–202.

12. Gura T.A., Slinkova Yu.N. Engineering and geodetic researches for preparation of the site planning of the territory // the Messenger of a magistracy. – 2016. – No. 11-2 (62). – C. 30–32.

13. Gura T.A., Karanova V.V., Tkhazeplova D.A. Geodetic support of building of underground communications in the conditions of Krasnodar and Krasnodar Krai // the Messenger of a magistracy. – 2016. – No. 11-3. – C. 18–22.

14. Gribkova I.S., Pitel E.K. GIS and modern experience of their application : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 74–76.

15. Pensakov G.I., Shevchenko G.G., Gura D.A., Gribkova I.S. Application of data of remote sensing for the purpose of rational use of lands in the Russian Federation // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 10. – P. 24–38.

УДК 528

ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ НА РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЯХ
–––––––
EQUIPMENT USED AT REFERENCE STATIONS

Евсеев Валерий Андреевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
vapa_96@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена оборудованию, используемому на референцных станциях, в частности, речь пойдет о наиболее современных и универсальных приемниках типа **Leica**. На сегодняшний день этот производитель может предоставить широкий спектор подбора конфигураций GPS/ГЛОНАСС спутниковых систем. Системы GPS предоставляют возможность в кратчайшие сроки при небольших затратах и усилиях, с высокой точностью получить координаты и высоты нужных нам объектов независимо от времени суток и погодных условий. В этой статье мы рассмотрим некоторые современные модели приемников, их комплектующих и узнаем характеристики этих приборов.

Ключевые слова: приемники, геодезическое оборудование, AS10, AR25 Choke Ring , программное обеспечение.

Evseev Valery Andreevich
Student,
Kuban state technological university
vapa_96@mail.ru

Annotation. This article is devoted to equipment used at reference stations, in particular, we will talk about the most modern and universal receivers of the Leica type. To date, this manufacturer can provide a wide spectrum selection spectrometer for configuring GPS / GLONASS satellite systems. GPS systems provide an opportunity to receive the coordinates and heights of the objects we need without any time and weather conditions in the shortest possible time at a low cost and effort, with high accuracy. In this article we will consider some modern models of receivers, their components and learn the characteristics of these devices.

Keywords: receivers, geodetic equipment, AS10, AR25 Choke Ring, software.

В наше время существует большое количество организаций, которые предлагают геодезическое оборудование [1], используемое на референцных станциях. К примеру, различают приемники как простые, так и более сложные, с расширенным спектром функциональности. Это может быть вариант по типу рюкзака [2], когда работа связана со съёмками линейных объектов и нужно преодолевать огромные расстояния. Или это какие-то универсальные решения, которые могут позволить очень быстро сложить комплект. Все приёмники поддерживают спутниковые системы [3]. Все оборудование рассчитано на большой срок эксплуатации, поэтому обладает повышенной долговечностью. При появлении новых спутниковых систем сам приёмник менять не нужно, необходимо лишь обновить его прошивку. Тем более это делается дистанционно, приемники контролируются через Интернет [4. с 15].

Leica GR30/GR50 (рис. 1) – это не только приёмники для референцных станций: благодаря своим функциям, инженерным параметрам [5] и исправности работы они сообразны серверным установкам.

Рисунок 1– приемник GR50

Leica GR30/GR50 способны применяться по-разному: как одиночные спутниковые станции, которые действуют безостановочно, в сетях референцных станций, в системах наблюдения искажений и при анализе атмосферной и сейсмической активно-

сти. Внутреннее ПО SmartWorx даёт возможность наладить работу приёмника на определённые цели пользователя. Например, осуществить одновременную запись до 20 RINEX файлов, с предстоящей отправкой их на наружные FTP сервера автоматически. Большая продуктивность приёмника делает возможным произвести передачу RTK исправлений и предоставить параллельное подключение большого количества потребителей благодаря регистрации с помощью протокола NTRIP [6].

Приёмники **Leica GR30/GR50** спроектированы в соответствии с высокими требованиями к установкам этого класса на сей момент, а также с направлением на завтрашний день. Особенностью приёмников **Leica GR30/GR50** служит присутствие 545 каналов для получения сигналов всех имеющихся и проектируемых масштабных навигационных спутниковых систем, например, GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou и региональных систем QZSS и SBAS.

Спутниковые геодезические приемники **Leica GMX902** спланированы ради использования в составе систем мониторинга изменений важных конструкций, например, мостов, горных выработок, высоких мачт, а ещё и природных объектов – вулканов и оползней. **Leica GMX902** гарантирует двух или трех частотный кодовый и фазовый исходный материал с частотой обновления до 50 ГЦ для основы подсчёта расположения высокой точности и разбора изменений. Способен использоваться для производства сетей дифференциальных базовых станций [7].

Приемник Leica GMX902 может обеспечить высокую точность распознания нахождения реперных точек данных предметов с частотой опроса 20 Гц, что способно взять под контроль [8] положение данных объектов. **Leica GMX902** может выполнять свои функции вкупе с системой Leica GPS Spider в угоду конкретизации полученных координат, а также сохранения показателей, проведённых в поле GPS-измерений, а вдобавок в совокупности с системой Leica GeoMoS для исследования искажений. Материал, взятый с датчиков иных изготовителей, в свою очередь, способен применяться путём обычного NMEA-интерфейса, поддерживаемого в Leica GPS Spider [9].

Организации располагают различными антеннами, это и самые простые типа AS10 а также высокоточные AR25 Choke Ring (рис. 2). В зависимости от задач, антенны можно использовать на референцных станциях. Они разработаны с так, чтобы смогли принимать сигналы действующих и планируемых навигационных систем.

Антенны модели Choke Ring имеют максимальный уровень подавления многолучёвости в отличие от других видов геодезических антенн и подойдут при эксплуатации на непрерывно действующих основных станциях вследствие очень хорошей точности прибора и отличному прослеживанию спутниковых сигналов. Современная антенна Leica AR25 обладает наилучшей передачей сигналов спутников на небольших углах увеличения и маленьким соотношением сигнал/шум. Антенну Leica AR25 можно применять при составлении спутниковых геодезических сетей [10], систем наблюдения, исследовании и моделировании атмосферы, совершения сейсмического анализа и др.

Рисунок 2 – антенна AR25 Choke Ring

Главными задачами программного обеспечения можно выделить: контроль и управление референцными станциями, дистанционная настройка станций, приём и полная обработка данных, полученных со спутников, формирование в файлы для ре-

жима последующей обработки, а также создание дифференциальных файлов для работы в режиме онлайн. Программное обеспечение всегда регистрирует пользователя и проводит записи всех включений [11].

Литература:

1. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Погодина П.В. Создание опорной геодезической сети базовых станций на месторождении нефти и газа // Theoretical & Applied Science. – 2017. – № 2 (46). – С. 10–20.
2. Интернет портал «Hexagon». – URL : http://www.navgeocom.ru/news/leica-gr30-gr50-novye-priyemniki-dlya-referentsnykh-stantsiy/
3. Геодезическое оборудование. – URL : http://leica.geometer-center.ru/catalog/m_sensor/gmx902
4. Фирма Г.Ф.К. – URL : http://www.gfk-leica.ru/katalog/gps_glonass_oborydovanie/gnss_dlia_monitoringa/leica_gmx902/
5. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.
6. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.
7. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3: Решение геодезических задач.
8. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.
9. Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.
10. Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.
11. Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. Vol. 9. – No 1. – P. 732–741. – URL : http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i1s.727

References:

1. Gura D.A., Shevchenko G.G., Pogodina P.V. Creation of basic geodetic network of base stations on the oil and gas field // Theoretical & Applied Science. – 2017. – No. 2 (46). – P. 10–20.
2. Internet portal «Hexagon». – URL : http://www.navgeocom.ru/news/leica-gr30-gr50-novye-priyemniki-dlya-referentsnykh-stantsiy/
3. Geodetic equipment. – URL : http://leica.geometer-center.ru/catalog/m_sensor/ gmx902
4. G.F.K. firm – URL : http://www.gfk-leica.ru/katalog/gps_glonass_oborydovanie/gnss_dlia_monitoringa/leica_gmx902/
5. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografiya : the handbook to laboratory works and an examination for students of all forms of education of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and inventories» / FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014.
6. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey with use of satellite systems and electronic tacheometers : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.
7. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A. Educational geodetic practice: Methodical instructions on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – P. 3: Solution of geodetic tasks.

8. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory : Methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

9. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

10.Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a condition of deformations of unique capital construction projects : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

11.Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. Vol. 9. – No 1. – P. 732–741. – URL : http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i1s.727

УДК 536.1

ОСНОВНЫЕ ПУТИ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

–––––––

MAIN WAYS AND METHODS INCREASES IN CITY MOBILITY OF THE POPULATION

Коновалова Т. В.
Кубанский государственный технологический университет

Коломеец Н.В.
Кубанский государственный технологический университет
nik-kolomeec@yandex.ru

Аннотация. Стремительное развитие технических возможностей для передвижения людей на личном транспорте и их постоянного общения на расстоянии ведёт к реорганизации системы пространственной мобильности городов и деградации пешеходных пространств.
В последнее время в России активно формируются ориентиры в направлении гуманизации городской среды. Стратегия развития транспортного комплекса, в направлении максимально благоприятных для автомобилей, постепенно отходит на второй план. Первостепенными становятся задачи создания удобных для жизни, экологически устойчивых и экономически эффективных городов. Устранение последствий избыточной автомобилезависимости и подтверждение того, что в удобном для жизни городе предпочтительны интермодальные транспортные системы, которые сбалансированы в использовании автомобилей и различных видов общественного транспорта. Создаются комфортных условий для пешеходных и велосипедных сообщений, а также альтернативные гибкие перевозочные системы, предназначенные, в частности, для пожилых и маломобильных граждан. Эти направления нацелены на повышение качества жизни в городах и являются средством решения социальных, экономических и экологических задач их устойчивого развития.

Ключевые слова: городская мобильнось, транспортное планирование, пешеход, подвижность населения, общественный транспорт.

Konovalova T. V.
Kuban state technological university

Kolomeets N.V.
Kuban state technological university
nik-kolomeec@yandex.ru

Annotation. The rapid development of technical capabilities for the movement of people on personal transport and their constant communication at a distance leads to the reorganization of the system of spatial mobility of cities and the degradation of pedestrian spaces.
In recent years, Russia is actively forming guidelines in the direction of humanizing the urban environment. The strategy of development of the transport complex, in the direction most favorable for cars, gradually fades into the background. The tasks of creating comfortable, environmentally sustainable and economically efficient cities are paramount. Eliminating the consequences of excessive car ownership and confirming that in a city convenient to life, intermodal transport systems are preferred, which are balanced in the use of cars and various types of public transport. Comfortable conditions for pedestrian and bicycle traffic are created, as well as alternative flexible transportation systems designed, in particular, for older and less mobile citizens. These areas are aimed at improving the quality of life in cities and are a means of addressing the social, economic and environmental challenges of their sustainable development.

Keywords: urban mobility, transport planning, pedestrian, mobility of population, public transport.

Транспортная подвижность населения – стабильный спрос на передвижения от 2-х до 3,5 перемещений в день на одного человека. Ключевыми аспектами при выборе определенного вида транспорта, для населения являются: время в пути, стоимость, комфортность, надёжность. Итогом является приоритет выбора транспорта, который позволяет минимизировать затраты.

Современным критерием, выражающим соотношение распределения корреспонденций, является Modal Split – это распределение перевозок по видам транспорта. Для примера в городе Краснодаре, при населении 0,9 млн человек Modal Split в 2015 году составил:

–пешком 22,5 %;
–велосипед 0,5 %;
–индивидуальный транспорт 39,2 %;
–общественный транспорт 37,7 %.

По мнению опытных специалистов из Германии компании ptv group оптимальное, соотношение – 30 % пассажиров перевозит индивидуальный транспорт и 70 % – общественный. Только стоит учесть, что в Европе к индивидуальному транспорту можно отнести также и велосипед. В России его также необходимо позиционировать не как спортивный инвентарь, а как полноценное транспортное средство. Таким образом, можно сделать вывод, какой из видов транспорта является наиболее значимым. Приоритетным для водителей индивидуального транспорта, учитывающих это соотношение, является пропуск выезжающего с остановки автобуса, который повлечет за собой экономию времени, суммарно вытекающую в целые часы. По приблизительным подсчетам, если всего 5 % от общей подвижности населения, предпочтут личному транспорту общественный, это поспособствует снижению нагрузки на улично-дорожную сеть на 15–20 %.

Соотношение 25/25/25/25 % предполагается считать идеальным. Такая пропорция транспортных корреспонденций должна распределяться между видами транспорта.

Первые 25 % подразумевают перемещение на индивидуальном транспорте – легковом автомобиле. Следующие 25 – в роли пассажиров общественного транспорта. Третьи 25, использование собственной мускульной силы и техники в движении на велосипеде. Последние 25, основной способ передвижения человека – ходьба, который является наиболее естественным и простым способ передвижения, способствующий укреплению физического и эмоционального состояния человека. Итак, «четыре четверти». ОТ/ИТ/вело/пешком – вот формула успешных решений в сфере транспортных систем городов.

Для общества условия обеспечения мобильности стали неотъемлемой частью уровня жизни. Обычно под мобильностью понимается в самом широком смысле возможность интеллектуального, профессионального, социального и пространственного обмена. Что касается транспорта, то под мобильностью мы будем понимать возможность пространственного перемещения людей. При этом повышение мобильности всегда находится в противоречии с возможностями соответствующей инфраструктуры. Еще в прошлом веке стало ясно, что повышение мобильности путем обеспечения возможности приобретения автомобилей ведет в тупик, так как невозможно построить адекватную транспортную сеть даже в условиях отсутствия финансовых ограничений по причине дефицита свободных площадей и экологических последствий. Основным глобальным итогом экологических последствий от широкого использования автомобилей наряду с промышленной и аграрной деятельностью стало потепление климата на нашей планете [2].

В связи с этим в Европе уже в конце прошлого века в транспортной политике взят курс на ограничение использования в крупных городах личного транспорта и развитие общественного с высоким уровнем качества обслуживания. В этом контексте любопытно проследить основные тенденции развития общественного транспорта в нашей стране и Европе, этапы которого сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы развития общественного транспорта

Период	СССР/Россия	Западная Европа
До 70-х годов XX веха	Планомерное развитие общественного транспорта как основного вида транспорта для населения. Административное ограничение количества личного транспорта	Бурное развитие автомобилизации. Использование общественного транспорта как вспомогательного
Конец XX века	Почти полное прекращение финансирования общественного транспорта. Бурное развитие автомобилизации	Приватизация общественного транспорта для увеличения инвестиций в его развитие при строго регулируемом рынке услуг
Начало XXI века	Приватизация общественного транспорта для увеличения инвестиций в его развитие при слабо регулируемом рынке услуг	Введение экономических мер ограничения использования личного транспорта.

Политика развития общественного транспорта тесно увязана с потребностями снижения расходов общества на поддержание требуемого уровня мобильности насе-

ления. Связанная с повышением качества жизни потребность в увеличении ресурсов не может быть компенсирована непрерывным увеличением расходов, поэтому необходимо снижение себестоимости потребляемых ресурсов. В современных условиях в первую очередь это относится к энергетике и транспорту.

В связи с тем, что в среднем в крупнейших городах мира количество автомобильного транспорта возрастает на 10 % в год (до 20 % в развивающихся странах) можно сделать вывод, что города без развитого общественного транспорта не имеют экономической перспективы развития, так как все большая доля городского бюджета будет тратиться на поддержание возможности функционирования личного и грузового автотранспорта.

Структурная модель смещения спроса на использование личных автомобилей приведена на рисунке 1. Здесь же курсивом в овальных текстовых блоках перечислены основные мероприятия, которые могут замедлить негативные тенденции увеличения использования личного транспорта или даже, наоборот, вызвать снижение количества автомобилей, используемых в городе [3].

Рисунок 1 – Структурная модель увеличения использования доли личного транспорта в поездках населения

В связи с изменением роли общественного транспорта в достижении мобильности изменяется и оценка эффективности его работы.

Если раньше основными критериями оценки были такие показатели, связанные с оценкой объемов выполненной работы, как суммарный пробег подвижного состава, предоставленные место-километры и т.п., то теперь в основе оценки должны лежать показатели, связанные с удовлетворением потребности населения в транспортных услугах: среднее время ежедневных поездок, скорость доставки и др. В этой связи возрастает значение маркетинга как основного инструмента для проектирования интегрированных транспортных систем, в наиболее полной мере удовлетворяющих потребности населения. В таких системах различные виды транспорта комплексно используются для достижения максимально качественной транспортной услуги.

Идея, что проблему заторов можно решить путем дальнейшего расширения улично-дорожной сети, всегда пользуется поддержкой, особенно у малоосведомленной части общества, плохо представляющей себе долгосрочные последствиях таких решений. Понятно, однако, что масштабная, радикальная реализация этой идеи только усугубит проблему заторов и сделает города еще менее удобными для жизни. В некоторых городах главные автомобильные магистрали и базовые системы общественного транспорта были построены без должной координации с политикой землепользования и мерами контроля над развитием города.

Элмер Джонсон, бывший президент General Motors назвал конфликт между всеобщей зависимостью от автомобилей и деградацией мегаполисов вследствие транспортных заторов и их негативных последствий «столкновением городов и автомобилей».

Опыт, накопленный за 100 лет присутствия автомобиля в городе, показывает: города, даже старые могут адаптироваться практически к любому рубежу автомобилизации. Отметку в 500–600 автомобилей на 1000 жителей превзошли сегодня города всех стран с высоким уровнем душевого дохода, «мировой рекорд» давно перевалил рубеж в 900 автомобилей. Разумеется, никакого бесплатного транспортного счастья (и тем более транспортной свободы!) при этом нигде уже не наблюдается, однако города остаются более-менее удобными для жизни, а мобильность горожан поддерживается на уровне, совместимым с этим базовым требованием. Для достижения этих (согласно Вучику, бесспорных) целей необходимо строго соблюдать «руководство пользователя». Наиболее наглядные и действенные элементы этого руководства связаны, как показывает опыт, вовсе не с движением автомобилей, а с их хранением и парковкой. Оно и понятно: 90 % и более времени основная масса автомобилей не едет, а стоит.

Вот основные принципы этого виртуального руководства [1]:

Принцип № 1. Пешеход важнее автомобиля. Велосипедист важнее автомобиля. Маршрутный автобус или трамвай важнее автомобиля. Все автомобилисты равны [1]. Едущий автомобиль важнее припаркованного: первый выполняет полезную транспортную работу, второй – нет. Соответственно, парковка немыслима на тротуаре, во дворе (если этот двор не находится в вашей частной собственности) и, разумеется, везде, где вы можете хоть чем-то помешать движению автомобилей и пешеходов, а также работе общественного транспорта.

Принцип № 2. Единственный кусок городского пространства, где автомобилист не является угнетенным существом и где он не увидит ни пешеходов, ни велосипедистов, ни остановок общественного транспорта, это сеть городских скоростных магистралей (фривэев), трассированных вне пятна застройки. Ни один продвинутый мегаполис мира не обходится без четкой функциональной стратификации улично-дорожной сети. Первый, базовый контур – это улицы. Здесь хозяин – пешеход, которому надо спускаться под землю только для входа в метро, но не для перехода проезжей части. Здесь скорости движения автомобилей строго лимитированы и светофоры на каждом шагу. Второй контур – фривэи, исключительными пользователями которых являются автомобилисты; скорости здесь высокие (по различным национальным и местным нормам до 100 миль в час, а иногда и вовсе без ограничений); примыкания – редкие и правильно обустроенные; пешеходов и светофоров нет вовсе. Характерные для Москвы многополосные проспекты и шоссе, представляющие собой гибриды улиц и фривэев, встречаются также и за пределами России, но во всех случаях считаются вынужденным скверным решением.

Принцип № 3. Каждый кусок городского пространства – улицы, проезда, тротуара, двора – имеет собственника. Собственником является либо муниципалитет, либо владелец дома, либо владельцы квартир, объединенные в кондоминиум. Парковка, несанкционированная собственником, считается правонарушением. В частности, на муниципальной земле можно припарковаться только там, где это обозначено соответствующими знаками и указателями, да к тому же указан парковочный тариф и форма оплаты.

Принцип № 4. Парковка за немногими исключениями платная. Плата за парковку прогрессивно растет по мере приближения к городскому центру. Из этих принципов исходят общераспространенные практики, разумеется, весьма различные для городских центров и периферии города.

Из этих принципов исходят общераспространенные практики, разумеется, весьма различные для городских центров и периферии города. Начнем с того, что в удобном для жизни городе всегда удобно передвигаться пешком: не говоря уже о комфортной инфраструктуре пешеходных передвижений, там непременно наличествуют многочисленные и обширные пешеходные зоны, куда можно добраться на метро, трамвае, велосипеде или такси, но решительно невозможно приехать на своем автомобиле.

Литература:

1. Вучик. В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / пер. с англ. А. Калинина под научн. ред. М. Блинкина. – М. : Территория будущего, – 2011. – 124 с.
2. Коновалова Т.В., Макаренко В.П. Проблемы и перспективы развития транспортной инфраструктуры и транспортных средств в России // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 2. – С. 148–150.
3. Горев А.Э. Основы теории транспортных систем : учеб. пособ; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 214 с.

References:

1. Vuchik. V.R. Transport in the cities convenient for the life / lane from English A. Kalinin under scientific edition of M. Blinkin. – M. : The territory of the future, – 2011. – 124 p.
2. Konovalova T.V., Makarenko V.P. Problems and the prospects of development of transport infrastructure and vehicles in Russia // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – No. 2. – P. 148–150.
3. Gorev A.E. Bases of the theory of the transport systems : studies. manual; SPbGASU. – SPb., 2010. – 214 p.

УДК 528

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМИ ТАХЕОМЕТРАМИ

–––––––

ENSURING THE ACCURACY ELECTRONIC TOTAL STATION

Кононец Марина Юрьевна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
kononets.marina@mail.ru

Аннотация. Статья знакомит с обеспечением точности электронных тахеометров. Также проанализированы современные средства и методы электронной тахеометрии. Даёт возможность определить эффективность электронного тахеометра по различным критериям.

Ключевые слова: измерение, точность, электронные тахеометры.

Kononets Marina Yurevna
Student,
Kuban state technological university
kononets.marina@mail.ru

Annotation. The article introduces the provision of precision electronic tacheometers. Also analyzes the current means and methods of electronic tacheometry. Gives you the opportunity to determine the effectiveness of the electronic instrument according to various criteria.

Keywords: measurement accuracy, electronic tacheometers.

Электронный тахеометр предоставляет возможность качественной съёмки требуемой местности. При этом возможно получить полную картину исследуемого участка. Измерять можно как горизонтальные, так и вертикальные расстояния. Полученные данные автоматически сохраняются устройством, а также могут передаваться на какой-нибудь удаленный компьютер [1].

Определение средних квадратических ошибок углов наклона и превышений

Экспериментальные определения превышений выполнялись электронным тахеометром Leica TS 06 (*m:* = 2", *D* = 1,5 ММ) 9 июня (97 М), 17 июня (120 М), 30 июня (53 М), 31 июля (203 М) и 5 августа (309 М) 2012 г. [2, 3].

Первых три опыта прибор устанавливали на железобетонную плиту, а 30 июля и 6 августа – в естественный грунт. Но изменение положения прибора по высоте не окажет заметного влияния на результаты эксперимента, так как составляет около 0,05 мм и лишь в плохих случаях может достигать значений 0,1–0,2 мм.

Условия погоды во время проведения исследований будут указаны в таблице 1. Поверхность в первом опыте – песок, глина; для всех другихопытах – суглинок, неплотно поросший травой. Кроме того, для расстояния 300 м первые 36 м от прибора поверхностью является заболоченный участок поросший мхом [4, 5].

Таблица 1 Условия погоды во время проведения исследований

12	Дата	Солн. Влияние на прибор	Ветер	°С	Облачность	Время опыта	Высота луча, м
1	10.06	В тени градирни	Средний (10 м/с)	+29	ясно	16^{30} – 18^{30}	≈1,7
2	18.06	На солнце	Слабый (до 5 м/с)	+28	После 13^{00} облачно	12^{30} – 14^{20}	≈1,5–2
3	29.06	На солнце	Слабый (до 5 м/с)	+24	облачно	09^{20} – 11^{00}	≈1,6–2,2
4	31.07	На солнце	безветренно	+25	Ясно	10^{00} – 11^{30}	≈1,5–1,8
5	6.08	На солнце	Средний (10 м/с)	+16	После 12^{45} облачно	11^{10} – 13^{10}	≈1,5–2,3

Программное обеспечение наблюдений электронным тахеометром состоит из измерения зенитных расстояний и наклонных дальностей. При одном положении отражателя выполнялось 15 полных приемов (при КЛ и КП), потом высота отражателя поменялась. Значит, было выполнено 5–6 серий измеренийпо 15 приемов в каждой для расстояний 50, 100, 120, 200 и 300 м [6, 7].

В этом случае рассматривают нивелирование способом «из середины» с равенством плеч, значит введение поправки за кривизну Земли и рефракцию не значимо. Для определения превышения между двумя положениями отражателя используется формула:

$$h = -\left(D_з \cos z_з - D_п \cos z_п\right) = D_п \cos z_п - D_з \cos z_з \,, \qquad (1),$$

где D – наклонное расстояние; z – зенитное расстояние; индексы «*п*», «*з*» означают переднюю и заднюю цель. В формуле (1) принимается одинаковая высота визирных целей над данными точками [8, 9].

После всех измерений вычисляем превышения между горизонтальной осью вращения трубы тахеометра и осью вращения призмы отражателя по формуле (2):

$$h_{приб} = D_i \cos z_i \,, \qquad (2),$$

где z – зенитное расстояние, которое получаем как среднее из значений углов при круге лево и круге право; D – наклонно расстояние; i – номер приема [10, 11].

Среднеквадратические ошибки угла наклона m_z и превышения m_h получаем по формуле (3) Бесселя:

$$m = \sqrt{\frac{\left(v^2\right)}{n-1}} \,, \qquad (3),$$

где v – уклонение от среднего арифметического; n – число измерений [12].

Разности превышений, измеренных тахеометром и штангенциркулем

Таблица 2 Разности превышений

№ цели	Δ_{ij}, мм (50 м)	Δ_{ij}, мм (100 м)	Δ_{ij}, мм (120 м)	Δ_{ij}, мм (200 м)	Δ_{ij}, мм (300 м)
1					
2	–0,68	0,09	0,47	1,31	–0,45
3	–0,16	0,19	1,23	–0,91	–0,01
4	–0,22	–0,21	–0,73	–1,67	0,30
5	0,08	0,29	–0,85	0,52	–1,63
6	–0,23			–1,14	–0,22

Каждое превышение в правой части равенства, посчитанное как среднее от 15 приемов показывается средней квадратической ошибкой по формуле (4):

$$m_{h_{прибл}} = \frac{m_h}{\sqrt{15}} \,. \qquad (4)$$

Значит, ошибка разности $\Delta h_{прибл\ сред\ ij}$ – будет:

$$m_{h\ прибл\ сред} = \pm\sqrt{2 m_{h_{прибл}}} \,. \qquad (5)$$

Ошибку $\Delta h_{штанг}$ – измерения «превышения» штангенциркулем примем равной:

$$m_{h_{штанг}} = \pm\sqrt{2m_{h_{штанг}}}\ , \qquad (6)$$

где $m_{h_{штанг}}$ – ошибка данного измерения штангенциркулем. Которую принимают за $m_{h_{штанг}} = 0{,}1мм$, удвоенное значение цены деления нониуса. Тогда $m_{h_{штанг}} = 0{,}14мм$ [13, 14].

Посчитаем среднюю квадратическую ошибку разности:

$$m_{\Delta ij} = \sqrt{m^2_{\Delta h_{прибл\ сред}} + m^2_{\Delta h_{штанг}}}\ . \qquad (7)$$

Литература:

1. Астахова И.А. Геодезия : учебно-методическое пособие. – Майкоп : Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Майкопский государственный технологический университет, 2009.
2. Шевченко А.А., Кривцов Я.А. Требования к проведению исследований электронных тахеометров в условиях отсутствия специальной лаборатории : в сборнике: Европейские научные исследования / сборник статей Международной научно-практической конференции; под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – 2016. – С. 200–203.
3. Грибкова И.С., Логинова П.А., Андриянова З.С., Чеботова А.А., Саид А.Н., Раздора Д.А. Геодезические приборы и технологии при строительстве автомобильных дорог // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 2. – С. 128–132.
4. Грибкова Л.А., Максимова М.В., Морозов А.А. Методы определения угломерных погрешностей электронных тахеометров // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 6. – С. 187–195.
5. Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.
6. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11, Issue 13. – P. 2885–2888.
7. Гура Т.А., Бобух Д.Н. Сравнительная характеристика электронных тахеометров Sokkia, Nikon и Topcon : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 170–175.
8. Гура Т.А., Ремизов И.И. Полевое программное обеспечение для обработки данных измерений при осадках зданий и сооружений. Исследований электронных тахеометров : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 187–190.
9. Гура Т.А., Мокрицкий А.А. Особенности работы в координатах и с использованием линейно-угловой засечки при определении осадок сооружений : в сборнике: Европейские научные исследования / сборник статей Международной научно-практической конференции; под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – 2016. – С. 195–199.
10. Гура Д.А. Разработка методов исследования электронных тахеометров в условиях производства для оценки и повышения точности измерения горизонтальных углов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 Геодезия. – М. : Московский государственный университет геодезии и картографии, 2016. – 24 с.
11. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Об исследованиях угломерных погрешностей электронных тахеометров : Монография. – Краснодар, 2016. – 143 с.
12. Пастухов М.А., Денисенко В.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Определение погрешности геодезических приборов за неправильность формы цапф и боковое гнутие зрительной трубы // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 11. – С. 155–171.
13. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Исследования влияния внецентренности алидады электронных тахеометров // Геодезия и аэрофотосъемка : Известия высших учебных заведений. – 2015. – № 6. – С. 18–23.

14.Желтко Ч.Н., Пастухов М.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Оценка погрешности измерения горизонтальных углов при геодезическом сопровождении высотного строительства : в сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия / Научные чтения памяти профессора В.Б. Федосенко. – 2015. – С. 389–394.

References:

1. Astakhova I.A. Geodesy : educational and methodical manual. – Maykop : Federal agency by training, Public Educational Institution of Higher Professional Training Maykopsky state technological university, 2009.

2. Shevchenko A.A., Krivtsov Ya.A. Requirements to carrying out researches of electronic tacheometers in the conditions of absence of special laboratory : in the collection: European scientific research / collection of articles of the International scientific and practical conference; under the general edition of G.Yu. Gulyaev. – 2016. – P. 200–203.

3. Gribkova I.S., Loginova P.A., Andriyanova Z.S., Chebotova A.A., Said A.N., Razdora D.A. Geodesic instruments and technologies in case of construction of highways // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – No. 2. – P. 128–132.

4. Gribkova L.A., Maximova M.V., Morozov A.A. Methods of determination of goniometric errors of electronic tacheometers // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 6. – P. 187–195.

5. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

6. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11, Issue 13. – P. 2885–2888.

7. Gura T.A., Bobukh D.N. Comparative characteristic of electronic tacheometers of Sokkia, Nikon and Topcon : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 170–175.

8. Gura T.A., Remizov I.I. The field software for data handling of measurements in case of precipitates of buildings and constructions. Researches of electronic tacheometers : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 187–190.

9. Gura T.A., Mokritsky A.A. Features of operation in coordinates and with use of a linear and angular cut in case of determination of settlings of constructions : in the collection: European scientific research / collection of articles of the International scientific and practical conference; under the general edition of G.Yu. Gulyaev. – 2016. – P. 195–199.

10.Gura D.A. Development of methods of a research of electronic tacheometers in conditions of production for assessment and increase in measuring accuracy of horizontal angles : the abstract of the thesis for a degree of Candidate of Technical Sciences in 25.00.32 Geodesy. – M. : Moscow State University of geodesy and cartography, 2016. – 24 p.

11.Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A., Shevchenko G.G. About researches of goniometric errors of electronic tacheometers : Monograph. – Krasnodar, 2016. – 143 p.

12.Pastukhov M.A., Denisenko V.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Definition of an error of geodetic devices for abnormality of a form of pins and side bending of the telescope // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 11. – P. 155–171.

13.Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A., Shevchenko G.G. Researches of influence of the extra prices-trennosti of an alidade of electronic tacheometers // Geodesy and aerial photography : News of higher educational institutions. – 2015. – No. 6. – P. 18–23.

14.Zheltko Ch.N., Pastuhov M.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Grade of an error of measurement of horizontal corners at geodetic maintenance of high-rise construction: in the collection: Regional aspects of development of science and education in the field of architecture, constructions, land management and inventories at the beginning of the III millennium / Scientific readings memory of professor V.B. Fedosenko. – 2015. – P. 389–394.

УДК 528

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

GEODESIC OBSERVATIONS OF DEFORMATIONS OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

Копцев Илья Сергеевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
kopcev-i@mail.ru

Аннотация. В данной статье будет объяснено, что такое деформация. Приведены некоторые виды деформаций зданий и сооружений. Также будут объяснены причины возникновения деформаций и проанализированы методы наблюдения.

Ключевые слова: деформация, виды, причины возникновения, наблюдение.

Koptsev Ilya Sergeevich
Student,
Kuban state technological university
kopcev-i@mail.ru

Annotation. This article will explain what a deformation is. Some types of deformation of buildings and constructions are given. The causes of the deformation will also be explained. The article introduces methods of observing deformations.

Keywords: deformation, types, causes, observation.

Все здания и сооружения подвергаются разным деформациям. Изменения происходят как в вертикальных плоскостях, так и в горизонтальных. Это вызвано особенностями конструкции здания или сооружения, а также человеческой деятельностью и природными условиями. За всеми изменениями в положении здания начинают следить с момента его возведения и даже в процессе дальнейшей эксплуатации [1]. А для сложных сооружений наблюдения начинают одновременно с проектированием. В результате наблюдений можно оценить правильность проведенных расчетов. Это даёт возможность предопределить время проявления деформации, а также помогает вовремя предпринять меры по ликвидации её последствий [2].

Что же такое деформация? Деформацией сооружения называется изменение, которое происходит относительно всего сооружения или же его отдельных частей, связанных с пространственным смещением или изменением его формы.

Виды деформаций сооружений: подъём, осадка, сдвиг, крен.

Причины деформаций – это изменение уровня подземных грунтовых вод; смена температур по сезонам; давление от сооружения; сжимаемость и перемещение грунта.

Наблюдение за деформациями сооружений происходит путем геодезических измерений [3]. Все основные измерения производятся с неподвижных опорных пунктов. Опорные точки располагают только на устойчивых поверхностях (грунтах) вне площади всех строительных работ. Чаще всего они расположены близко к объекту измерения. На один объект – не менее трех опорных точек. Опорный пункт имеет вид железобетонного монолита в кирпичном или бетонном колодце. Только после установки опорных точек возможно определение их координат [4].

Можно привести множество примеров деформации зданий и сооружений. Так, за последние несколько лет в некоторых районах Москвы участились случаи оседания и даже провалов поверхности земли, имеющих карстово-суффозионное происхождение, которые приводили к повреждению зданий. А в Стамбуле, в результате обрушения небольшого отеля, пострадало около 50 человек. Причиной стало то, что под ним шло строительство новой линии метрополитена и процесс наблюдения за деформацией здания был нарушен. Поэтому жизненно необходимо правильно следить за процессом деформации зданий и сооружений.

Осадочные марки (бывают двух видов: общего назначения и специального) можно располагать на углах зданий, на стыках капитальных стен, в местах наибольших напряжений зданий, 10–15 м – интервал расположения.

Периодичность наблюдений для сооружений общего вида: первое проводится в начале строительства, второе – на 25 % от готовности сооружения, третье – на 50%, четвёртое – на 75 %, а пятое – на 100 % [5].

Периодичность для крупнопанельных зданий: первое наблюдение проводится после закладки фундамента, второе – после монтажа второго этажа, третье – после монтажа всей коробки здания, последняя – переде сдачей готового здания в эксплуатацию [6, 7, 8].

Анализируя это можно сказать, что как только скорость осадки сооружения в год не превышает 1–2 мм, прекращаются наблюдения за деформациями. Ошибки измерений осадок не должны превышать допустимую величину осадки за 1 год. После окончания всех циклов наблюдений необходимо составлять определённую документацию, а именно: ведомость отметок нивелирных марок, таблицы осадок, график изменения осадок во времени [9, 10].

Методы измерения осадок: геометрическое нивелирование (с высокой точностью), гидростатическое нивелирование, тригонометрическое нивелирование и фотограмметрический метод [11, 12, 13].

В результате различных изменений грунтов и просадки зданий под собственным весом, а также в результате деятельности людей происходят различного рода деформации. Поэтому необходимо проектировать и строить здания так, чтобы свести все деформации к минимальному количеству.

Литература:

1. Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 191–195.

2. Гура Т.А., Ерешко П.С. Требования к точности выполнения геодезических измерений при определении осадок зданий : в сборнике: Европейские научные исследования / сборник статей Международной научно-практической конференции; под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – 2016. – С. 190–194.

3. Гура Т.А., Ивлев М.Г. Сравнение современных геодезических приборов для выполнения деформационного мониторинга : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 182–186.

4. Гура Т.А., Вовк С.Г., Чернова Н.В., Шишкина В.А. Анализ причин и последствий возникновения осадок и смещений зданий : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 176–181.

5. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.

6. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения : в сборнике: Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 116–119.

7. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений : в сборнике: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120–123.

8. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3: Решение геодезических задач.

9. Желтко Ч.Н., Пастухов М.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Оценка погрешности измерения горизонтальных углов при геодезическом сопровождении высотного строительства : в сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Научные чтения памяти профессора В.Б.Федосенко / Материалы Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 389–394.

10. Гура Т.А., Слинькова Ю.Н. Инженерно-геодезические изыскания для подготовки проекта планировки территории // Вестник магистратуры. – 2016. – № 11-2. – С. 30–32.

11. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Муриев Т.А. О прохождении учебной геодезической практики в КубГТУ студентами направления «Строительство» // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 180–194.

12.Пинчук А.П., Шевченко А.А., Голотина Ю.И., Астахова И.А. Основные геодезические работы при строительстве зданий и сооружений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 75–84.

13.Грибкова Л.А., Морозов А.А. Особенности применения современных геодезических приборов и технологий при строительстве зданий и сооружений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 5. – С. 59–69.

References:

1. Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a condition of deformations of unique capital construction projects: in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – 2016. – P. 191–195.

2. Gura T.A., Ereshko P.S. Requirements to the accuracy of performance of geodetic measurements when determining a deposit of buildings : in the collection: European scientific research / collection of articles of the International scientific and practical conference; under the general edition of G.Yu. Gulyaev. – 2016. – P. 190–194.

3. Gura T.A., Ivlev M.G. Comparison of modern geodetic devices for performance of deformation monitoring: in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – 2016. – P. 182–186.

4. Gura T.A., Vovk S.G., Chernova N.V., Shishkina V.A. Analysis of the reasons and consequences of emergence deposit and shifts of buildings : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – 2016. – P. 176–181.

5. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for performance of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.

6. Hortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Horizontal and vertical shifts of constructions and reason of their emergence : in the collection: Sciences about Earth at the present stage the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 116–119.

7. Hortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko, Gura D.A. Observations of horizontal and vertical shifts of constructions : in the collection: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 120–123.

8. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A. Educational geodetic practice : Methodical instructions on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Part 3: Solution of geodetic tasks.

9. Zheltko Ch.N., Pastukhov M.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Grade of an error of measurement of horizontal corners at geodetic maintenance of high-rise construction : in the collection: Regional aspects of development of science and education in the field of architecture, constructions, land management and inventories at the beginning of the III millennium. Scientific readings memory of professor V.B. Fedosenko / Materials of the International scientific and practical conference. – 2015. – P. 389–394.

10.Gura T.A., Slinkova Yu.N. Engineering and geodetic researches for preparation of the site planning of the territory // the Messenger of a magistracy. – 2016. – No. 11-2. – P. 30–32.

11.Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura T.A., Muriyev T.A. About passing of educational geodetic practice in KubGTU students of the Construction direction // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 180–194.

12.Pinchuk A.P., Shevchenko A.A., Golotina Yu.I., Astakhova I.A. The main geodetic works at construction of buildings and constructions // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 8. – P. 75–84.

13.Gribkova L.A., Morozov A.A. Features of use of modern geodetic devices and technologies at construction of buildings and constructions // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 5. – P. 59–69.

УДК 528

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЕУСТРОЙТЕЛЬНЫХ РАБОТ И МЕЖЕВАНИИ ЗЕМЕЛЬ

–––––––

THE TECHNIQUE OF USING ELECTRONIC TACHEOMETERS IN THE PRODUCTION OF LAND SURVEYING

Копцев Илья Сергеевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
kopcev-i@mail.ru

Koptsev Ilya Sergeevich
Student,
Kuban state technological university
kopcev-i@mail.ru

Аннотация. Статья знакомит с различными методиками использования электронных тахеометров в целях землеустроительных работ. Приведён анализ современных средств и методов электронной тахеометрии, что даёт возможность определить эффективность прибора. Также в статье описаны подготовительные работы, которые проводят перед началом кадастровых работ.

Annotation. The article acquaints with various methods of using electronic tacheometers for land management purposes. The analysis of modern means and methods of electronic tacheometry that gives you the opportunity to determine the effectiveness of the device. The article also described the preparatory work that is carried out before the beginning of cadastral works.

Ключевые слова: методики, анализ, электронные тахеометры.

Keywords: methodology, analysis, electronic tacheometers.

В наши дни геодезия – это одна из важнейших наук. Большинство информации о земной поверхности было получено именно благодаря этой науке. Эксперты установили, что в России все работы, производимые геодезистами, за последние годы возросли примерно в пять раз, а во всём списке работ процессы по землеустройству и межеванию земель занимают одно из главных мест.

Конечно, удобство использования спутниковых приборов неоспоримо, но не менее значительными остаются вопросы применения инженерных средств и методов геодезических измерений [1]. Наиболее безошибочным способом измерения является электронный тахеометр, который даёт большое количество возможностей.

Тема данной статьи актуальна в наши дни, так как людям необходимо успевать выполнять все работы в ограниченные сроки, что позволит повысить производительность труда.

При выполнении работ с кадастрами соблюдаются обязательные требования [2] в способе их создания и подготовки необходимых документов. Подготовка заключается в проведении съёмочных работ и полевого обследования объекта землеустройства.

Съёмочные работы содержат подготовку, исследование и диагностирование сведений. Сам процесс межевания выполняется в следующем порядке: заключение договора подряда; подготовительные работы; составление описания положения границ; определение площади объекта [3, 4, 5].

В практике последних лет, в качестве геодезических измерительных средств, широкое применение нашли электронные тахеометры, предназначенные для автоматизированной тахеометрической съемки и производства инженерно – геодезических работ [6].

Электронный тахеометр – это соединение угломерной и дальномерной частей, блока контроля и управления процессом измерений, индикаторного устройства, блока питания. Основу угломерной части тахеометров с электронным считыванием составляют датчики накопительного или позиционного типа.

Существует множество областей применения электронных тахеометров: осуществление топографических и геодезических работ; технические и технико-геодезические, геологические изыскания; военное дело. В перспективе это позволит

решать множество задач за короткие сроки: вынос проектных отметок в натуру, измерение мостовых пролетов, разбивка по полярным координатам, определение высот недоступных точек, определение продольных и поперечных отклонений точек от заданных осей, создание и обновление топографических карт и планов и т.д. Так как в наши дни тахеометры полностью автоматизированы, они дают возможность обновлять цифровые карты.

Наиболее успешные зарубежные фирмы, которые производят тахеометры различных форм и назначения: Carl Zeis (Германия), Leica AG (Швейцария), Topcon и Sokkia (Япония) и др., имеющие свои торговые представительства в России. В нашей стране разработка и выпуск электронных тахеометров осуществляется в ЦНИИГАиК, на экспериментальном оптико-механическом заводе (ЭОМЗ) и Уральском оптико-механическом заводе (УОМЗ).

Методика использования электронных тахеометров упростилась после автоматизации всех процессов в приборе. При произведении съёмки тахеометр ставится на съёмочные точки, на пикетные точки ставятся специальные вешки с отражающими поверхностями, которые входят в комплект прибора. После того, как произведено наведение на отражатели вешки, автоматизированный прибор сам производит замер горизонтальных и вертикальных углов, а также расстояний до пограничных съёмочных и пикетных точек. Для обработки всех полученных данных применяют микро ЭВМ тахеометра. В результате получают приращения Δx и Δy координат и превышения h. Также учитываются все поправки. Полученные результаты иногда вводят в специальное запоминающие устройства или же на что-то переписывают (например: на магнитную кассету). При необходимости через время можно переместить информацию в ЭВМ, которая с помощью специальной программы проведёт конечную обработку данных всех измерений, необходимых для графического построения плана или цифровой модели местности.

Анализируя современные средства и методы, необходимо дать характеристику трём видам теодолитов:

Простейшие электронные теодолиты – это устройства с самой маленькой автоматизацией и большим программным обеспечением. Характеристики: точность измерения углов 5–10, линий ($3 + 5 \cdot 10^{-6} D$) мм.

Универсальные электронные теодолиты – это устройства с увеличенным числом осуществляемых действий. В них большое число программ. Характеристики: точность измерения углов 1–5, линий ($2 + 3 \cdot 10^{-6} D$) мм.

Роботизированные электронные теодолиты – это тахеометры с сервомоторами, которые оснащены различными устройствами. Их относят к категории тахеометров-роботов [7].

Конечно, сравнивая их между собой, необходимо обратить внимание на то, что точность измерения углов и линий у универсальных электронных теодолитов выше, чем у простейших теодолитов. А роботизированные электронные теодолиты – это усовершенствованные в техническом плане тахеометры, которые за счёт современного оснащения имеют наивысшую точность всех измерений.

Методики использования данных устройств также отличаются между собой. У простейших и универсальных электронных теодолитов это заметно не сильно, так как отличается только точность в измерениях. Но вот использование роботизированного электронного теодолита намного упрощено из-за полностью автоматизированного процесса и применения дополнительных устройств. Так, они обеспечивают прямой обмен информацией с полевыми и базовыми ЭВМ, способны автоматически следить за целью. Также оборудование имеет небольшие размеры и обладает малым количеством потребляемой мощности. В электронных тахеометрах с помощью применения ЭВМ повышена производительность, точность, что позволяет безошибочно выполнять работу и все измерения. Именно подключение устройства, которое осуществляет регистрацию, помогает автоматизировать процессы [8, 9].

Электронные тахеометры классифицируют по способу применения:

1. Устройства, которые используют для стандартной триангуляции и трилатерации с длинами сторон более 250 метров, характеризующиеся относительно высокой угловой точность (не ниже 3");

2. Устройства, которые используются для быстрого выполнения съемок и разбивок без использования отражателей. Основное требование – время измерения не более 0,5 сек. в режиме слежения, а угловая точность – не ниже (10"), точность измерения расстояний – не менее 1 см на 250 м;

3. Устройства 1-й или 2-й группы, но в варианте обслуживания одним исполнителем. Некоторые из этих приборов специально рассчитаны на функцию высокоточного мониторинга в автономном режиме [10].

Электронные тахеометры всё чаще используют для осуществления различного рода съёмок, межевания земель, инженерных изысканий и других работ. Развитие электронных тахеометров с каждым годом наглядно демонстрирует растущую потребность в информации о пространственном положении различных объектов [11].

Вследствие быстрых темпов развития науки, старые приборы и методы были заменены со временем на новые электронные тахеометры. С помощью них работы производятся легко и быстро, качество обработки результатов и анализ данных возросло.

Литература:

1. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Бурдинов Д.Т. Основы спутниковой навигации // Молодой ученый. – 2016. – № 28 (132). – С. 64–70.

2. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : учебное пособие по дисциплине «Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства» для студентов всех форм обучения специальности 120303 – «Городской кадастр». – Краснодар, 2011.

3. Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

4. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

5. Гура Д.А., Кусова С.И., Кравцова Т.В. О проблемах современного кадастра : в сборнике трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 73–75.

6. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

7. Гура Т.А., Слинькова Ю.Н. Инженерно-геодезические изыскания для подготовки проекта планировки территории // Вестник магистратуры. – 2016. – № 11-2. – С. 30–32.

8. Пинчук А.П., Шевченко А.А., Голотина Ю.И., Астахова И.А. Основные геодезические работы при строительстве зданий и сооружений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 75–84.

9. Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

10. Пенсаков Г.И., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Грибкова И.С. Применение данных дистанционного зондирования с целью рационального использования земель в Российской Федерации // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 10. – С. 24–38.

11. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография / ФГБОУ ВПО КубГТУ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – 66 с.

References:

1. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura T.A., Burdinov D.T. Bases of satellite navigation // Young scientist. – 2016. – No. 28 (132). – P. 64–70.

2. Osennayay A.V., Osennayay E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Theoretical bases of system of technical account and inventory of capital construction projects: the manual on discipline «Technical accounting and inventory of capital construction projects» for students of all forms of education of specialty 120303 – «The city inventory». – Krasnodar, 2011.

3. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

4. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory : methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

5. Gura D.A., Kusova S.I., Kravtsova T.V. About problems of the modern inventory : in the collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 73–75.

6. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

7. Gura T.A., Slinkova Yu.N. Engineering and geodetic researches for preparation of the site planning of the territory // the Messenger of a magistracy. – 2016. – No. 11-2. – P. 30–32.

8. Pinchuk A.P., Shevchenko A.A., Golotina Yu.I., Astakhova I.A. The main geodetic works at construction of buildings and constructions // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 8. – P. 75–84.

9. Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a condition of deformations of unique capital construction projects : in the collection: International inno-vation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

10. Pensakov G.I., Shevchenko G.G., Gura D.A., Gribkova I.S. Application of data of remote sensing for the purpose of rational use of lands in the Russian Federation // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 10. – P. 24–38.

11. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Cartography / FGBOU VPO KubGTU. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – 66 p.

УДК 528

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАЗЕМНОЙ НАВИГАЦИИ
–––––––
THREE-DIMENSIONAL MODELLING IN LAND NAVIGATION

Лаюк Бэла Рамазановна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
batyrchik17051998@gmail.com

Аннотация. В последнее время, трехмерное моделирование пользуется большой популярностью, находя применение во многих областях человеческой деятельности.3D-моделирование – это новый способ предоставления информации. Ценность трехмерного моделирования в том, что оно дает нам возможность смоделировать не только существующие, но и проектируемые объекты. Хотелось бы остановиться на тех областях применения новых технологий, которые наиболее востребованы в свете специфики современных задач. Активная работа по созданию трехмерных [1, с. 31] моделей городов [2, с. 100] ведется как за рубежом, так и в нашей стране. Многим известно, что лидером в данной области являются США. В настоящее время построены трехмерные модели большинства крупнейших городов этой страны. Уже начинаются работы по моделированию помещений внутри зданий. Отставание России в этой области не может быть признано катастрофическим. Так как работы выполняются успешно по трехмерному моделированию и анализу моделей небольших участков городов, промышленных и инфраструктурных объектов, в том числе в интересах иностранных партнеров, при наличии всех необходимых технологий, высококлассных специалистов. Но все же значительное торможение внедрения таких технологий происходит из-за отсутствие понимания необходимости построения таких моделей для эффективного управления инфраструктурой города, архитектурного планирования [12, с. 31], для решения задач гражданской обороны, разрешения экологических проблем [11, с. 68], планирования мероприятий специальных служб. Главнейшим направлением применения трехмерных моделей является информационная поддержка проектных решений. 3D-моделирование [3 с. 365] позволяет опробовать технические решения непосредственно в процессе проектирования, что радикально сокращает временные затраты и существенно повышает качество проектов.
В данной статье рассмотрим трехмерное моделирование, задачи, этапы, виды и т.д.

Ключевые слова: трехмерное моделирование, 3D-модель, пространственная визуализация, коммуникации, конструкции, технологическое оборудование, 3D-проекты.

Layuk Bela Ramazanovna
Student,
Kuban state technological university
batyrchik17051998@gmail.com

Annotation. Recently, three-dimensional modeling enjoys wide popularity, finding application in many areas of human activity.3D-modeling is a new way of providing information. The value of three-dimensional modeling is that it gives us the chance to simulate not only existing, but also designed projects. It would be desirable to stop on those scopes of new technologies which are most demanded in the light of specifics of modern tasks. Active work on creation three-dimensional [1, p. 31] models of the cities [2, p. 100] it is conducted as abroad, and in our country. Much know that the leader in the field is the USA. Now three-dimensional models of the majority of the largest cities of this country are constructed. Already works on modeling of rooms in buildings begin. Lag of Russia in this area can't be recognized as catastrophic. As works are performed successfully on three-dimensional modeling and the analysis of models of small sites of the cities, industrial and infrastructure facilities, including for the benefit of foreign partners, with all necessary technologies, high quality experts. But nevertheless considerable braking of introduction of such technologies happens because of lack of understanding of need of creation of such models for effective management of infrastructure of the city, architectural planning [12, p. 31], for the solution of problems of civil defense, permission of environmental problems [11, p. 68], planning of actions of special services. The main direction of application of three-dimensional models is information support of design decisions. 3D-modeling [3 with. 365] allows to test technical solutions directly in a designing process that considerably reduces time expenditure and significantly increases quality of projects.
In this article we will consider three-dimensional modeling, tasks, stages, types, etc.

Keywords: three-dimensional modeling, 3D model, spatial visualization, communications, designs, processing equipment, 3D-projects.

Моделирование для информационной поддержки проектных решений подразделяется на 2 этапа:

1. Подготовительный;
2. Расчетно-аналитический.

Подготовительный в обязательном порядке требует наличия данных аэросъемки или космического дистанционного зондирования.

Расчетно-аналитический – подразумевает вычисление каких-либо параметров по 3D-моделям.

Характерная черта проектных задач состоит в моделировании и оптимизации решения, которое еще предстоит воплотить в жизнь. На этом этапе необходимо тщательно контролировать результаты, так как это позволяет сократить количество ошибок проектирования без сильного увеличения стоимости проекта. Все же общая стоимость создания 3D-моделей значительно меньше затрат на внесение изменений в уже существующий объект. Виртуальная 3D-модель позволяет проводить визуальный контроль [4, с. 108] и оптимизировать проектные решения с учетом рельефа местности, дендроплана, имеющейся и проектируемой инфраструктуры. 3D-проекты, которые совмещены с трехмерной моделью территории, позволяют представлять то, как возводимые объекты впишутся в ландшафт. Логическим продолжением мониторинга [5, с. 152] в режиме реального времени являются интерактивные системы управления пространственными процессами, которые основаны на использовании трехмерных моделей объектов. Благодаря графическому представлению объектов управления в виде 3D-моделей, информация поступает в наиболее удобном и естественном для человека виде, что положительно влияет на качество и оперативность принятия решений.

Это свойство 3D-моделей может широко использоваться при создании ситуационных центров управления территориями, таких как:

- центры кризисных ситуаций;
- оперативные службы;
- подразделения по отслеживанию использования биоресурсов;
- по учету и контролю объектов недвижимости и т.д.

3D-моделирование [6, с. 50] применяют и в качестве информационной поддержки задачи проектирования навигационной сети. Результативное проектирование навигационной сети невозможно без выполнения аналитических расчетов, которые основаны на трехмерных моделях территории. Нельзя изменить пространственные характеристики одного объекта, не учитывая последствий для других. Для проектирования локальной навигационной системы, содержащей набор RFID-меток, также следует создать упрощенную модель исследуемого участка с применением автоматических технологий, а так же использовать для аналитических расчетов местоположения ретрансляторов.

Задачи, решаемые при использовании трехмерных моделей:

1. Визуализировать в 3D-модели пространственную информацию в единой системе координат рельеф, объекты инфраструктуры, установки, коммуникации [13, с. 20], конструкции, технологическое оборудование, с помощью которой можно улучшить технологические процессы, создать благоприятные условия для транспортных и логистических операций, корректировать проектные решения.

2. Разрабатывать дизайнерские проекты, проекты реконструкции, реставрации, капитального ремонта и планирования [7, с. 47], перепланирования стратегически и высокофункционально значимых объектов, а также обслуживающего оборудования.

3. Получать достоверную информацию о практическом состоянии объектов инфраструктуры, строительных элементах и коммуникациях зданий и помещений. Благодаря этому определяется оптимальный подход к организации производственной деятельности. Для оценки и обоснования планируемых бизнес-проектов и привлечения дополнительных инвестиций необходима информация о фактическом состоянии и возможностях объектов инфраструктуры.

4. Решать задачи МЧС (Министерство по Чрезвычайным Ситуациям). Представление сведений для планирования и организации мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС, для разработки мероприятий по охране труда, вести расчет по определению максимально эффективных рабочих территорий – являются основными задачами МЧС.

5. Решать задачи предоставления данных в службы БТИ (Бюро технической инвентаризации). Обеспечение точными геометрическими параметрами, на которых будут отражены реальные расстояния между элементами и их фактические размеры, составление карт [8, с. 34], планов по межеванию объектов землеустройства – являются основными задачами БТИ.

6. Осуществлять инвентаризацию и учет объектов, помещений и площадей. Это дает возможность наиболее четко рассчитывать экономическую эффективность использования и повысить качество управления объектами. Позволяет более точно рассчитывать остаточную, восстановительную стоимости обслуживающих зданий и сооружений.

7. Применять приобретенные сведения в последующем путем нанесения на объекты тематической информации и развития информационной базы, а также создания ГИС [9, с. 43] путем наращивания информационной базы.

После проведения данного исследования, можно заявить, что предложенный подход к проектированию навигационной системы характеризуется следующими достоинствами:

- возможность совместного 3D-анализа проектных решений конструктива развязки, компонентов реального градостроительного слоя (инженерные коммуникации, фонарные столбы, опоры мостов, рекламные щиты и т.д.). Это можно объяснить так – производить оценку зоны видимости объекта наблюдений при его проектном расположении с учетом иных сооружений и при необходимости в режиме реального времени перемещать его модель в зону лучшей видимости и формировать соответствующие рекомендации;
- возможность исследования методики совместного проектирования модели развязки, ее сооружений, объектов инфраструктуры. Комплексное проектирование позволит консолидировать все проектные решения и устранить невязки с меньшими затратами материальных и временных ресурсов.

В данной статье рассматривается вопрос о трехмерном моделировании в наземной навигации, и на основе фактов приведенных выше можно сделать следующий вывод, что внедрения 3D-моделирования и технологии геоинформационных систем (ГИС) [10, с. 128] в практику проектирования размещения технических средств и создания соответствующей нормативной документации необходима.

Литература:

1. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО КубГТУ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.

2. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.

3. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала Адлеровского района г. Сочи // Научные труды Кубанского Государственного Технологического университета. – Краснодар, 2015. – С. 362–369.

4. Абушенко С.С., Амиров Э.К., Гура Д.А. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки / Материалы IV Международной научно-практической конференции: Науки о земле на современном этапе. – М., 2012. – С. 107–109.

5. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : учебное пособие по дисциплине «Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства» для студентов всех форм обучения специальности 120303 – «Городской кадастр». – Краснодар, 2011.

6. Шевченко Г.Г, Гура Д.А., Петренков Д.В., Осенняя А.В., Чернова А.В., Шишкина В.А. Эффективное построение 3D модели местности для целей кадастра : в сборнике статей победителей Международной научно-практической конференции: European research. – 2016. – С. 48–52.

7. Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Создание крупномасштабного топографического плана в AutoCAD и AutoCAD Civil 3D / сборник статей победителей V международного научно-практического конкурса: Лучшая научная статья 2016. – Пенза, 2017. – С. 43–50.

8. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : в сборнике: Актуальные вопросы науки / Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.

9. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования : в сборнике: Строительство – 2010 / Материалы Международной научно-практической конференции. – Дорожно-транспортный институт, 2010. – С. 152–153.

10.Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

11.Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

12.Гура Т.А., Слинькова Ю.Н. Инженерно-геодезические изыскания для подготовки проекта планировки территории // Вестник магистратуры. – 2016. – № 11-2 (62). – С. 30–32.

13.Гура Т.А., Каранова В.В., Тхазеплова Д.А. Геодезическое обеспечение строительства подземных коммуникаций в условиях г. Краснодара и Краснодарского края // Вестник магистратуры. – 2016. – № 11-3. – С. 18–22.

References:

1. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografiya : the handbook to laboratory works and an examination for students of all forms of education of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and inventories» / to FGBOU VPO KubGTU. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014.

2. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for performance of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.

3. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for statement on the cadastral registration on the example of the railway station of the Adler district of Sochi // Scientific works of the Kuban State Technological university. – Krasnodar, 2015. – P. 362–369.

4. Abushenko S.S., Amirov E.K., Gura D.A. The problems arising when performing control and executive shooting / Materials IV of the International scientific and practical conference: Sciences about the earth at the present stage. – M., 2012. – P. 107–109.

5. Osennayay A.V., Osennayay E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Theoretical bases of system of technical account and inventory of capital construction projects : the manual on discipline «Technical accounting and inventory of capital construction projects» for students of all forms of education of specialty 120303 – «The city inventory». – Krasnodar, 2011.

6. Shevchenko G.G., Gura D.A., Petrenkov D.V., Osennayay A.V., Chernova A.V., Shishkina V.A. Effective creation of a 3D model of the area for the inventory : in the collection of articles of winners of the International scientific and practical conference: European research. – 2016. – P. 48–52.

7. Shevchenko G.G., Gura D.A. Creation of the large-scale topographical plan in AutoCAD and AutoCAD Civil of 3D / collection articles of winners of the V international scientific and practical competition: The best scientific article of 2016. – Penza, 2017. – P. 43–50.

8. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting : in the collection: Topical issues Sciences / Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

9. Gura D.A., Shevchenko G.G. Environmental monitoring of deformation of constructions with use of land laser scanning : in the collection: Construction – 2010 / Materials of the International scientific and practical conference. – Road and transport institute, 2010. – P. 152–153.

10.Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory : Methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

11.Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

12.Gura T.A., Slinkova Yu.N. Engineering and geodetic researches for preparation of the site planning of the territory // the Messenger of a magistracy. – 2016. – No. 11-2 (62). – C. 30–32.

13.Gura T.A., Karanova V.V., Tkhazeplova D.A. Geodetic support of building of underground communications in the conditions of Krasnodar and Krasnodar Krai // the Messenger of a magistracy. – 2016. – No. 11-3. – C. 18–22.

УДК 528

КАДАСТРОВЫЕ РАБОТЫ И ИХ ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ И ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

–––––––

CADASTRAL WORKS AND THEIR TOPOGRAPHIC AND GEODESIC SUPPORT

Лесь Олеся Евгеньевна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
cute.les@mail.ru

Аннотация. В данной статье разобраны вопросы по координатному обеспечению крупномасштабного картографирования для кадастровых работ.

Ключевые слова: топографические карты, геодезические работы, кадастровые планы.

Les' Olesya Yevgenievna
Student,
Kuban state technological university
cute.les@mail.ru

Annotation. In this article questions on the coordinate support of large-scale mapping for cadastral work are discussed.

Keywords: topographic maps, geodetic works, cadastral plans.

В наши дни людям необходимо решить задачу по созданию кадастровых планов сельских местностей, которых насчитывается около 200 тысяч. Чаще всего площади участков составляют до 100 га, очень редко (1 %) – более 100 га [1]. Также на участках находятся приусадебные территории и дома, которые в среднем составляют 0,3 га каждый. Чтобы отслеживать сельские местности, кадастровые планы должны быть предельно точны для зонирования территории, оценки земель и налогообложения [2, 3].

Для кадастровых планов используются карты в масштабах 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000. В планах должны быть определены с высокой точностью координаты опорных точек. Очень часто для решения земельных вопросов используются простые варианты построения и обработки спутниковых сетей [4, 5, 6].

При проведении топографо-геодезических работ появляются планы и карты, которые используют для обеспечения большого комплекса различных землеустроительных мероприятий [7].

Для определения площади участков важен масштаб планов [8, 9].

Для определения зависимости масштаба от площади участка используют формулу:

$$M = 25 \cdot 10^2 \cdot m_{p\%} \cdot \sqrt{P_{га}} \ .$$

Для кадастровых работ имеет значение и информативность карты. Избыточность информации представляется в виде формулы:

$$G = (1 - Q),$$

где $Q = \dfrac{R_0}{R_M}$, R_0 – информативность топокарты; R_M – коэффициент информативной ёмкости плана данного масштаба.

$$R_0 = K \cdot N + 1{,}2 \cdot n \ ,$$

где N – число участков, отображённых на плане масштабными знаками, а n – число контуров, показанных на плане [10].

Межевание земель может быть выполнено как в общегосударственной, так и в местной системе координат. Перед созданием карты или плана необходимо предварительное построение опорных геодезических сетей – совокупность пунктов на поверхности земли, местоположения которых закреплены координатами [11, 12].

Если используются общепринятые геодезические средства, то происходят большие затраты сил и времени. Если же используется наземная аппаратура GPS, то создание сети исходных пунктов необходимой точности происходит намного быстрее [13].

В целях создания карт с пилотируемых самолётов ведут аэрофотосъёмку по ранее намеченным на карте путям. Прокладывание происходит за счёт снимков, которые непрерывно покрывают всю картографируемую территорию [14].

Масштаб съёмки зависит от масштаба будущего плана, высоты сечения рельефа, соотношения между масштабом снимка и плана.

При осуществлении работ по координатной привязке аэрофотоснимков наблюдается погрешность $10^{-10} \cdot D$. Суммарная погрешность для GPS-приёмников определяется по формуле:

$$m^2 = m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2,$$

где m_1 – погрешность накола опорной точки; m_2 – погрешность опознавания точки; m_3 – погрешность определения координат; m_4 – погрешность перевычисления.

Для получения точности 1,5 ... 4 см спутнику необходимо накапливать данные в течение 1 часа на каждой точке. При одновременном использовании нескольких приёмников, каждый из которых будет работать более 20 минут, погрешность измерений составит не более 0,05 м.

Решение задачи по обоснованию проектируемых сетей и априорной оценке точности сводится к вычислению обратной матрицы [15].

Исходной информацией для всех расчётов создания уравнений поправок станут приближённые координаты пунктов любого построения и параметры точности измерений. Расчёты, производимые перед проектом, дадут возможность уменьшить все экономические затраты при развитии и реконструкции геодезических сетей.

Литература:

1. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А., Бердзенишвили С.Г. Прикладная геодезия. Геодезические работы при ведении кадастра. Panorama «ГИС Карта» : методические указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ, практических занятий для студентов всех форм обучения направлений: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 21.03.01 Нефтегазовое дело, 08.03.01 Строительство. – Краснодар, 2016. – Ч. 1. – 48 с.

2. Осенняя А.В., Середин А.М., Будагов И.В., Хахук Б.А., Кушу А.А., Гура Д.А., Пастухов М.А. Кадастровая оценка и налогообложение недвижимости в краснодарском крае на примере земель населенных пунктов : Монография. – Краснодар, 2016.

3. Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

4. Гура Д.А., Муриев Т.А. Google Earth как эволюция картографии : в сборнике: Транспорт: наука, образование, производство / труды международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 33–37.

5. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография / ФГБОУ ВПО КубГТУ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – 66 с.

6. Гура Т.А. Особенности ведения кадастра недвижимости в Германии // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 195–202.

7. Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Создание крупномасштабного топографического плана в AutoCAD и AutoCAD Civil 3D : в сборнике: Лучшая научная статья 2016 / сборник статей победителей V международного научно-практического конкурса. – 2017. – С. 43–50.

8. Кравцова Т.В., Кусова С.И., Гура Д.А. Систематизация данных, используемых при функционировании ГИС для решения геоэкологических и картографических задач : сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 128–130.

9. Гура Д.А., Кусова С.И., Кравцова Т.В. О проблемах современного кадастра : сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 73–75.

10. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала адлерского района г. Сочи // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 362–369.

11.Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства : Анализ действующей системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2012. – Ч. 1.

12.Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : учебное пособие по дисциплине «Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства» для студентов всех форм обучения специальности 120303 – «Городской кадастр». – Краснодар, 2011.

13.Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

14.Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А., Коломыцев А.А. Совершенствование институционально-экономического механизма оценки земель в современных условиях. – Краснодар, 2013.

15.Гура Т.А., Слинькова Ю.Н. Инженерно-геодезические изыскания для подготовки проекта планировки территории // Вестник магистратуры. – 2016. – №11-2 (62). – С. 30–32.

References:

1. Shevchenko G.G., Gura D.A., Oleynikova L.A., Berdzenishvili S.G. Application-oriented geodesy. Geodesic operations when guiding the inventory. Panorama «GIS Card» : methodical instructions to execution of laboratory and independent operations, a practical training for students of all forms of education of the directions: 08.05.01 Construction of unique buildings and constructions, 21.03.03 Geodesy and remote sensing, 21.03.02 Land management and inventories, 21.03.01 Oil and gas business, 08.03.01 Construction. – Krasnodar, 2016. – P.1. – 48 p.

2. Osennyaya A.V., Middle A.M., Budagov I.V., Hakhuk B.A., Kushu A.A., Gura D.A., Pastukhov M.A. Cadastral assessment and the taxation of the real estate in Krasnodar Krai on the example of lands of settlements : Monograph. – Krasnodar, 2016.

3. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

4. Gura D.A., Muriyev T.A. Google Earth as evolution of cartography : in the collection: Transport: science, education, productions / works of the international scientific and practical conference. – 2016. – P. 33–37.

5. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Cartography / FGBOU VPO KubGTU. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – 66 p.

6. Gura T.A. Features of guiding of the inventory of the real estate in Germany // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 195–202.

7. Shevchenko G.G., Gura D.A. Creation of the large-scale topographical plan in AutoCAD and AutoCAD Civil 3D : in the collection: The best scientific article of 2016 / collection articles of winners of the V international scientific and practical competition. – 2017. – P. 43–50.

8. Kravtsova T.V., Kusova S.I., Gura D.A. Systematization of the data used when functioning GIS for the decision of geoecological and cartographical tasks : collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 128–130.

9. Gura D.A., Kusova S.I., Kravtsova T.V. About problems of the modern inventory : collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 73–75.

10.Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for setting on the cadastral registration on the example of the railway station of Adlersky District of Sochi // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 11. – P. 362–369.

11.Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Technical accounting and inventory of capital construction projects : The analysis of operating system of technical account and inventory of capital construction projects – Krasnodar : Kuban state technological university, 2012. – P.1.

12.Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Theoretical bases of system of technical account and inventory of capital construction projects : the manual on discipline «Technical accounting and inventory of capital construction projects» for students of all forms of education of specialty 120303 – «The city inventory». – Krasnodar, 2011.

13.Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory : methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

14. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A., Kolomytsev A.A. Improvement of the institutional and economic mechanism of assessment of lands in modern conditions. – Krasnodar, 2013.
15. Gura T.A., Slinkova Yu.N. Engineering and geodetic researches for preparation of the site planning of the territory // the Messenger of a magistracy. – 2016. – No. 11-2 (62). – C. 30–32.

УДК 528

МИРОВОЙ ОПЫТ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ СКАНИРОВАНИЯ

–––––––

WORLD EXPERIENCE OF CREATION OF INFORMATION MODELS OF OBJECTS USING SCANNING TECHNOLOGY

Гура Татьяна Андреевна
ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
t_gura@mail.ru

Мавропуло Мария Дмитриевна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
m.mavropulo@yandex.ru

Ковалева Алена Александровна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
alenochka266@mail.ru

Трошкин Никита Иванович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
nikita.troshkin.98@mail.ru

Знова Максим Константинович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
znova98@mail.ru

Стрельцов Алексей Игоревич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Lehastrel@gmail.com

Gura Tatyana Andreevna
Assistant to department of the inventory
and geoengineering,
Kuban state technological university
t_gura@mail.ru

Mavropulo Mary Dmitrievna
Student,
Kuban state technological university
m.mavropulo@yandex.ru

Kovaleva Alena Aleksandrovna
Student,
Kuban state technological university
alenochka266@mail.ru

Troshkin Nikita Ivanovich
Student,
Kuban state technological university
nikita.troshkin.98@mail.ru

Znowa Maxim Konstantinovich
Student,
Kuban state technological university
znova98@mail.ru

Alexei Streltsov Igorevich
Student,
Kuban state technological university
Lehastrel@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются преимущества и недостатки технологии лазерного сканирования в сравнении с классической геодезией, на конкретном примере описаны принцип работы лазерного сканера и его основные характеристики, рассмотрено применение данной технологии в мире, а также некоторые причины, по которым использование этой технологии является единственно возможным вариантом съемки. В данной публикации показана востребованность сканеров на рынке геодезического оборудования, их эффективность и точность, подробно рассказано о сканировании и дальнейшем получении 3D модели предметов искусства, промышленных объектов, линейных сооружений, приведены современные серверные приложения, которые значительно ускоряют процесс обработки данных.

Ключевые слова: лазерное сканирование, Ростовская АЭС, трехмерная модель, принцип лазерного сканирования, сканирование предметов искусства, съемка железных дорог, планирование Керченского пролива.

Annotation. This article discusses the advantages and disadvantages of the technology of laser scanning compared to classical surveying, a specific example is described the principle of operation of laser scanner and its main characteristics, the paper describes the application of this technology in the world, and also some reasons why the use of this technology is the only possible way of shooting. This publication shows the relevance of scanners, market survey equipment, their efficiency and accuracy, and details on scanning and further obtaining 3D models of art objects, industrial facilities, linear structures, given modern server applications that significantly accelerate data processing.

Keywords: laser scanning, Rostov NPP, a three-dimensional model, the principle of laser scanning, the scanning of art objects, shooting with the Railways, planning of the Kerch Strait.

Несмотря на то, что технология лазерного сканирования появилась в прошлом веке, в наше время сканеры широко не используются в строительных работах. Помимо этого, человечеству еще не хватает информации о том, как эффективно использовать системы в тех или иных приложениях [1]. Однако интерес к этой технологии вместе со спрос на рынке геодезического оборудования увеличивается с каждым годом, а высокая стоимость приобретения компенсируется все более выгодными предложениями со стороны поставщиков услуг по сканированию. Важным преимуществом является то, что лазерное сканирование позволяет значительно сократить временные и финансовые расходы при строительстве или реконструкции объектов. Для наглядного сравнения данные представим в виде таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение финансовых и временных затрат в США

Параметр	ВЛС, час	Топосъемка, час
Полевые работы	103	8064
ВЛС (полетное время)	116	0
Камеральная обработка	154	3462
Часов на 1 км	1,52	47,73
Стоимость на 1 км	493$	4225$
Всего часов	373	11526
Всего стоимость работ	75483$	633810$

В настоящее время отсканирована 1/3 территории США. Общие затраты составили $146 млн/год, а ожидаемая выгода с 2022 года $13 млрд/год.

Можно обратиться к одному из объектов российского проекта, иллюстрирующему применение технологии, описанной выше. В 2013 году команда специалистов, куда вошли представители компаний Интерграф (Intergraph PP&M Russia), Триметари (Санкт-Петербург), Навгеоком (Москва), реализовала проект по получению трехмерной информационной модели 3-го энергоблока Ростовской АЭС.

Для выполнения полевых работ использовался сканер ScanStation P20. Максимальная дальность 120 м при 18 % отражающей способности, точность определения расстояния менее 1 мм, скорость до 1 млн точек в секунду, встроенная фотокамера [4, 8].

Значительно ускорило процесс обработки больших массивов данных такое клиент-серверное приложение, как Cyclone. С помощью него можно создать одновременный доступ с нескольких компьютеров к одной базе данных, и все изменения, вносимые на одном компьютере, будут сразу же видны на других [2]. За один день были обработаны все данные по лазерному сканированию, а общее количество точек в финальном облаке составило 1,3 млрд (рис. 1) [2].

Рисунок 1 – Фрагмент облака точек

Все последующие работы выполнялись удаленно от объекта. В результате была получена трехмерная модель объекта (рис. 2) [6].

Для создания цифровой модели пути и инфраструктуры проводят съемки с поезда. В 2014–2015 годах выполнена съемка более 2000 пог. км железных дорог для АО «Транспутьстрой». Тем самым были получены модели контактной сети проводов, модели рельсов и многое другое. В истории СССР были случаи, когда топографическую съемку было невозможно использовать по каким либо причинам и ВЛС съемка становилась единственным способом [5]. Одним из ярких примеров возможностей лазерного сканирования послужили выполненные компанией Геопроектизыскания работы на Транссибирской магистрали. Удалось выполнить огромный объем полевых работ в течение трех месяцев. При проведении же полевых инженерно-геодезических изысканий методами классической геодезии данный проект с учетом сезонности потребовал бы не менее 2–3 лет [7].

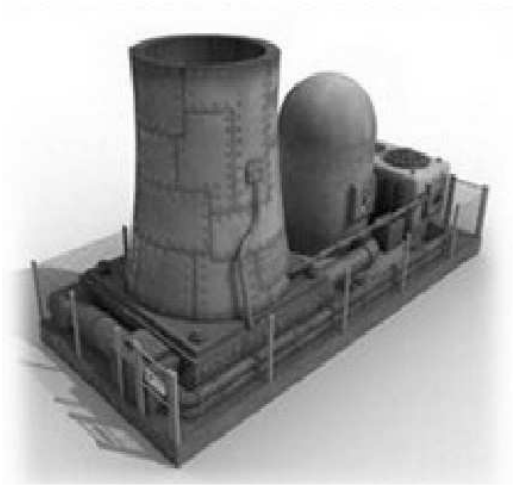


Рисунок 2 – Информационная модель третьего энергоблока

Также при помощи лазерного сканирования были получены цифровая модель рельефа и ортофотоплан одной из самых высокоскоростных железнодорожных магистралей «Москва-Казань-Екатеринбург» (ВСМ-2), протяженностью в 732 км.

Помимо создания моделей промышленных объектов, лазерное сканирование позволяет высокоточно сохранить оригиналы произведений искусства. Лазерное сканирование создает модель полностью бесконтактно, ведь очень важно при копировании предметов искусства не причинить им вреда. Также оно способно определить положение от сотен тысяч до десятков миллионов точек на поверхности предмета, а уже полученные с разных точек стояния облака точек составляют в единую систему и затем редактируют (рис. 3).

Рисунок 3 – Информационная модель римского кувшина

Обратившись к мировому опыту создания информационных моделей объектов с помощью лазерного сканирования, можно с уверенностью сказать, что такая технология очень эффективна при реконструкции существующих объектов, при проектировании новых объектов на базе уже, в процессе и после их эксплуатации, а также для мониторинга строительных, монтажных работ.

Литература:

1. Грибкова И.С., Шерстюк Н.А. Лазерное сканирование : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 53–55.
2. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е. Анализ программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2016. – Т. 12. – № 3. – С. 127–140.
3. Пенсаков Г.И., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Грибкова И.С. Применение данных дистанционного зондирования с целью рационального использования земель в Российской Федерации // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 10. – С. 24–38.
4. Бушнева И.А., Безверхова А.Ю., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Об использовании наземного лазерного сканирования для получения фасадных чертежей исследуемых зданий и строений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 11. – С. 89–97.
5. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Карслян А.М., Петренков Д.В. Особенности воздушного лазерного сканирования в теории и на практике на примере линейных объектов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 109–116.
6. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала адлерского района г. Сочи // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 362–369.
7. Гура Д.А., Верезубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
8. Гура Т.А., Катрич А.Е. Обработка данных наземного лазерного сканирования для получения обмерных чертежей объектов культурного наследия // Молодой ученый. – 2016. – № 26 (130). – С. 25–28.

References:

1. Gribkova I.S., Sherstyuk N.A. Laser scanning : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 53–55.
2. Shevchenko G.G., Gura D.A., Glazkov R.E. The analysis of the software for data handling of terrestrial laser scanning // the Modern industrial and civil engineering. – 2016. – T. 12. – No. 3. – P. 127–140.
3. Pensakov G.I., Shevchenko G.G., Gura D.A., Gribkova I.S. Data application of remote sensing for the purpose of rational use of lands in the Russian Federation // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 10. – P. 24–38.
4. Bushneva I.A., Bezverkhova A.Yu., Shevchenko G.G., Gura D.A. About use of terrestrial laser scanning for obtaining front drawings of the researched buildings and structures // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 11. – P. 89–97.
5. Gura D.A., Shevchenko G.G., Karslyan A.M., Petrenkov D.V. Features of air laser scanning in the theory and in practice on the example of the linear objects // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 8. – P. 109–116.
6. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for setting on the cadastral registration on the example of the railway station of Adlersky District of Sochi // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 11. – P. 362–369.
7. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems : collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International nauch-but-practical conference. – 2013. – P. 56–58.
8. Gura T.A., Katrich A.E. Data handling of terrestrial laser scanning for obtaining measurement drawings of objects of cultural heritage // the Young scientist. – 2016. – No. 26 (130). – P. 25–28.

УДК 1683

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ РОССИИ

–––––––

THE HISTORY OF DEVELOPMENT OF GEODESIC NETWORKS OF RUSSIA

Елецков Ярослав Сергеевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
yaroslav124124@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена истории развития геодезических сетей России. Их назначение и помощь в развитии хозяйства страны и ее обороны. А также её структура и принципы построения и обеспечения полноценного функционирования.

Ключевые слова: государственная геодезическая сеть, основные задачи сети, история геодезии, основы геодезии.

Eleckov Yaroslav Sergeev
Student,
Kuban state technological university
yaroslav124124@mail.ru

Annotation. This article is devoted to the history of the development of geodetic networks in Russia. Their purpose and assistance in the development of the country's economy and its defense. And its structure and principles of building and ensuring full-fledged functioning.

Keywords: State geodetic network, the main tasks of the network, the history of geodesy, the fundamentals of geodesy.

Становление и развитие основных геодезических работ о многих странах было связано с необходимостью картографирования территории государства. Так, в XVI столетии была составлена первая русская карта на Московское государство, а именно Европейской её части, известная под названием «Большой чертеж».

Первые крупные триангуляционные работы были произведены в России в 1816 г. под руководством известного геодезиста К.И. Теннера, в западных пограничных районах. В работах К.И. Теннера впервые был реализован основной принцип последовательного перехода от общего к частному. К.И. Теннер первым ввел деление триангуляции на классы: 1 класс со сторонами треугольников в среднем около 25 км, 2 класс – 5–10 км и пункты 3 класса, определяемые засечками.

В 1822 г. был учрежден Корпус военных топографов (КВТ), сыгравший значительную роль в становлении и развитии основных картографических и геодезических работ в России. За более чем сотню лет своей работы КВТ определил на территории России 3650 пунктов триангуляции 1 класса, 6373 пункта триангуляции 2 и 3 классов.

Спустя многие годы уже в СССР встал вопрос о создание более точных геодезических сетей с этой целью в:

1919 г. – образовано Высшее геодезическое управление (ВГУ);

1992 г. – образована Федеральная служба геодезии и картографии России (Роскартография);

2008 г. – передана в ведение Министерства экономического развития и торговли РФ (с 2008 г. – Министерство экономического развития);

2009 г. – функции Роскартографии переданы Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии (росреестр).

Для правильного функционирования была создана структура государственного аппарата управления картографией, включающая в себя: Правительство Российской Федерации, Министерство экономического развития Российской Федерации, Департамент недвижимости, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), Управление государственного геодезического и земельного надзора, Управление картографии и инфраструктур пространственных данных.

Для нормального функционирования, а также для установления норм и порядком в законодательную базу были внесены следующие положения и законы:

- Федеральный закон «О геодезии и картографии» от 26 декабря 1995 г.;
- «Положение о федеральном государственном надзоре в области геодезии и картографии» – утверждено постановлением Правительства РФ от 27 декабря 2012 г.;

- «Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации» – утверждены Приказом Федеральной службы геодезии и картографии России от 17 июля 2005 г.;
- «Концепция развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года» утверждены распоряжением Правительства РФ от 17 декабря 2010 г.;
- «Положение об охранных зонах и охране геодезических пунктов на территории Российской Федерации» – утверждены постановлением Правительства РФ от 7 октября 1996 г.;
- Нормативно-технический акт (НТФ) – «Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации» является основополагающим документом в области создания и развития государственной геодезической сети страны.

В НТФ отражено состояние государственной геодезической сети на эпоху возникновения геодезической системы координат 1995 года, приведены характеристики этой системы и её основные принципы установления.

Этим документом определены направления и структура развития государственной геодезической сети Российской Федерации. Даны основные характеристики создаваемых сетей, указанны требуемые точности их элементов.

Составление топографических карт на огромную территорию России было бы невозможным без создания единой сети геодезических пунктов, высотное и плановое положение которых нужно определить с высокой точностью.

Эти пункты должны быть надежно закреплены на местности на возможно более длительное время.

Совокупность таких геодезических пунктов называется геодезической сетью.

Пулковская обсерватория России была, Начальной точкой построения государственной геодезической сети.

Государственная геодезическая сеть (ГГС) представляет собой совокупность геодезических пунктов расположенных равномерно по всей территории и закрепленных на местности специальными центрами, обеспечивающими их устойчивость и сохранность в плане и по высоте, в течение длительного времени.

ГГС включает в себе, также пункты с постоянно функционирующими наземными станциями спутникового автономного определения координат на основе использования спутниковых навигационных систем, с целью обеспечения возможностей определения координат потребителями в режиме близком к реальному времени.

Наряду с ГГС в России созданы и постоянно совершенствуются государственные нивелирная и гравиметрическая сети, а также геодезические сети специального назначения.

Геодезические пункты сети могут быть только плановыми или только высотными.

Плановое положение пунктов определяют в общегосударственной системе координат геодезической сети С 28 декабря 2012 г. в России установлена единая государственная геодезическая система координат 2011 г. (ГСК-2011) При осуществлении геодезических и картографических работ (системы геодезических координат 1995 г. (СК-95) и 1942 г. (СК-42) применяются до 1 января 2017 г. в отношении материалов созданных с их использованием.

Высота (Н) – нормальные высоты пунктов ГГС определяются в Балтийской системе высот 1977 года. Исходным началом, которой является нуль Кронштадтского футштока.

ГГС предназначена для решения следующих основных задач, имеющих хозяйственное научное и оборонное значение:

- Установление и распространение единой государственной системы геодезических координат на всей территории России и поддержание её на уровне современных и перспективных требований.
- Геодезическое обеспечение картографирования территории России и акваторий окружающих её морей.
- Геодезическое обеспечение строительства разведки и освоения природных ресурсов, изучения землепользования кадастра земельных ресурсов.
- Обеспечение исходными геодезическими данными средств морской, аэрокосмической и наземной навигации аэрокосмического мониторинга природной и техногенной сред.

- Изучение гравитационного поля и поверхности Земли и их изменений во времени.
- Изучение геодинамических явлений.
- Метрологическое определения местоположения и ориентирования, обеспечение высокоточных технических средств Структура ГГС России. Государственная геодезическая сеть объединяет в одно целое – астрономо-геодезические пункты космической геодезической сети (АГП КГС), доплеровскую геодезическую сеть (ДГС), астрономо-геодезическую сеть (АГС) 1 и 2 классов, геодезические сети сгущения (ГСС) 3 и 4 классов.

Создание государственной геодезической сети является самостоятельным видом масштабных геодезических работ, выполняемых на всей территории России.

Астрономо-геодезическая сеть состоит из 164306 пунктов. Астрономо-геодезическая сеть 1 и 2 классов содержит 3,6 тысячи геодезических азимутов, определенных из астрономических наблюдений и 2,8 тысячи базисных сторон расположенных через 170 ... 200 км.

Сеть линий астрономо-гравиметрического нивелирования покрывает всю территорию страны и образует 909 замкнутых полигонов, включающих 2897 астрономических пунктов. При вычислениях превышений квазигеоида использованы данные гравиметрических съемок масштаба 1 : 1000000 и крупнее.

Геодезические сети сгущения 3 и 4 классов включают в себя около 300 тысяч пунктов. Эти сети созданы методами триангуляции, полигонометрии и трилатерации.

Плотность пунктов ГГС 1, 2, 3 и 4 классов как правило составляет не менее одного пункта на 50 км^2.

Нормальные высоты верхних марок подземных центров пунктов ГГС определены из геометрического или тригонометрического нивелирования.

Классы точности государственной геодезической сети (ГГС)

Государственная геодезическая сеть России по точности подразделяется на 1, 2, 3 и 4 классы различающиеся между собой размерами треугольников и точностью измерения углов в них.

Геодезическая сеть 1 класса прокладывается рядами триангуляции по меридианам и параллелям, площади внутри полиногов 1 класса заполняются сплошной сетью треугольников 2 класса сгущаемой, затем сетями 3 и 4 классов.

Геодезическая сеть сгущения, состоит из пунктов триангуляции и полигонометрии 1 и 2 разрядов, развивается на основе пунктов государственной геодезической сети, служит обоснованием для создания карт и планов.

Высотные сети сгущения создаются прокладыванием нивелирных ходов между пунктами высотной геодезической сети.

Съемочные геодезические сети – развиваются на основе пунктов государственной сети и сетей сгущения и служат геодезическим обоснованием топографических съемок.

Съемочные сети устанавливаются на местности в виде теодолитных, тахеометрических ходов построением треугольников и геодезических четырехугольников, а также различных типов геодезических засечек.

Высотные пункты определенны методами геометрического и тригонометрического нивелирования.

Основной принцип построения геодезической сети переход от «общего к частному».

Сначала на территории строят сравнительно редкую сеть пунктов координаты и высоты, которых определяются с высокой точностью.

Построение Государственной геодезической сети России

Сеть триангуляции 1 класса, строят в виде треугольных рядов, их форма близка к равносторонней (средняя длинная стороны 20–25 км), протяженностью ряда 200–250 км.

Звенья прокладывают в субмеридиональном субширотном направлении, так чтобы из них была образованы замкнутые полигоны с периметром до 1000 м.

В местах пересечения нескольких звеньев измеряют с высокой точностью длины базисных сторон.

На концах базисных сторон, проводят астрономические наблюдения, для определения широты и долготы пунктов и азимутов базисных сторон.

Государственная высотная геодезическая сеть

Создана методами геометрического нивелирования и подразделяется на государственные нивелирные сети I, II, III, и IV классов.

Нивелирные ходы I и II классов являются главной высотной основной страны.

Нивелирные ходы I класса связывают уровни всех морей и океанов омывающих нашу страну они выполняются наивысшей точностью. Основные нивелирные ходы прокладываются по принципу К.И. Теннера.

Последующее сгущение осуществляется прокладыванием нивелирных ходов IV класса опирающихся своими концами на нивелирные пункты высших классов.

Нивелирование всех классов закрепляется на местности постоянными знаками – реперами и марками установленной конструкции.

При проложеним через населенные пункты нивелирных ходов закладывают стенные марки.

Геодезические пункты государственной геодезической сети определяются так чтобы они равномерно покрывали снимаемую территорию и чтобы из каждой точки было видно не менее трех соседних.

Выбранные точки надежно закрепляют геодезическими знаками-сооружениями обозначающими положением геодезического пункта на местности.

Геодезический знак имеет «центр» несущий координаты геодезического пункта и является устройством установленной конструкции.

Вывод

Геодезические сети играют большую роль в развитии России. Сети создаются для геодезического обеспечения государственного земельного кадастра, мониторинга земель и землеустройства. Они применяются для решения множества важных задач в разных сферах страны. Помогают в строительстве, хозяйственной сфере, а также в обороне страны.

Литература:

1. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : в сборнике: Актуальные вопросы науки / Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.

2. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.

3. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

4. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений : в сборнике: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120–123.

5. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения : в сборнике: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 116–119.

6. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3: Решение геодезических задач.

7. Гура Д.А., Кусова С.И., Кравцова Т.В. О проблемах современного кадастра : в сборнике: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 73–75.

8. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры». – Краснодар : ФГБОУ ВПО КубГТУ; Издательский Дом – Юг, 2014.

9. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр. – Краснодар, 2010.

10. Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ – 2017. – № 2. – С. 67–77.

11. Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. – No 1. – P. 732–741.

12. Гура Т.А., Ремизов И.И. Полевое программное обеспечение для обработки данных измерений при осадках зданий и сооружений. Исследование электронных тахеометров : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 187–190.

References:

1. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting: in the collection : Topical issues Sciences / Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

2. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey with use of satellite systems and electronic tacheometers : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.

3. Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory : methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

4. Hortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko G.G., Gura D.A. Observations of horizontal and vertical shifts of constructions : in the collection: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 120–123.

5. Hortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Horizontal and vertical shifts of constructions and reason of their emergence : in the collection: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 116–119.

6. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A. Educational geodetic practice : Methodical instructions on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – P. 3: Solution of geodetic tasks.

7. Gura D.A., Kusova S.I., Kravtsova T.V. About problems of the modern inventory : in the collection: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 73–75.

8. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografiya : the handbook to laboratory works and an examination for students of all forms of education of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and inventories». – Krasnodar : To FGBOU VPO KubGT; Izdatelsky Dom – Yug, 2014.

9. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G. Fotogrammetriya and remote sounding of territories : Methodical instructions on performance of an examination for students of the correspondence, remote forms of education and MIPPS of specialty 120303 the City inventory. – Krasnodar, 2010.

10. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

11. Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. – No 1. – P. 732–741.

12. Gura T.A., Remizov I.I. The field software for data handling of measurements in case of precipitates of buildings and constructions. Research of electronic tacheometers : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 187–190.

УДК 528

О НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВОДЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

–––––––

ABOUT PROVODENIYA'S NEED OF SURVEY

Мамий Аскер Нурдинович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
zaremamamiy@rambler.ru

Аннотация. Топографическая съёмка – работы, выполняемые для получения топографической карты [1, с. 50] или плана участка местности. В данной статье рассказывается о важности проведения съёмки, её видах и порядке проведения. Инженерно-геодезические изыскания [2, с. 135] в строительстве являются необходимой частью предпроектных работ, а топографическая съемка для объекта строительства, равносильна свидетельству о рождении для человека.

Ключевые слова: топографическая съёмка, изыскания, теодолит, план, обработка данных.

Mamy Asker Nurdinovich
Student,
Kuban state technological university
zaremamamiy@rambler.ru

Annotation. Survey – the works performed for obtaining the topographic map [1, p. 50] or the plan of the site of the area. In this article it is told about importance of carrying out shooting, her types and an order of carrying out. Engineering and geodetic researches [2, p. 135] in construction are a necessary part of preproject works, and survey for object of construction, is equivalent to the birth certificate for the person.

Keywords: survey, researches, theodolite, plan, data processing.

Что такое топографическая съемка земельного участка?

Существует множество определений этого процесса. Но в этих определениях часто теряется суть сказанного, потому что апеллируют к техническими терминам техническим же языком. Говоря проще, топографическая съемка – это совокупность полевых измерений местности и их камеральной обработки. В результате этих работ оформляется топографический план и ЦММ (цифровая модель местности) [3, с. 50]. В зависимости от вида и масштаба целевое использование топосъемки поистине разнообразно.

Зачем нужна топографическая съемка? Основное назначение топосъемки – это предоставление исходных данных об участке местности для последующего проектирования [4, с. 735] в целях строительства или благоустройства. Под исходными данными понимается подготовка инженерно-топографического плана с указанием всех коммуникаций и значимых наземных объектов. Иногда используется для кадастровых целей при постановке на учет участков и зданий и получения разрешения на строительство.

Виды топографической съемки

Топографическая съемка местности при инженерно-геодезических изысканиях делится на большое количество видов. Там работают с различными приборами и методиками. Их различия обуславливаются точностью, сферой использования и актуальностью использования. Ниже перечислены разновидности:

– теодолитная съемка;
– тахеометрическая съемка;
– мензульная съемка;
– нивелирование;
– наземная фототопографическая съемка;
– стереотопографическая или аэрофотосъемка;
– комбинированная аэрофототопографическая съемка;
– спутниковая съемка;
– лазерное сканирование [5, с. 59];
– фасадная съемка;
– подеревная съемка;
– исполнительная съемка [6, с. 108].

Масштабы топографической съемки

Одной из важнейших характеристик топографической съемки является ее масштаб. Чем крупнее масштаб – тем подробнее будет отображаться рельеф и ситуация

на объекте. Самые востребованные масштабы – 1 : 5000–1 : 100. Для каждого существуют свои допуски и точность определения местоположения объектов. Различны и преследуемые цели работы. Если масштаб [7, с. 45] 1 : 100 используется для съемки прецизиозных (высокоточных) сооружений, то масштаб 1 : 5000 скорее станет обзорной картой района.

Порядок проведения топографо-геодезических работ

Здесь речь пойдет вкратце о тахеометрической съемке, как самом востребованном и актуальном виде.

Топографо-геодезические работы (инженерно-геодезические изыскания) [8, с. 205] делятся на три основных этапа выполнения:

Предварительные работы

Подготовительный этап:

1. Подготовка технического задания на геодезические изыскания [9, с. 70].
2. Сбор и анализ [10, с. 131] материалов и данных на заданную территорию [11, с. 117], получение данных о подземных коммуникациях [12, с. 105], проходящих на объекте, приобретение координат и высот геодезических пунктов.
3. Подготовка программы топографо-геодезических работ с учетом требований технического задания.

Полевой этап:

1. Рекогносцировка и обследование района работ.
2. Выполнение комплекса топографо-геодезических работ (создание опорной геодезической сети, топографическая съемка, полевой контроль измерений).

Камеральный этап:

1. Обработка полевых материалов[13, с. 8], оценка точности полевых измерений.
2. Создание цифровой модели местности [14, с. 30].
3. Составление топографического плана, нанесение подземных коммуникаций.
4. Согласование полноты и правильности нанесения подземных коммуникаций с эксплуатирующими организациями и корректировка топографического плана.

Результат топографической съемки

В результате выполненных геодезических инженерно-изыскательских работ [15, с. 193] формируется подробный документальный технический отчет, содержащий схемы планово-высотных геодезических сетей, материалы полевых измерений, уравнивания и оценки точности, каталоги координат и высот в требуемых системах координат, кроки на каждый пункт с описанием его типа и местоположения на местности. Копия отчета с приложением необходимого количества экземпляров инженерно-топографического плана (с нанесенными подземными коммуникациями, если необходимо) и цифровая модель местности в электронном виде (формат DWG). В обязательном порядке проводится полевой контроль и приемка материалов геодезических работ специалистами. Один экземпляр технического отчета согласовывается и сдается в местный орган архитектуры и градостроительства.

В основном заказчикам нужен только топографический план на бумажном и цифровом носителе. Именно его требуют ландшафтные дизайнеры, газовые, водоснабжающие и другие службы. Помимо самого топоплана часто нужна копия свидетельства о допуске к топографическим работам от подрядной организации.

Литература:

1. Бердзенишвили С.Г., Гуру Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройства и кадастра». – Краснодар : ФБГОУ ВПО КубГТУ; Издательский Дом – Юг, 2014.
2. Гура Д.А., Рыжкова А.А., Болобан Т.И., Болгова А.С., Черепанов А.С., Кашаев Б.Р. Основные геодезические работы в строительстве // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – С. 133–137.
3. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Петренков Д.В., Осенняя А.В., Чернова Н.В., Шишкина В.А. Эффективное построение 3D модели местности для целей кадастра : в сборнике: Europeanresearch / сборник статей победителей VI Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 48–52.

4. Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura D.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. – No 1. – P. 732–741.

5. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Сурикова А.А. Применение лазерного сканирования для создания геоинформационных систем // Научные труды кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 15. – С. 57–68.

6. Абушенко С.С., Аминов Э.К., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 107–109.

7. Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Создание крупномасштабного топографического плана в AutoCAD и AutoCAD CIvil 3D : в сборнике: Лучшая научная статья 2016 / сборник статей победителей V международного научно-практичсекого конкурса. – 2017. – С. 43–50.

8. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : в сборнике: Актуальные вопросы науки / Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.

9. Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

10.Грибкова И.С., Логинова П.А., Андриянова З.С., Чеботова А.А., Саид А.Н., Раздора Д.А. Геодезические приборы и технологии при строительстве автомобильных дорог // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 2. – С. 128–132.

11.Podkolzin O., Zhihareva M., Odintsov S., Perov A., Khalin I. Passport of the evaluate dareaas a basis of the improvement of hestate evaluation of agriculturalland // Вестник АПК Ставрополья. – 2014. – № 1S. – С. 116–118.

12.Гура Д.А., Карслян А.М. Особенности съемки подземных коммуникаций для составления технического плана на примере города рязани // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 3. – С. 99–109.

13.Антоненко М.В., Зименко Д.Н., Погорелов А.В. Применение данных воздушного лазерного сканирования при проведении инженерных изысканий // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 11. – С. 6–11.

14.Ляпишев К.М., Погорелов А.В., Шуляков Д.Ю. Исследование оползней с применением технологии наземного лазерного сканирования : в сборнике: Геодезия, картография и маркшейдерия / Материалы Всероссийской научной Интернет-конференции с международным участием. Сервис виртуальных конференций PaxGrid; составитель Д.Н. Синяев. – 2014. – С. 26–32.

15.Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Муриев Т.А. О прохождении учебной геодезической практики в КубГТУ студентами направления «Строительство» // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 180–194.

References:

1. Berdzenishvili S.G., Guru D. A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografiya : the handbook to laboratory works and an examination for students of all forms of training of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and the inventory». – Krasnodar : To FBGOU VPO KbgGTU; Izdatelsky Dom – Yug, 2014.

2. Gura D.A., Ryzhkova A.A., Bolobang T.I., Bolgova A.S., Cherepanov A.S., Kashayev B.R. The main geodetic works in construction // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – P. 133–137.

3. Shevchenko G.G., Gura D.A., Petrenkov D.V., Autumn A.V., Chernova N.V., Shishkina V.A. Effective creation of a 3D model of the area for the purposes of the inventory : in the collection: Europeanresearch / collection of articles of winners of the VI International scientific and practical conference. – 2016. – P. 48–52.

4. Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura D.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. – No 1. – P. 732–741.

5. Shevchenko G.G., Gura D.A., Surikova A.A. Application of laser scanning for creation of geographic information systems // Scientific works of the Kuban state technology university. – 2016. – No. 15. – P. 57–68.

6. Abushenko S.S., Aminov E.K., Gura D.A., Avetisyan G.G. The problems arising when performing control and executive shooting : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 107–109.

7. Shevchenko G.G., Gura D.A. Creation of the large-scale topographical plan in AutoCAD and AutoCAD CIvil the 3D : in collection: The best scientific article of 2016 / collection articles of winners of the V international scientific практичсекого competition. – 2017. – P. 43–50.

8. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting: in the collection: Topical issues Sciences / Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

9. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

10. Gribkova I.S., Loginova P.A., Andriyanova Z.S., Chebotova A.A., Said A.N., Razdora D.A. Geodetic devices and technologies at construction of highways // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – No. 2. – P. 128–132.

11. Podkolzin O., Zhihareva M., Odintsov S., Perov A., Khalin I. Passport of the evaluate dareaas a basis of the improvement of hestate evaluation of agriculturalland // Bulletin of agrarian and industrial complex of Stavropol Territory. – 2014. – No. 1S. – P. 116–118.

12. Gura D.A., Karslyan A.M. Features of shooting of underground communications for drawing up the technical plan on the example of the city of Ryazan // Scientific works of the Kuban state technology university. – 2016. – No. 3. – P. 99–109.

13. Antonenko M.V., Zimenko D.N., Pogorelov A.V. Application of the engineering researches given air laser scanning when carrying out // Oil economy. – 2014. – No. 11. – P. 6–11.

14. Lyapishev K.M., Pogorelov A.V., Shulyakov D.Yu. A research of landslides with use of technology of land laser scanning : in the collection: Geodesy, cartography and marksheyderiya / Materials of the All-Russian scientific Internet conference with the international participation. Service of the virtual PaxGrid conferences; originator D.N. Sinyaev. – 2014. – P. 26–32.

15. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura T.A., Muriyev T.A. About passing of educational geodetic practice in KubGTU students of the Construction direction // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 180–194.

УДК 528

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЁТА И ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

–––––––

IMPROVEMENT OF TECHNICAL ACCOUNTING AND INVENTORY OF CAPITAL CONSTRUCTION OBJECTS

Мананкина Анастасия Сергеевна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
n_nastoyna08@icloud.com

Аннотация. В данной статье будут рассмотрены вопросы технической инвентаризации и технического учёта. Также будут описаны некоторые пути совершенствования этих процессов для ускорения и увеличения точности получаемых данных. В статье описаны причины необходимости проведения технической инвентаризации и технического учёта.

Ключевые слова: совершенствование, технический учёт, инвентаризация объектов.

Manankina Anastasia Sergeevna
Student,
Kuban state technological university
n_nastoyna08@icloud.com

Annotation. In this article we will consider the issues of technical inventory and technical accounting. Also, some ways of improving these processes will be described to accelerate and increase the accuracy of the data obtained. The article describes the reasons for the need for technical inventory and technical accounting.

Keywords: improvement, technical accounting, inventory of objects.

В системе управления недвижимым имуществом населённых пунктов одним из главных направлений является достоверный технический учёт, который основывается на систематическом обследовании объектов недвижимости и проведении технической инвентаризации зданий, сооружений [1, 2].

Техническая инвентаризация включает в себя систему сбора, обработки, хранения и выдачи информации о наличии, местоположении, составе, техническом состоянии, стоимости и принадлежности объектов капитального строительства на основе результатов периодических обследований в натуре, а также она заключается в проверке и определении на конкретную дату наличия, местоположения, назначения, фактического использования, состава, состояния и стоимости объекта [3]. Технической инвентаризации подлежат здания и сооружения на стадии строительства и эксплуатации. Передвижные, временные строения не подлежат технической инвентаризации [4].

Главными задачами технического учета и технической инвентаризации объектов индивидуального жилищного строительства являются: обеспечение полной объективной информацией органов государственной власти; формирование в целях совершенствования планирования развития территорий обобщенной информационной базы об объектах капитального строительства и их территориальном распределении; обеспечение полноты и достоверности сведений о налоговой базе и т.д. [5].

Проведение технической инвентаризации имеет резолютивный характер. После планирования на федеральном и муниципальном уровне, складывается уполномоченная комиссия ответственных исполнителей [6].

При обследовании на основании государственного заказа выявляют строения и сооружения, внесённые ранее в перечень, и осуществляют их обход, внося на бумажный носитель характеристики, присущие зданию [7]. Информация должна соответствовать вновь сформированным сведениям. При наличии расхождений в результате сверки, таковые выписываются для освидетельствования экспертной комиссией и внесения в информационный банк данных.

Каждая проверка проводится в два этапа: работа на местности (обход территории, обследование здания, топографическая съёмка и т.д.); камеральные работы (перенос полученных сведений на бумажные и электронные носители). Полученные сведения передаются в соответствующие организации [8].

Необходимость проведения технической инвентаризации в последние годы обусловлено расширением сферы практического использования результатов технической инвентаризации, применения результатов инвентаризации и технических паспортов [9].

Основными задачами государственного технического учета и технической инвентаризации объектов капитального строительства являются: обеспечение полной объективной информацией органов государственной власти, на которые возложен контроль за осуществлением градостроительной деятельности; формирование обобщенной информационной базы об объектах капитального строительства и их территориальном распределении в целях совершенствования планирования развития территорий и поселений; обеспечение полноты и достоверности сведений о налоговой базе и т.д. [10, 11].

Итоговым документом проведения технической инвентаризации является Инвентарное дело и Технический Паспорт объекта капитального строительства [12].

Инвентаризационно-техническая документация имеет многоцелевое назначение. Она используется в капитальном строительстве, в финансовой системе, в социальной сфере, в жилищно-коммунальном хозяйстве. Поэтому процессы проведения инвентаризационно-технических проверок необходимо постоянно совершенствовать, чтобы они ускорялись и давали более достоверную информацию [13].

Литература:

1. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А., Бердзенишвили С.Г. Прикладная геодезия. Геодезические работы при ведении кадастра. Panorama «ГИС Карта» : методические указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ, практических занятий для студентов всех форм обучения направлений: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 21.03.01 Нефтегазовое дело, 08.03.01 Строительство. – Краснодар, 2016. – Ч. 1. – 48 с.

2. Осенняя А.В., Середин А.М., Будагов И.В., Хахук Б.А., Кушу А.А., Гура Д.А., Пастухов М.А. Кадастровая оценка и налогообложение недвижимости в краснодарском крае на примере земель населенных пунктов : монография. – Краснодар, 2016.

3. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Анализ действующей системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства. – Краснодар : ФГБОУ ВПО КубГТУ, 2012. – Ч. 1.

4. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства. – Краснодар : ФГБОУ ВПО КубГТУ, 2012. – Ч. 2.

5. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Практические вопросы технического учета инвентаризации объектов капитального строительства : Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства. – Краснодар : ФГБОУ ВПО КубГТУ, 2012. – Ч. 3.

6. Гура Д.А., Кусова С.И., Кравцова Т.В. О проблемах современного кадастра : сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 73–75.

7. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : учебное пособие по дисциплине «Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства» для студентов всех форм обучения специальности 120303 – «Городской кадастр». – Краснодар, 2011.

8. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

9. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А., Коломыцев А.А. Совершенствование институционально-экономического механизма оценки земель в современных условиях. – Краснодар, 2013.

10. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3: Решение геодезических задач.

11. Гура Т.А. Особенности ведения кадастра недвижимости в Германии // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 195–202.

12.Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

13.Podkolzin O., Zhihareva M., Odintsov S., Perov A., Khalin I. Passport of the evaluated area as a basis of the improvement of the state evaluation of agricultural land // Вестник АПК Ставрополья. – 2014. – № 1S. – С. 116–118.

References:

1. Shevchenko G.G., Gura D.A., Oleynikova L.A., Berdzenishvili S.G. Application-oriented geodesy. Geodesic operations when guiding the inventory. Panorama «GIS Card» : methodical instructions to execution of laboratory and independent operations, a practical training for students of all forms of education of the directions: 08.05.01 Construction of unique buildings and constructions, 21.03.03 Geodesy and remote sensing, 21.03.02 Land management and inventories, 21.03.01 Oil and gas business, 08.03.01 Construction. – Krasnodar, 2016. – Part 1. – 48 p.

2. Osennyaya A.V., Middle A.M., Budagov I.V., Hakhuk B.A., Kushu A.A., Gura D.A., Pastuhov M.A. Cadastral assessment and the taxation of the real estate in Krasnodar Krai on an example of lands of settlements : monograph. – Krasnodar, 2016.

3. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Analysis of operating system of technical account and inventory of capital construction projects : Technical accounting and inventory of capital construction projects. – Krasnodar : FGBOU VPO KubGT, 2012. – Part 1.

4. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Theoretical bases of system of technical account and inventory of capital construction projects : Technical accounting and inventory of capital construction projects. – Krasnodar : FGBOU VPO KubGT, 2012. – Part 2.

5. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Practical questions of technical accounting of inventory of capital construction projects : Technical accounting and inventory of capital construction projects. – Krasnodar : FGBOU VPO KubGT, 2012. – Part 3.

6. Gura D.A., Kusova S.I., Kravtsova T.V. About problems of the modern inventory : collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 73–75.

7. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Theoretical bases of system of technical account and inventory of capital construction projects : The manual on discipline «Technical accounting and inventory of capital construction projects» for students of all forms of education of specialty 120303 – «The city inventory». – Krasnodar, 2011.

8. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodesic operations when guiding the inventory : methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

9. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A., Kolomytsev A.A. Enhancement of the institutional and economic mechanism of assessment of lands in the modern conditions. – Krasnodar, 2013.

10.Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A. Educational geodetic practice : methodical instructions on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Part 3: Solution of geodetic tasks.

11.Gura T.A. Features of maintaining the inventory of the real estate in Germany // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 195–202.

12.Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

13.Podkolzin O., Zhihareva M., Odintsov S., Perov A., Khalin I. Passport of the evaluated area as a basis of the improvement of the state evaluation of agricultural land // Bulletin of agrarian and industrial complex of Stavropol Territory. – 2014. – No. 1S. – P. 116–118.

УДК 528

ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

–––––––

LASER SCANNING OF INDUSTRIAL OBJECTS

Гура Татьяна Андреевна
ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
t_gura@mail.ru

Иналов Тимур Романович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
inalovinalov@mail.ru

Заворотынская Виктория Владимировна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
zavorotynskaya_555@mail.ru

Махинько Александра Сергеевна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
aleksandra.maxinko@mail.ru

Тхазеплова Дана Александровна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
dinadanaalina58@mail.ru

Тлапшоков Артур Темирланович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Tlapshokovarturdjan@mail.ru

Gura Tatyana Andreevna
Assistant to department of the inventory
and geoengineering,
Kuban state technological university
t_gura@mail.ru

Inalov Timur Romanovich
Student,
Kuban state technological university
inalovinalov@mail.ru

Zavorotynskaya Viktoria Vladimirovna
Student,
Kuban state technological university
zavorotynskaya_555@mail.ru

Makhinko Alexandra Sergeevna
Student,
Kuban state technological university
aleksandra.maxinko@mail.ru

Thazepplova Dana Alexandrovna
Student,
Kuban state technological university
dinadanaalina58@mail.ru

Tlapshokov Artur Temirlanovich
Student,
Kuban state technological university
Tlapshokovarturdjan@mail.ru

Аннотация. В настоящее время достаточно сложно обходится без лазерного сканирования в промышленных объектах при выполнении инженерных обмеров, так как на объектах находится большое количество трубопроводов, металлоконструкций и прочих коммуникаций. С помощью лазерного сканирования мы можем точно зафиксировать в трехмерном пространстве геометрическое расположение всех видимых частей.

Ключевые слова: лазерное сканирование, геодезия, 3D моделирование.

Annotation. Currently, it is quite difficult to do without laser scanning in industrial facilities when performing engineering measurements, since there are a large number of pipelines, metal structures and other communications at the facilities. With the help of laser scanning, we can accurately fix in the three-dimensional space the geometric arrangement of all visible parts.

Keywords: Laser scanning, geodesy, 3D modeling.

Лазерное сканирование – это съёмочная система, измеряющая с высокой скоростью расстояния от сканера до поверхности объекта и регистрирующая соответствующие направления (вертикальные и горизонтальные углы) с последующим формированием трёхмерного изображения (скана) в виде облака точек [13].

Лазерное сканирование подразделяется:

- воздушное сканирование;
- наземное сканирование;
- мобильное сканирование.

Воздушное лазерное сканирование применяется для высокоточного картографирования линейных объектов в масштабе 1 : 500–1 : 5000 с воздушных носителей. В основном применяется при инженерных изысканиях на инфраструктурных объектах, мониторинга объектов любого характера [1, 7].

Наземное сканирование является самым оперативным средством получения точной информации о пространственном объекте: промышленном сооружении и промышленной площадке, смонтированном технологическом оборудование [5].

Мобильное лазерное сканирование – съемка выполняется с наземного или водного носителя в непрерывном режиме. Технология применяется для массированного картографирования и 3D-моделирования линейных инфраструктурных объектов [3].

Практически на всех этапах строительства применимо лазерное сканирование. Применение лазерных сканирующих объектов значительно упрощают работу по созданию точной 3D-модели существующего объекта. Традиционные наземные сканирующие системы обеспечивают скорость сканирования до 500 метров в секунду при максимальной дальности сканирования до 300 м.

Как правило, с одной стоянки сканера недостаточно сканирования сложных объектов съемки, поэтому делается несколько стоянок. После получения сканов со всех стоянок, данные сводятся в единую систему координат с использованием специальных связующих марок, координаты которых определяются с помощью электронных тахеометров [9].

После получения всех данных производится камеральная обработка данных сканирования, в которой используется программный комплекс ScanIMAGER или Leica-Cyclone [8].

На этапе строительства предпроектного обследования лазерного сканирования используются для получения цифровой модели местности (ЦММ), окружающей обстановки, цифровой модели рельефа (ЦМР). Это необходимо для согласований и организаций инфраструктуры строительной площадки [6].

После ввода промышленного объекта в эксплуатацию проводится съемка основных элементов объекта. Производится выявление и оценка возможных напряженных состояний и деформаций элементов объекта [11, 15].

На этапе эксплуатации проводятся мониторинговые работы. Мониторинг достигает сравнением и анализом измерительных данных от съемок предыдущих периодов освидетельствования [17].

После локального ремонта и реконструкции объекта необходимо производить исполнительную съемку участка произведенных работ, для того чтобы зафиксировать обновленное исходное состояние промышленного объекта. При ликвидации объекта также создается проект данного процесса [4, 12].

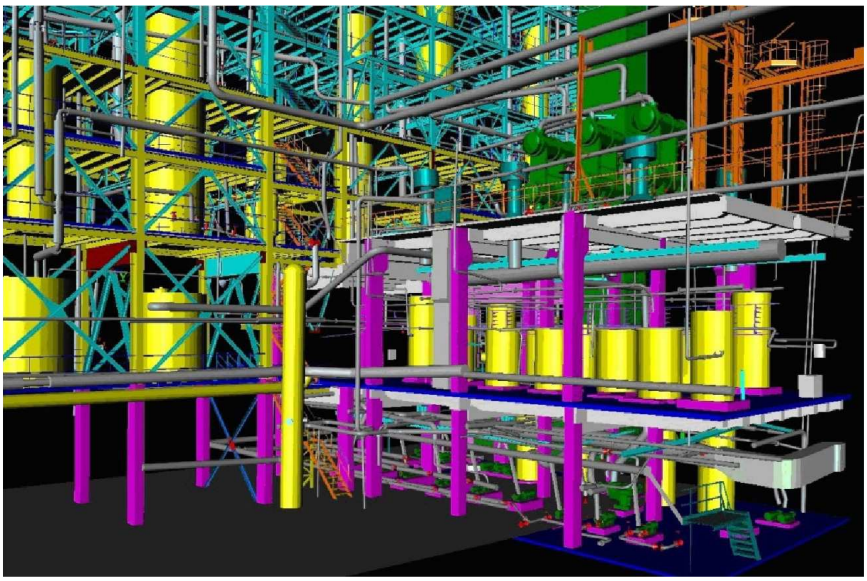


Рисунок 1 – 3-D модель металлургического производства – основа для реконструкции

При сканировании и обработке финальное облако точек целиком трансформируется к той же системе координат, что и проектная модель. Это достигается благодаря закреплённой на местности системе координат объекта. Поэтому облако точек, подгружаясь к проектной 3D-модели автоматически совмещается с ней в координатном пространстве. Далее сравнением, анализом и измерениями (с учётом допусков) отклонений реальной обстановки от элементов проектной 3D-модели выявляются нарушения и коллизии текущего этапа строительства [16].

Благодаря загрузке данных лазерного сканирования в проектную среду, можно не только увидеть все несоответствия, но и измерить их величину. Это помогает своевременно заметить последствия, которые в результате могут повлечь ошибки монтажа.

Лазерное сканирование во многом дополняет геодезические работы, поскольку основываются на тех же принципах инженерной геодезии. Однако лазерное сканирование целесообразно использовать при больших объемах [10].

Применение данных лазерного сканирования

Решением о том, какой вид применять для сканирования зависит от поставленной задачи. Так, например, если использовать небольшие объекты, то можно воспользоваться наземным сканированием, если используются большие площадочные объекты, то лучше воспользоваться воздушным методом, а для не очень протяжных линейных объектов можно применить мобильное сканирование.

Виды лазерного сканирования, применяемые на промышленных объектах [2].

Выбор прибора и технологий зависит от конкретных задач, которые решаются лазерным сканированием. Так для промышленных объектов можно выделить четыре вида лазерного сканирования:

1. Каркасное сканирование – такое сканирование охватывает крупные объекты и помогает представить их общий вид, тип конструкций и т.д. Данный вид сканирования служит основой для более детального сканирования.
2. Локальное сканирование – выполняется на небольших участках промышленных объектах, в тех случаях когда нет необходимости сканировать весь объект. Применяются для демонтажа либо замены одного трубопровода.
3. Тотальное сканирование – представляет собой наиболее полное и детальное сканирование всего объекта. Данный вид сканирования успешно применяется в процессе выполнения работ по контролю над строительством [14].
4. Сканирование средней детализации – такой вид сканирования заказывается в целях мнимой экономии. В техническом задании устанавливается ограничение предметного интереса.

Литература:

1. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Карслян А.М., Петренков Д.В.Особенности воздушного лазерного сканирования в теории и на практике на примере линейных объектов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 109–116.
2. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
3. Гура Д.А., Верезубов Е.А. Мобильному миру мобильные сканирующие системы : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
4. Середович В.А., Алтынец М.А., Попов Р.А. Особенности применения различных видов лазерного сканирования при мониторинге природных и промышленных объектов // Вычислительные технологии. – 2013. – № 18. – С. 141–144.
5. Чернова Н.В., Шишкина В.А., Шевченко А.А. Сравнительный анализ современного наземного лазерного сканера : в сборнике: Прорывные научные исследования / сборник статей V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С 59–64.
6. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е., Пилюшенко А.В. Технологическая схема проведения фасадной съёмки методами наземного лазерного сканирования : сборник трудов конференции: World science: problems and innovations / сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 107–112.

7. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : учебное пособие. – Краснодар, 2016.

8. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е. Анализ программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2016. – Т. 12. – № 3. – С. 127–140.

9. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016, Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

10.Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

11.Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

12.Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Гура Т.А., Мавропуло М.Д. О стоимости работ по выполнению геодезического мониторинга в г. Краснодаре и Краснодарском крае // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 1. – С. 54–64.

13.Грибкова И.С., Шерстюк Н.А. Лазерное сканирование : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 53–55.

14.Брынь М.Я. и др. Инженерная геодезия : учебное пособие / под ред. В.А. Коугия. – СПб. : Петербургский государственный университет путей сообщения, 2007.

15.Гайрабеков И.Г., Пимшин Ю.И. Определение деформации объекта с использованием наземного лазерного сканирования // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова. – 2006. – № 6. – С. 171–177.

16.Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала адлерского района г. Сочи // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 362–369.

17.Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования : в сборнике: Строительство – 2010 / Материалы Международной научно-практической конференции. – Дорожно-транспортный институт, 2010. – С. 152–153.

References:

1. Gura D.A., Shevchenko G.G., Karslyan A.M., Petrenkov D.V. Features of air laser scanning in the theory and in practice on the example of the linear objects // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 8. – P. 109–116.

2. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of data retrieveds by method of laser scanning for execution of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.

3. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world the mobile scanning systems : collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International nauchbut-practical conference. – 2013. – P. 56–58.

4. Seredovich V.A., Altynets M.A., Popov R.A. Features of application of different types of laser scanning when monitoring natural and industrial facilities // Computing technologies. – 2013. – No. 18. – P. 141–144.

5. Chernova N.V., Shishkina V.A., Shevchenko A.A. Comparative analysis of the modern terrestrial laser scanner : in the collection: Disruptive scientific research / collection of articles V of the International scientific and practical conference. – 2016. – P. 59–64.

6. Shevchenko G.G., Gura D.A., Glazkov R.E., Pilyushenko A.V. Technological diagram of carrying out front shooting by methods of terrestrial laser scanning : collection of works of a conference: World science: problems and innovations/collection of articles III of the International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 107–112.

7. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A., Pastukhov M.A., Shevchenko G.G. Photogrammetry and remote sensing of the territories : manual. – Krasnodar, 2016.

8. Shevchenko G.G., Gura D.A., Glazkov R.E. The analysis of the software for data handling of terrestrial laser scanning // the Modern industrial and civil engineering. – 2016. – T. 12. – No. 3. – P. 127–140.

9. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016, Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

10. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

11. Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a status of deformations of unique capital construction projects : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

12. Shevchenko G.G., Gura D.A., Gura T.A., Mavropulo M.D. About the cost of operations on execution of geodesic monitoring in Krasnodar and Krasnodar Krai // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 1. – P. 54–64.

13. Gribkova I.S., Sherstyuk N.A. Laser scanning : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 53–55.

14. Bryn M.Ya., etc. Engineering geodesy : the manual / under the editorship of V.A. Kougiya. – SPb. : St. Petersburg state transport university, 2007.

15. Gayrabekov I.G., Pimshin Yu.I. Definition of deformation of an object with use of land laser scanning // Works of the Grozny state oil technical university of the academician M.D. Millionshchikov. – 2006. – No. 6. – P. 171–177.

16. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for statement on the cadastral registration on the example of the railway station of Adlersky District of Sochi // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 11. – P. 362–369.

17. Gura D.A., Shevchenko G.G. Environmental monitoring of deformation of constructions with use of land laser scanning : in the collection: Construction – 2010 / Materials of the International scientific and practical conference. – Road and transport institute, 2010. – P. 152–153.

УДК 528

ПРЕИМУЩЕСТВА СКАНИРУЮЩЕГО ТАХЕОМЕТРА НА ПРАКТИКЕ
–––––––
ADVANTAGES OF THE SCANNING TOTAL STATION IN PRACTICE

Палатурян Роман Аганович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Palatur.roman3008@mail.ru

Аннотация. В данной статье будет рассказано а преимуществах сканирующего тахеометра Trimble SX10. Первый в мире роботизированный тахеометр, умеющий выполнять сканирование со скоростью до 26600 точек в секунду. Сканирующий тахеометр Trimble SX10 в корнеперевoрачивает понятие о возможностях геодезических инструментов для постоянных работ, показываемое самое новое решение для профессионалов в сфере геодезии, строительства и сканирования. Trimble SX10 поменяет все известные вам технологии проведения работ. Это современное, многофункциональное решение способствует получать любые комбинации данных 3D сканирования наивысшей плотности, изображений Trimble VISION™ и высокоточных данных тахеометрической съемки, предоставляя съемку только самого нужного и тем самым тратя меньше времени и средств.

Ключевые слова: сканирующий тахеометр, скорость, Trimble SX10, съемка, преимущества.

Palaturyan Roman Aganovich
Student,
Kuban state technological university
Palatur.roman3008@mail.ru

Annotation. In this article it will be told and advantages of the scanning Trimble SX10 tacheometer. The first-ever robotic tacheometer able to carry out scanning with a speed up to 26600 points a second. The scanning Trimble SX10 tacheometer in korneperevorachivat a concept about opportunities of geodetic tools for full-time employment, the shown newest decision for professionals in the sphere of geodesy, construction and scanning. Trimble SX10 will change all technologies of work known to you. This modern, multipurpose decision promotes to receive any combinations of data of 3D scanning of the highest density, images Trimble VISION™ and high-precision data of takheometrichesky shooting, providing shooting only the most necessary and by that spending less time and means.

Keywords: scanning total station, speed, Trimble SX10, survey, advantages.

Представляем Вашемувниманию новейший сканирующий тахеометр **Trimble SX10** (рис. 1).

Рисунок 1 – TrimbleSX10

Это инструмент, с которым никогда прежде не получали такое количество геопространственных данных и не экономили столько времени и денежных средств [1, 2].

Идеальное применение при съемке объектов как на улице, так и внутри помещений. Сложная архитектура зданий и сооружений, насыщенная инфраструктура заводов и цехов, сопровождение строительства объектов с фотодокументацией этапов строительства. Детальная инвентаризация городской застройки, сопровождающейся визуализацией, фотодокументированием [2].

Наведение на цель может осуществляться посредством прикосновения к экрану контроллера. При использовании видеоканала мы всегда видим то, что видит инструмент и мы можем задать интересующую нас область работы [2, 3].

С использованием **Trimble SX10** пропадает необходимость координирования маркеров традиционным тахеометром. Облако точек формируется сразу в заданной системе координат. Данные накапливаются в контроллере, с которого осуществляется управление процессом съемки. Скорость сканирования достигает более 26000 точек в секунду. Дальность сканирования возможна на расстоянии 600 метров [4].

В одном инструменте объединены тахеометр, лазерный сканер и цифровая камера. Накопленные данные могут быть отправлены в ранее созданный проект, реализованный посредством традиционных геодезических инструментов [5].

Температурный диапазон, при котором возможна работа составляет от –20 до +50 градусов Цельсия, что позволяет выполнять работу круглогодично [6].

Накопленные данные обрабатываются в известной программе-обработке **TrimbleBusinessCenter**. **Trimble SX10 –** это революция в области выполнения геодезических работ [7].

Trimble SX10сумел совместить в себе высокоточный тахеометр-робот и скоростной сканер с технологией Lightning 3DM (рис. 2).

Рисунок 2 – Революция в отрасли тахеометров

На данном приборе отсутствуют какие-либо кнопки, кроме кнопки включения/выключения. Все управление прибором происходит через планшет по Wi-Fi [7, 8].

На борту прибора находятся 5 камер с различными режимами съемки. При небольших сдвигах прибора захваченная цель не меняется и инструмент автоматически делает поправку на эти изменения. На тахеометре установлена улучшенная технология отслеживания Autoloca, то есть захват цели, появилась камера смещения [9, 10].

Дальность DR (в безотражательном режиме) равна 800 м. Камера: 5 мп, 2592 × 1944. Поле зрение камеры: от 57 × 43 до 2,6 × 2. Сканирование полной сферы за 12 минут (+2,5 мин на изображения) (рис. 3) [11, 12].

Рисунок 3 – Основные характеристики тахеометра Trimble SX10

Данный прибор очень точный: 2 мм на 1 км в безотражательном режиме. Изменилась характеристика размера пятна лазера, это самое узкое лазерное пятно в отрасли среди приборов: тахеометрический пучок 8 мм на 50 м, 14 мм на 100 м [7, 10, 11].

В типовой комплект входят такие детали, как (рис. 4) [13, 14]:

- Trimble SX10 инструмент;
- трегер с оптическим-видео центриром;
- USB 2.0 кабель;
- кейс;
- салфетка для оптики;
- сертификат и карточки;
- дождевик;
- планшет;
- крепления;
- кейс для аккумуляторов;
- зарядные устройства;
- аккумуляторы;
- штатив;
- набор призм.

Рисунок 4 – Типовой комплект Trimble SX10

Литература:

1. URL : http://imgeo.ru/taheometry/trimble/trimble-sx10-1-robotic
2. URL : https://www.youtube.com/watch?v=FfYUReTLrsM
3. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е. Анализ программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2016. – Т. 12. – № 3. – С. 127–140.
4. Пенсаков Г.И., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Грибкова И.С. Применение данных дистанционного зондирования с целью рационального использования земель в Российской Федерации // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 10. – С. 24–38.
5. Бушнева И.А., Безверхова А.Ю., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Об использовании наземного лазерного сканирования для получения фасадных чертежей исследуемых зданий и строений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 11. – С. 89–97.
6. URL : http://www.prin.ru/articles/trimble_business_center/
7. URL : https://www.youtube.com/watch?v=uLMsLNBS-3U
8. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Серикова А.А. Применение лазерного сканирования для создания геоинформационных систем // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 15. – С. 57–68.

9. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.

10.Гура Д.А., Верезубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.

11.Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

12.Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования : в сборнике: Строительство – 2010 / материалы Международной научно-практической конференции. – Дорожно-транспортный институт, 2010. – С. 152–153.

13.Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

14.Гура Т.А., Бобух Д.Н. Сравнительная характеристика электронных тахеометров Sokkia, Nikon и Topcon : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 170–175.

References:

1. URL : http://imgeo.ru/taheometry/trimble/trimble-sx10-1-robotic

2. URL : https://www.youtube.com/watch? v=FfYUReTLrsM

3. Shevchenko G.G., Gura D.A., Glazkov R.E. The analysis of the software for data handling of terrestrial laser scanning // the Modern industrial and civil engineering. – 2016. – T. 12. – No. 3. – P. 127–140.

4. Pensakov G.I., Shevchenko G.G., Gura D.A., Gribkova I.S. Data application of remote sensing for the purpose of rational use of lands in the Russian Federation // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 10. – P. 24–38.

5. Bushneva I.A., Bezverkhova A.Yu., Shevchenko G.G., Gura D.A. About use of terrestrial laser scanning for obtaining front drawings of the researched buildings and structures // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 11. – P. 89–97.

6. URL : http://www.prin.ru/articles/trimble_business_center/

7. URL : https://www.youtube.com/watch? v=uLMsLNBS-3U

8. Shevchenko G.G., Gura D.A., Serikova A.A. Application of laser scanning for creation of geographic information systems // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 15. – P. 57–68.

9. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of data retrieveds by method of laser scanning for execution of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.

10.Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems : collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.

11.Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

12.Gura D.A., Shevchenko G.G. Environmental monitoring of deformation of constructions with use of terrestrial laser scanning : in the collection: Construction – 2010 / materials International scientific and practical conferences. – Road and transport institute, 2010. – P. 152–153.

13.Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a status of deformations of unique capital construction project : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

14.Gura T.A., Bobukh D.N. Comparative characteristic of electronic tacheometers Sokkia, Nikon and Topcon : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 170–175.

УДК 656.13

ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ДОРОЖНЫХ И ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

INFLUENCE OF ADVERSE ROAD AND WEATHER-CLIMATIC CONDITIONS ON TRAFFIC SAFETY

Кузьмина Мария Анатольевна
кандидат технических наук,
доцент кафедры организации перевозок
и дорожного движения,
Кубанский государственный
технологический университет

Котенкова Ирина Николаевна
старший преподователь кафедры
организации перевозок
и дорожного движения,
Кубанский государственный
технологический университет

Пилюк Николай Николаевич
магистр кафедры
организации перевозок
и дорожного движения,
Кубанский государственный
технологический университет
piterok09@yandex.ru

Kuzmina Maria Anatolyevna
Candidate of technical sciences,
Associate professor of the organization
of transportations and traffic,
Kuban state technological university

Kotenkova Irina Nikolaevna
senior teacher of department
organizations of transportations and traffic,
Kuban state technological university

Pilyuk Nikolay Nikolaevich
master of department
organizations of transportations and traffic,
Kuban state technological university
piterok09@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен краткий обзор влияния неблагоприятных дорожных и погодно – климатических условий на безопасность движения, приведены основные погодные и дорожные условия, при которых водители должны знать о мелких деталях и тонкостях управления автомобилем. Приведены мероприятия, направленные на снижение аварийности в различные периоды года с учётом дорожных, а так же погодно-климатических условий. Хочется сказать, что тема о влиянии погодных и дорожных условий на безопасность движения в последние годы приобрела очень большую актуальность, как для специалистов в области организации и безопасности движения, так и в других отраслях непосредственно связанных с транспортом.

Ключевые слова: дорожные условия, погодно-климатические условия, автозимники, коэффициент сцепления, дорожно-транспортные происшествия, осадки, дождь, аквапланирование, снегопад, гололед, туман, дорожная одежда.

Annotation. In article the short overview of influence adverse road and pogodno – climatic conditions on traffic safety is provided, the main weather and road conditions at which drivers have to know about fine details and subtleties of driving are given. The actions directed to decrease in accident rate during the different periods of year taking into account road, and also weather climatic conditions are given. There is a wish to tell that the subject about influence of weather and road conditions on traffic safety acquired very big relevance in recent years, as for specialists in the field of the organization and traffic safety, and in other industries which are directly connected with transport.

Keywords: road conditions, weather climatic conditions, winter roads, coupling coefficient, road accidents, rainfall, rain, hydroplaning, snowfall, ice, fog, road clothes.

Первоначально дорожные, погодно – климатические условия и безопасность движения – эти понятия тесно связаны друг с другом. Сложные погодно – климатические и дорожные условия – одна из факторов, напрямую влияющих на безопасность движения.

К дорожным условиям можно отнести как качество самого дорожного полотна (выбоины, разметка, ямы, и т.д.), так и погодно – климатические условия, а также ландшафт местности (например, движение по серпантину в горах или движение по автозимникам на крайнем севере). В этой статье я кратко остановился на мелких деталях и тонкостях управления автомобилем в наиболее сложных погодно – климатических и дорожных условиях [1].

Вождение автомобиля в сложных дорожных условиях, так или иначе, затрагивает, всех водителей. Несмотря на то, что большая часть людей проживает в городах, городская дорожная сеть далека от идеала. Поэтому даже в крупных городах, таких как Москва, Санкт-Петербург, сложные метеорологические условия и обычно «неожиданная» зима каждый год провоцирует огромное количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

В соответствии с требованиями правил дорожного движения (ПДД) водитель обязан соблюдать необходимые меры безопасности, так же водитель должен, заменить, летние автошины на зимние, и избегать возникновения аварийных ситуаций на дороге, вплоть до полной остановки автомобиля.

В таком случае, дорожные службы должны вовремя реагировать на изменение погодных условий, на качество дорожного полотна и предпринимать кардинальные меры по обеспечению безаварийного движения автотранспорта [1].

Однако в реальной жизни картина представляет собой несколько иной характер.

При сложных погодно – климатических, дорожных условиях безопасность движения в первую очередь зависит от мастерства водителя (его навыки и умения принять правильное решение в стрессовой ситуации на дороге), его бдительности в сочетании с осторожностью. Соблюдение банальных правил ПДД, в разы позволит уменьшить до минимума вероятность ДТП в несколько раз [4].

Рассмотрим влияние основных дорожных и погодных условий на безопасность движения.

Движение по автозимникам в северных районах России

Автотранспортная безопасность в наибольшей степени зависит от наличия и характера осадков, которые предопределяют дальность видимости, усугубляют сцепные качества автошин с дорожным покрытием. Температура и состояние грунта оказывают влияние на возможность использования и сроки существования автозимников в северных районах нашей необъятной родины. К автозимникам относятся сезонные дороги, сооружённые из льда и снежного покрова. По длительности эксплуатации их подразделяют на: постоянные, возобновляемые каждую зиму; кратковременные, используемые в течение одного или двух зимних сезонов; разового пользования, служащие для одноразового пропуска автотранспортных средств. Автозимники прокладывают на суше или по льду озёр, рек. Использование автозимников связана с ограничением допустимой перегрузки на ледяное полотно дороги в зависимости от толщины льда. С целью обеспечения безопасности движения по границе ледовой переправы устанавливают знаки допустимой нагрузки, скорости транспортных средств (ТС), интервалы движения, время работы, особые условия движения. На переправе не допустима остановка и обгон. Перевозка пассажиров через ледовые переправы строго запрещается. При повышении температуры несущая способность автозимников уменьшается. Они становятся опасными для передвижения. Состояние грунта является важным условием функционирования не только автозимников, но и регулярных дорог, действующих всесезонно [3].

В весенний период грунт дорожного земляного полотна переувлажняется и его прочность уменьшается. Слегка подтаявший грунт оказывает слабое сопротивление нагрузке, создаваемой колёсами автомобиля на дорожную одежду, которой склонно прогибаться под их воздействием, а после снятия нагрузки возвращаться в исходное положение. В это время дорога выполняет свои функции в большей степени за счёт дорожной одежды и подвергается разламыванию неоднородных слоёв почвы. Находящаяся в грунте земляного полотна вода, постоянно движется от мест с наибольшей влажностью к более высохшим и от более нагретых – к холодным. Вследствие этого вода, проникшая в слои земляного полотна, при уменьшении температуры почвы до минусовых значений замерзает, увеличиваясь в объёме на 5/11 часть от исходного. В результате частицы грунта раздвигаются, и происходит выпирание дорожной одежды. При оттаивании грунта происходит обратное явление: дорожная одежда садится, её несущая способность уменьшается [3].

Поэтому в весенний период на дорогах низших категорий вводят запреты для движения ТС большой грузоподъёмности. В непогоду привычная ситуация на дороге иногда очень быстро меняется. Ещё вчера было сухо и ясно, а утром видимость почти

«нулевая», и водитель может просто не увидеть человека на дороге или заметить его очень поздно. К тому же, если пешеходы используют зонты и надевают куртки с капюшонами, то при этом обзор дороги становится минимальным, и легко не заметить движущиеся ТС [2].

Влияние дождя

Дождь, ливень. При движении во время дождя основные угрозы также две – снижение видимости и изменение сцепления автошин с дорожным покрытием. Так же, дождь имеет обыкновение заливать ямы значительных размеров и глубин, которые становятся неотличимы от обычной лужи. Попасть колесом в такую яму в первом случае – очень неприятно и опасно, во втором – грозит как минимум деформацией колёсного диска, а в третьих – может даже грозить вырванной подвеской или опрокидыванием ТС.

На незнакомой вам дороге следует вести себя крайне осторожно, и не превышать скорость. Во-первых, можно попасть в «замаскированную» водой, уже упомянутую яму. Во-вторых, можно схватить «аквапланирование». «Аквапланирование» – это возникновение гидродинамического клина в пятне контакта шины – то есть полная или частичная потеря сцепления, вызванная присутствием водяного слоя, отделяющего шины движущегося ТС от дорожной поверхности. При этом ТС практически неуправляемо. Возникает, когда скорость достигает критического значения, при котором колесо не успевает удалять воду из пятна контакта. Чем больше водная плёнка на поверхности дороги и меньшая остаточная глубина протектора шины, тем выше риск аквапланирования. Сцепление с дорожным покрытием при этом нулевое и автомобиль почти всегда теряет управление [5]. А это – потенциальное ДТП.

По причине того, что аквапланирование возникает на достаточно высокой скорости, зачастую водители сталкиваются с ней на загородных трассах или городских скоростных магистралях. Что значит потеря управления автомобилем в условиях оживленного попутного и встречного движения. Кроме того, то же аквапланирование делает невозможным быстрое и эффективное торможение. А если, к тому же, половина колес катится по твердому асфальту, а половина – «плывет»? Нажатие на педаль тормоза почти гарантирует мгновенный занос автомобиля. Лучшее решение – плавно сбросить газ с одновременным притормаживанием.

При сильном дожде (ливне) включайте не только габаритные огни, но и ближний свет. Выбирайте скорость движения, соответствующую видимости. Резко не тормозите, не меняйте неожиданно полосу движения. Помните, что другие тоже видят вас очень плохо. При плохой видимости от обгонов лучше воздержаться. Боковое стекло лучше поднять почти до упора, иначе поток холодной воды от встречного ТС может попасть в лучшем случаи только в салон автомобиля, а в худшем прямо в лицо водителю. Как правило, человеку это не нравится, а самое главное, в эти мгновения он теряет контроль над управлением ТС.

Основные затруднения, возникающие при движении в дождь: повышение скользкости дороги, размякшие обочины, ухудшение видимости. Повышенная скользкость особенно опасна, когда начинается дождь, пыль или нанесённый на асфальте грунт растворяется в потоке воды и образуется очень скользкий слой на дороге. Требуется проявлять особую осмотрительность при подъезде к перекрёсткам с грунтовыми дорогами, а также при необходимости съезда на обочину. В этих случаях движение с минимальной скоростью – главное средство обеспечения безопасности. При сильном дожде вода проникает к тормозным колодкам, которые, намокая, приводят к отказу тормозов или резкому снижению их эффективности. В таком случае тормоза просушивают: с соблюдением мер предосторожности при небольшой скорости движения нажимают на педаль тормоза несколько раз до появления эффективного торможения [4].

Влияние зимних условий на безопасность движения

Зимнее время года характеризуется значительным сокращением светлого периода времени суток, онижением температуры воздуха и во многих районах нашей необъятной родины сильными снегопадами. У автомобиля может быть нарушен тепловой режим, и это снижает их динамические качества. Наиболее уязвимым элементом в этот период является дорога из-за появления снежного покрова и образования наледи.

При заморозках часто не успевшая просохнуть от дождя поверхность дороги покрывается очень тонким и неприметным для глаз льдом. Тормозной путь автомобилей увеличивается непредсказуемо.

Снег, укатанный колёсами автомобилей, становится таким же скользким и опасным, как лёд. Вдобавок, если он ещё идёт, он мешает обзору дороги, резко ухудшает видимость. Зимой из-за снежного покрова происходит сужение проезжей части, что усложняет движение ТС, а снежные глыбы у края проезжей части закрывают обзор дороги, скрывают пешеходов. Дорога становится особенно опасной во время первого снегопада, когда на проезжей части появляется утрамбованный снег и первый лёд. В это время резко увеличивается число наездов на пешеходов, потому что водители и пешеходы ещё не успели приспособиться к изменившимся погодно-климатическим условиям движения. Скользкие дороги, согласно статистике государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД), являются одной из главных причин ДТП. До 40 % аварий на автомобильном транспорте в зимний период происходят из-за гололёда. На большей части территории России длительность этого периода составляет от 5 до 80 дней. Гололёд образуется в результате выпадения дождя или измороси при положительной температуре воздуха (+2 °С) на покрытие с отрицательной температурой. В 85 % случаев появление гололёда происходит при температуре воздуха, приближающейся к 0 °С, и относительной влажности воздуха от 70 до 100 % [1].

При возникновении скользкости, коэффициент сцепления автошин с поверхностью дорожного покрытия уменьшается до 0,08–0,15, что приводит к резкому снижению безопасности движения. Высота и состояние снежного покрова на дороге, также создают опасность для транспорта. Снежный покров на территории России содержится от 220 дней в северных районах до нескольких дней – в южных. Наличие снега на проезжей части уже с высотой в 3–5 см вызывает необходимость снижения скорости движения автомобилей, а при высоте свыше 35 см движение становится неосуществимым. Уплотнение снега колёсами движущихся автомобилей приводит к созданию снежного наката со скользкой поверхностью. Снежные заносы на железных дорогах образуют помехи движению и могут вызвать его прекращение. В зимнее время необходимы следующие меры по организации движения:

– очистка дорог от снега и рациональное складирование его;

– предупреждение обледенения дороги и борьба со скользкостью дорожного покрытия;

– предупреждение опасного ухудшения видимости на дорогах из-за образования снежных глыб;

– применение дополнительных средств нформации для зрительного ориентирования водителей.

Способы борьбы с обледенением проезжей части дорог: применение фрикционных материалов (песка, шлака) и химических средств (хлористых солей натрия, кальция и магния), растворов для полива дороги; совместное применение фрикционных материалов и химических средств; обогрев покрытия. Недостатком применения химических средств является коррозионное воздействие их на металлические части автотранспортных средств и дорожных сооружений [4, 5].

Влияние тумана

Особую опасность для всех видов ТС представляет собой туман. Сильный туман создаёт, почти полное отсутствие видимости, в результате чего скорость движения транспортных средств должна быть резко снижена.

Туман также является серьёзным препятствием для движения. Подсчитано, что в европейской части страны в течение года насчитывается около 45 туманных дней. Туман, как и тёмное время суток, кроме ухудшения общей видимости на дороге, существенно снижает истинные расстояния и скорость движения транспорта. Так, дистанция до встречного автомобиля в тумане всегда кажется больше, а скорость его меньше, чем на самом деле. При длительной поездке в тумане устают глаза, снижается острота зрения. Его коварство проявляется в том, что он способен изменять цвета (кроме красного). Так, жёлтый сигнал светофора кажется красным, а зелёный – жёлтым [4].

Пелена тумана может быть настолько густой, что даже с включёнными фарами нельзя ничего различить на расстоянии 3–5 м. Водителям всегда надо выбирать умеренную скорость движения с учётом погодных условий. Чем гуще туман, тем больше дистанция. Будьте внимательны: ТС, габаритные огни которого просматриваются впереди в тумане, может не двигаться, а стоять на месте. При движении в тумане всегда надо быть готовым остановить ТС; не выезжать на середину дороги, держаться как можно ближе к краю проезжей части, избегать перестроений, опережений и обгонов. Такие действия в тумане опасны вдвойне, поэтому перед сменой полосы движения, а также перед поворотом или разворотом в тумане необходимо подать звуковой сигнал, для общей безопасности. Если туман сгустился настолько, что видимость стала менее 8 м, то надо сделать остановку и переждать [5].

Исходя из вышеперечисленных дорожных и погодных условий, хочу предложить следующие мероприятия по повышению безопасности движения:

– поддержанию ровности и высоких сцепных качеств покрытий в периоды их сильного увлажнения и загрязнения грунтом, заносимым с прилегающих дорог и неукреплённых обочин;

– обеспечению эффективного ориентирования водителей в направлении дороги в период туманов и снегопадов;

– обеспечению пересечения с достаточно высокими скоростями в период снегопадов путём патрульной снегоочистки;

– своевременному обеспечению информацией водителей о направлении объездов в период распутицы и закрытии отдельных участков при вскрытии пучин;

– обеспечению информацией о возможности проезда через подтопляемые мосты в период паводка;

– обозначению участков, которые могут быть особо опасными в осенне-зимний период года;

– установке средств – источников дополнительной информации о безопасных режимах движения по участкам с частыми туманами и сильными ветрами.

Все дорожно-эксплуатационные службы должны регулярно и своевременно получать прогнозы погоды, на основе которых они проводят профилактические и организационные мероприятия, по обеспечению безопасности движения. В свою очередь, они должны также регулярно передавать информацию в местные радио и телецентры, а так же информировать о транспортной загрузке и состоянии дорог [1].

В заключении я хочу сказать, что существуют такие области науки, публикации по которым актуальны во все времена. К таким, к примеру, я хочу отнести научные статьи в области организации и безопасности движения. Они выступают отличным примером того, как подобные тексты помогают развивать выбранную область исследования.

Литература:

1. Дорожные условия и безопасность движения на лесовозных автомобильных дорогах : учебное пособие / О.Н. Бурмистрова, А.М. Бургонутдинов, Б.С. Юшков, А.Г. Окунева. – Ухта : УГТУ, 2013. – 104 с.

2. Бурмистрова О.Н. Анализ существующего состояния вопросов планирования ремонтных работ и управления качеством дорожных покрытий // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. Препринт № 145, научно-информационный журнал. – Мытищи : МГУЛ, 2006. – С. 2–5.

3. Вырко Н.П. Проблемы проектирования земляного полотна и дорожной одежды // Лесная промышленность. – 1979. – № 8. – С. 18–21.

4. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения : учебник для вузов. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.

5. Шаров А.Ю., Чижов А.А. Дорожные условия и безопасность движения : учебное пособие. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2014. - 239 с.

References:

1. Road conditions and traffic safety on forest highways: manual / O.N. Burmistrova, A.M. Burgonutdinov, B.S. Yushkov, A.G. Okuneva. – Ukhta : UGTU, 2013. – 104 p.

2. Burmistrova O.N. The analysis of the existing condition of questions of planning of repair work and quality management of road carpets // the Bulletin of the Moscow state university of the wood. Forest messenger. Pre-print No. 145, scientific and information magazine. – Mytishchi : MGUL, 2006. – P. 2–5.

3. Vyrko N.P. Problems of design of a road bed and road clothes // Forest industry. – 1979. – No. 8. – P. 18–21.

4. Babkov V.F. Road conditions and traffic safety : the textbook for higher education institutions. – M. : Transport, 1993. – 271 p.

5. Sharov A.Yu., Chizhov A.A. Road conditions and traffic safety : educational grant. – Yekaterinburg : UGLTU, 2014. – 239 p.

УДК 528

СРЕДА AUTOCAD CIVIL 3D: АНАЛИЗ ПРОГРАММЫ, СПОСОБЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

–––––––

AUTOCAD CIVIL 3D ENVIRONMENT: ANALYSIS OF THE PROGRAM, METHODS OF DATA PROCESSING OF ENGINEERING AND GEODETIC SURVEYS IN IT

Гура Татьяна Андреевна
ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
t_gura@mail.ru

Погодина Полина Владимировна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
pogodinapol@mail.ru

Ищук Юлия Павловна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
yishuk@mail.ru

Рабданов Дэвид Муслимович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
david8866@mail.ru

Гайко Евгений Вячеславович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
gayko_2013@mail.ru

Аннотация. В данной статье описаны некоторые плюсы и минусы среды AutoCAD Civil 3D, за счёт чего программа будет проанализирована. Также будут описаны многие наиболее распространённые способы и методы обработки данных инженерно-геодезических изысканий в ней.

Ключевые слова: среда AutoCAD Civil 3D, анализ, плюсы и минусы, методы обработки данных.

Gura Tatyana Andreevna
Assistant to department of the inventory and geoengineering,
Kuban state technological university
t_gura@mail.ru

Pogodina Polina Vladimirovna
Student,
Kuban state technological university
pogodinapol@mail.ru

Ischuk Yulia Pavlovna
Student,
Kuban state technological university
yishuk@mail.ru

Rabdanov David Muslimovich
Student,
Kuban state technological university
david8866@mail.ru

Gayko Evgeny Vyacheslavovich
Student,
Kuban state technological university
gayko_2013@mail.ru

Annotation. This article describes some of the pros and cons of the AutoCAD Civil 3D environment, due to what the program is analyzed. Also described are many of the most common methods and data processing methods engineering-geodetic surveys in her.

Keywords: AutoCAD Civil 3D environment, analysis, pros and cons, methods of data processing.

Для обработки инженерных изысканий в Civil 3D нам необходимо иметь понятие о полевом кодировании. Полевое кодирование – это предварительное кодирование, которое строится таким образом, чтобы преобразовать в коды наиболее бросающиеся в глаза информационные данные. Это существенно сокращает время камеральной обработки данных. Например, мы наводимся прибором на какую-либо нестандартную точку, которая носит в себе дополнительную несвойственную информацию, и кодируем её, создавая как бы азбуку Морзе между нами и программой. Таким образом, работа с программой упрощается становится удобнее. Мы кодируем точки так, как это удобно для нас, а программа автоматически строит необходимый объект. Строить можно как точные протяженные объекты, так и площадные [1, 2].

Небольшим минусом программы является увеличение срока полевых измерений. Это произойдет за счёт того, что для верного автоматического построения контура программой мы будем каждый раз вводить наш код на электронном тахеометре, а также должны будем продумывать точку начала съемки. Для избегания данной проблемы при выполнении полевого кодирования необходимо придерживаться определенных правил [3, 4].

Работа начинается с рассмотрения исходных данных. Обычно имеются выраженные данные с тахеометра (точки строения, измерения по вертикальному и горизонтальному кругу и т.д.). То есть в процессе работы меняются лишь цифры и значения точек строения. Эти данные преобразовываются в формат Civil 3D. Если появится необходимость импортировать вкладку съёмки области инструмента в полевой журнал, то, скорее всего, программа запретит это действие [5].

Во-первых, начнем с того, что иногда необходимо завести новую базу данных в съёмке. Что такое база данных? База данных – это систематизация данных о геодезических пунктах в рамках значений координат (X, Y, H и др.). Она не всегда должна включать в себя один полевой журнал. Можно в одну базу данных импортировать сразу несколько полевых журналов для того, чтобы аккуратно их склеить. Если необходимости их склеивать нет, то эта операция не является обязательной. Новую базу данных обычно называют какой-то датой. После создания базы данных появляется необходимость импортировать программу в полевой журнал. Исходный формат – это расширение txt. Последовательность действий такова: вход в импорт данных – настройка единицы измерения – вставка в графе расстояния. Если нет необходимости в ещё каких-либо изменениях, то нажимается клавиша «ОК». В новом открывшемся окне: осуществление выбора типа исходных данных (в данном случае – это файл полевого журнала) – указание пути к файлу. Особое внимание необходимо уделить расширению, запрашиваемому программой Civil 3D. Если она запрашивает fb/k, то всё верно, так как это тот формат, который воспринимает только Civil. Если же необходимый файл находится в формате txt, то он приводится к fb/k. Для этого можно переименовать его в DIR (показать расширение в проводнике Windows), а далее воспользоваться конвектором [6].

Далее используется интернет приложение «Редактор измерений», аналог SurlyLink, только на русском языке. После входа в редактор измерений указывается путь к необходимому файлу. Производится переименовка пунктов. Сохранять готовые файлы можно в формате SDR, при этом преобразовать его можно будет через SurlyLink, или же сразу в формате AutoCAD Civil 3D fbk, благодаря редактору измерений [7].

После всех вышеперечисленных действий выбирается база данных, куда будут импортироваться данные. Необходимо указать путь к полевому журналу. В итоге произойдёт создание новой съемочной сети, название которой присваивается человеком, работающим с программой и данными.

Конечно, не всё будет идти гладко и по умолчанию. Но это не создат особых проблем. При возникновении ошибки можно ещё раз попробовать

преобразовать данные через SurlyLink. Также сложность заключается в том, что база данных 2015 поменялась по сравнению с 2014 версией [8].

Анализ Civil 3D показывает, что в программе появились съемочные сети и точки съемки, то есть это даёт возможность сразу проводить анализ точек съемки, исходя из того, какую иконку они имеют. Все обычные точки, на которых стояла рейка, обозначаются иконкой. Преимущества сетей Civil 3D: ввод различного вида ведомостей о сетях; при кодировке чего-либо можно опробовать линии; можно получать ведомость уравненных координат. При нажатии на правую кнопку мыши появляются различные функции, при помощи которых можно редактировать сеть, а если нажать правой кнопкой мыши на название самой сети, то можно выполнить анализ [9].

Литература:

1. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е.. Анализ программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2016. – Т. 12. – № 3. – С. 127–140.

2. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Муриев Т.А. О прохождении учебной геодезической практики в КубГТУ студентами направления «Строительство» // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 180–194.

3. Пинчук А.П., Шевченко А.А., Голотина Ю.И., Астахова И.А. Основные геодезические работы при строительстве зданий и сооружений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 75–84.

4. Грибкова Л.А., Морозов А.А. Особенности применения современных геодезических приборов и технологий при строительстве зданий и сооружений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 5. – С. 59–69.

5. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3: Решение геодезических задач.

6. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

7. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Петренков Д.В., Осенняя А.В., Чернова А.В., Шишкина В.А. Эффективное построение 3D модели местности для целей кадастра : в сборнике: European research / сборник статей победителей VI Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 48–52.

8. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации: Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.

9. Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Создание крупномасштабного топографического плана в AutoCAD и AutoCAD Civil 3D : в сборнике: Лучшая научная статья 2016 / сборник статей победителей V международного научно-практического конкурса. – 2017. – С. 43–50.

10.Гура Т.А., Ремизов И.И. Полевое программное обеспечение для обработки данных измерений при осадках зданий и сооружений. Исследование электронных тахеометров : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 187–190.

References:

1. Shevchenko G.G., Gura D.A., Glazkov R.E. The analysis of the software for data handling of terrestrial laser scanning // the Modern industrial and civil engineering. – 2016. – T. 12. – No. 3. – P. 127–140.

2. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura T.A., Muriyev T.A. About passing of educational geodesic practice in KubGTU students of the Construction direction // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 180–194.

3. Pinchuk A.P., Shevchenko A.A., Golotina Yu.I., Astakhova I.A. The main geodesic operations in case of construction of buildings and constructions // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 8. – P. 75–84.

4. Gribkova L.A., Morozov A.A. Features of use of the modern geodesic instruments and technologies in case of construction of buildings and constructions // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 5. – P. 59–69.

5. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A. Educational geodesic practice : methodical instructions for the organization and monitoring of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Part 3: Decision of geodesic tasks.

6. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodesic operations when guiding the inventory : methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

7. Shevchenko G.G., Gura D.A., Petrenkov D.V., Autumn A.V., Chernova A.V., Shishkina V.A. Effective creation of a 3D model of terrain for the purposes of the inventory : in the collection: European research / collection of articles of winners of the VI International scientific and practical conference. – 2016. – P. 48–52.

8. Gura D.A., Shevchenko G.G. The modern measuring technologies at department of the inventory and geoengineering in KubGTU // Scientific and technical log on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.

9. Shevchenko G.G., Gura D.A. Creation of the large-scale topographical plan in AutoCAD and AutoCAD Civil 3D : in the collection: The best scientific article of 2016/collection articles of winners of the V international scientific and practical competition. – 2017. – P. 43–50.

10.Gura T.A., Remizov I.I. The field software for data handling of measurements in case of precipitates of buildings and constructions. Research of electronic tacheometers : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 187–190.

УДК 528

К ВОПРОСУ ОБ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СУДЕБНЫХ ЭКСПЕРТИЗ

–––––––

TO THE QUESTION ABOUT THE ENGINEERING-GEODETIC WORKS DURING CARRYING OUT OF JUDICIAL EXAMINATIONS

Гура Татьяна Андреевна
ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
t_gura@mail.ru

Сафонов Артем Витальевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
artemsochi2256@gmail.com

Аннотация. Аннотация. В статье рассмотрена роль инженерно-геодезических работ при проведении судебной землеустроительной экспертизе. Разобраны такие понятия, как инженерно-геодезические работы, земельный участок, ЗУСЭ и другие тезисы. Выводится, что в данной сфере экспертиз важнейшей составляющей экспертного изыскания являются инженерно-геодезические работы при исполнении землеустроительной судебной экспертизы.

Ключевые слова: вынос границ в натуру, межевание, геодезические приборы, землеустроительная судебная экспертиза, земельный участок.

Gura Tatyana Andreevna
Assistant to department of the inventory and geoengineering,
Kuban state technological university
t_gura@mail.ru

Safonov Artem Vitalyevich
Student,
Kuban state technological university
artemsochi2256@gmail.com

Annotation. The article considers the role of engineering-geodetic works at land management carrying out of judicial examination. Disassembled concepts such as the engineering-geodesic works, land, SUSE and other theses. Appears that in this area of expertise the most important component of expert surveying are engineering-geodetic works in land management the performance of forensic examination.

Keywords: removal of boundaries in nature, boundary, surveying instruments, land surveying forensics, land.

12 декабря 1993 году была принята Конституция РФ, которая включала в себя многие нормативно-правовые акты, в том числе и право собственности на землю, купля-продажа и другие аспекты землевладения. Но тем не менее государственные органы не могли полностью контролировать сбор и подсчёт налогов, поэтому земельные споры остались и их не всегда можно было решить цивилизованно. Таким образом, для исполнения земельной реформы обязательно нужно было провести работы по межеванию, то есть определить границы земельного участка. И согласно принятому 25 октября 2001 года Земельному кодексу Российской Федерации, земельные разногласия стали решаться только через судебный процесс.

Приказом Минюста Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 237 в реестр видов судебных экспертиз был добавлен новый раздел экспертизы – «землеустроительная экспертиза». В большинстве случаев объектами экспертиз по землеустроительным вопросам фактически являются земельные участки и их границ. Согласно ст. 11.3 Земельного Кодекса РФ земельный участок – это часть земной поверхности, имеющая в соответствии с федеральным законом фиксированную границу. В государственном кадастре недвижимости отображаются площадь, местоположение, конфигурация, правовой статус и другие параметры участка. Но ввиду того, что в большинстве случаев земельные участки встречаются в сложной конфигурации границ, многие характеристики земельного участка можно определить только с помощью инженерно-геодезических работ с применением инновационных геодезических приборов (рис. 1).

- Электронный тахеометр – геодезический прибор, предназначенный для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов. При вполне компактных размерах он объединяет функции теодолита, светодальномера, вычислителя и электронного регистратора данных [1, 3].

- Нивелир – геодезический прибор, предназначенный для измерения превышения между двумя точками. Специалисты чаще всего используют нивелиры оптические, которые в свою очередь делятся на механические и электронные. Цифровые считаются наиболее лучше и удобнее, чем остальные считывающие устройства [2].
- GPS оборудование. Геодезистам эти приборы нужны, чтобы сориентироваться на местности, но точность нахождения положения равняется 0,5–2 сантиметра относительно ближайшего пункта Государственной Геодезической Сети (ГГС). В то время как обычные навигаторы дают ошибку местоположения около 10–20 метров, что в работе геодезиста неприемлемо [7].
- Штатив. Главная его задача – это неподвижно зафиксировать прибор, который на него устанавливают над конкретной точкой на земле.
- Лазерная рулетка. Геодезические бригады стали её применять относительно недавно, так как она было дорога и легче было измерять стальными рулетками. Единственный минус моделей без оптического визира в том, что нечеткая видимость лазерной точки из-за ярко освещённой поверхности.

Рисунок 1 – Слева направо: электронный тахеометр, оптический нивелир, GPS приёмник

Площадь земельного участка определяется механическим, графическим и аналитическим методами, последний нельзя определить без результатов полевых линейных и угловых измерений или по их функциям – координатам вершин контуров участков. Итак, при определении площади используют геометрические, тригонометрические формулы, а также аналитическую геометрию. Для определения небольших участков, их разбивают на простейшие геометрические фигуры: треугольник, прямоугольник и трапеция [6, 9].

План исполнения работ по выносу в натуру границ земельного участка (рис. 2, 3):

1) согласование инженерно-геодезической задачи и заключение договора для осуществления работ;

2) ознакомление имеющихся у владельца учредительных документов и документов, характеризующих земельный участок;

3) получение важных данных о земельном участке из государственного кадастра недвижимости (ГКН);

4) полевые работы;

5) камеральная обработка полученных результатов и создание отчета выноса границ земельного участка в натуру;

6) предоставление выполненной работы заказчику.

Итак, сначала клиенту потребуется кадастровая выписка для того, чтобы специалисты узнали координаты для проведения работы. По ним они определяют местоположение границ участка. Но если границы земельного участка не известны, то кадастровый инженер должен провести геодезические измерения – межевание [12]. Существует 2 варианта выполнения работы:

1. Когда заказчик имеет забор, стену, колышки или другие объекты, для определения границы участка. В данных условиях геодезисты измеряют координаты поворотных пунктов границы для дальнейшего нанесения на межевой план. Следовательно, границы будут проходить по этим пунктам (забор, стена или колышек). Также нужно обратить внимание на то, где именно расположены границы участка. Если они находятся внутри строения, то инженерам нужно знать его планировку и провести замеры самостоятельно [11].

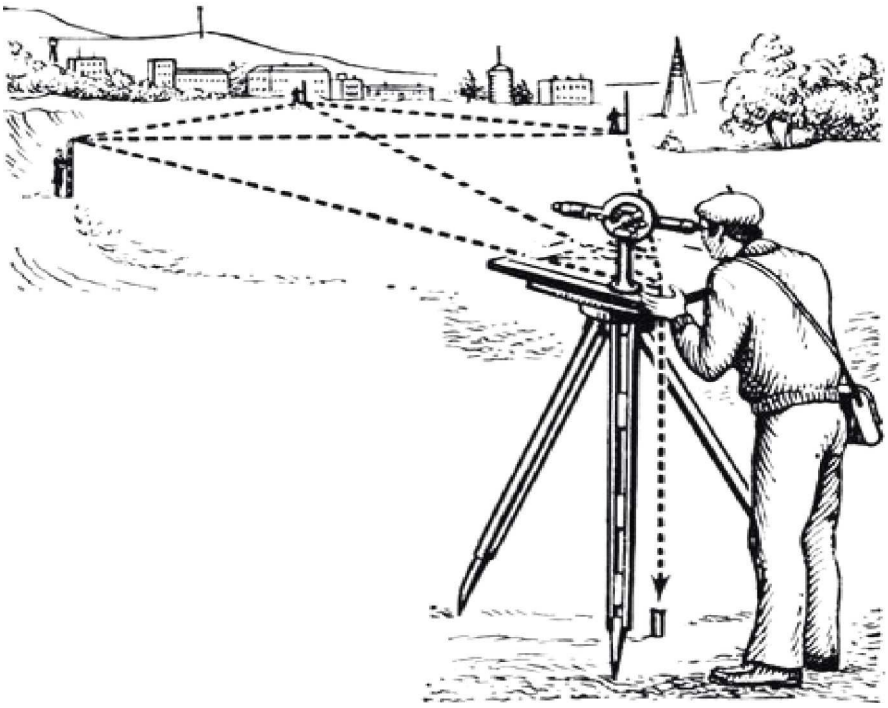


Рисунок 2 – Инженерно-геодезические изыскания

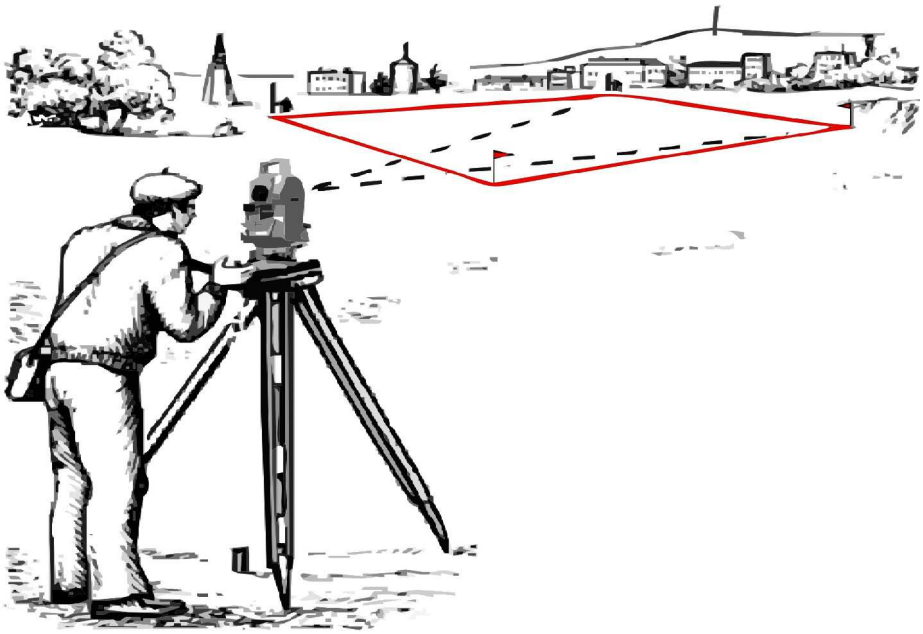


Рисунок 3 – Инженерно-геодезические изыскания

2. Когда на местности не указаны границы земельного участка, то кадастровый инженер проводит замеры всех близлежащих важных объектов (забор, люк, граница леса, соседние постройки и т.д.), заносит все полученные сведения в специально предназначенные программы (Geozem, Землеустроительное дело, Землеустроитель,

Топаз, АРГО 5.0) и показывает все в графическом виде. После этого используется Кадастровый план территории (КПТ), то есть кадастровая информация на участок работы и связываются с заказчиком. И теперь на получившемся в цифровом виде проекте можно нанести границы участка. Другими словами размежевать в камеральных условиях, следуя данным собственника участка и кадастра недвижимости [10].

В данном случае границы земельного участка будут расположены условно («виртуально»), так как его поставят только на кадастровый учёт, а на местности границы участка останутся неизвестны. Чтобы их воссоздать по кадастровым данным, нужно снова воспользоваться услугами кадастрового инженера, который проведёт вынос границ земельного участка. Данная работа не входит в процесс межевания [13].

Но как же определяют местоположение участка?

Для начала, нужно обязательно определить координаты съемочных точек тахеометрического хода, то есть точек, на которых находится прибор. Для измерения хода нужно минимум 2 пункта с установленными координатами (чтобы не допустить ошибки, желательно использовать не менее 3 пунктов) [5, 7]. Пункты делятся на 2 вида:

1. Пункты государственной геодезической сети (ГГС). ГГС является совокупностью геодезических пунктов, находящиеся равномерно по всей территории и зафиксированных на местности определенными точками, обеспечивающими их сохранность в плане и по высоте во время продолжительной работы. С внешним видом пункта ГГС можно ознакомиться на рисунке 4.

Рисунок 4 – Пункт государственной геодезической сети

2. Если пунктов ГГС не хватает или у них неудобное расположение, то используют GPS координирование, которое выполняется с помощью GPS приемников. Один из приёмников должен быть на базисе, а второй передвигаться по конкретным пунктам [14].

Существуют различные варианты его перемещения:

- Непрерывный кинематический метод – точность около 10–15 см. Приёмник перемещается перманентно. Этот метод используются для трассирования линейных пунктов (дороги, ЛЭП, трубопроводы, и т.д.).
- Кинематический метод или Stop-and-Go («Стой-Иди») – примерно 1–2 см + 1 мм/км. Длительность порядка 1 мин. Применяется для топографической съемки малых площадей.
- Быстростатический метод – его точность сравнима с кинематическим, но менее надёжен. Продолжительность наблюдения 5–10 мин. Используется для составления сетей сгущения.
- Статический метод является самым достоверным – 5 см + 1 мм/км. Длительность сеанса около 1 часа. Применяется для разработки опорных геодезических сетей.
- Метод RTK «кинематика реального времени» – точность сравнима с быстростатическим методом, но длительность измерений до 1 мин. В России такой метод слабо преобладает, одной из причин является огромная территория страны. Результативное функционирование сети осуществима при её непрерывности (сеть должна охватывать всю территорию страны) и проходимости.

После завершения полевых работ, когда заказчик проверил все межевые знаки, отмеченные на местности, кадастровый инженер составляет акт выноса в натуру. В действительности это акт сдачи-приемки установленных межевых знаков на сохранность. В нем объясняется на основании чего вынесены границы, местоположение участка, данные владельца и схема расположения знаков. В подробной форме находятся дополнительные сведения и перечень координат [4].

Акт выноса границ земельного участка не гарантирует подтверждение того, что собственник установил межевые знаки не произвольно, а с помощью эксперта в соответствии с кадастровой документацией. Поскольку как только инженер покидает участок, ответственность за сохранность знаков перестаёт на нем лежать. Их могут разрушить или передвинуть в другое место. Подтвердить их «доказанность» в результате будет маловероятно [8]. Существуют два выхода:

1. Выполнить вынос при участии всех заинтересованных лиц.
2. Фотоотчет и заключение кадастрового инженера.

В последнем пункте нужно зафиксировать документально местоположение всех межевых точек, то есть сделать фотоотчет. Который включает в себя пояснительную записку (все сведения об объекте, заказчике и исполнителя), схему расположения поворотных точек, их перечень координат и фото пронумерованных межевых знаков. Либо можно подготовить заключение кадастрового инженера – это наиболее детальный отчёт по выносу границ в натуру. В него входит сам фотоотчет, а также графическое приложение с перечисленными кадастровыми и фактическими границами участка, местоположение спорных территорий и их площадью [10].

Таким образом, на основе вышесказанного можно заключить, что инженерно-геодезические работы при проведении судебных землеустроительных экспертиз имеют исключительное значение и представляют собой важнейшую часть экспертного исследования по данному виду экспертиз. В связи с этим обязательным условием к экспертному заключению должно быть описание содержания и методов выполнения инженерно-геодезических работ, предоставление сведений о геодезической основе проведения работ и точности их выполнения, а также данных об использованном оборудовании и программном обеспечении.

Литература:

1. Шевченко А.А., Лесников В.А. О необходимой точности измерений электронным тахеометром при строительстве уникальных объектов : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 201–204.

2. Пинчук А.П., Шевченко А.А., Голотина Ю.И., Астахова И.А. Основные геодезические работы при строительстве зданий и сооружений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 75–84.

3. Гура Т.А., Бобух Д.Н. Сравнительная характеристика электронных тахеометров Sokkia, Nikon и Topcon : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 170–175.

4. Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

5. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.

6. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : в сборнике: Актуальные вопросы науки / Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.

7. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.

8. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А., Коломыцев А.А. Совершенствование институционально-экономического механизма оценки земель в современных условиях : монография. – Краснодар, 2013.

9. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

10. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Теоретические основы системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : учебное пособие по дисциплине «Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства» для студентов всех форм обучения специальности 120303 – «Городской кадастр». – Краснодар, 2011.

11. Гура Д.А., Кусова С.И., Кравцова Т.В. О проблемах современного кадастра : в сборнике: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 73–75.

12. Осенняя А.В., Осенняя Е.Д., Хахук Б.А., Гура Д.А. Анализ действующей системы технического учета и инвентаризации объектов капитального строительства : Технический учет и инвентаризация объектов капитального строительства. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2012. – Ч. 1.

13. Абушенко С.С., Амиров Э.К., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 107–109.

14. Гура Т.А. Особенности ведения кадастра недвижимости в Германии // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 195–202.

References:

1. Shevchenko A.A., Lesnikov V.A. About the necessary accuracy of measurements by the electronic tacheometer at construction of unique objects : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – 2016. – P. 201–204.

2. Pinchuk A.P., Shevchenko A.A., Golotina Yu.I., Astakhova I.A. The main geodetic works at construction of buildings and constructions // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 8. – P. 75–84.

3. Gura T.A., Bobukh D.N. Comparative characteristic of electronic Sokkia, Nikon and Topcon tacheometers : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 170–175.

4. Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a condition of deformations of unique capital construction projects : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

5. Gura D.A., Gura T.A. The review of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers : in the collection: Sciences about the earth at a modern stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.

6. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting : in the collection: Topical issues Sciences / Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

7. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey with use of satellite systems and electronic tacheometers : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.

8. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A., Kolomytsev A.A. Improvement of the institutional and economic mechanism of assessment of lands in modern conditions : monograph. – Krasnodar, 2013.

9. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory : methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

10. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. Theoretical bases of system of technical account and inventory of capital construction projects : the manual on discipline «Technical accounting and inventory of capital construction projects» for students of all forms of education of specialty 120303 – «The city inventory». – Krasnodar, 2011.

11. Gura D.A., Kusova S.I., Kravtsova T.V. About problems of the modern inventory : in the collection: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 73–75.

12. Osennyaya A.V., Osennyaya E.D., Hakhuk B.A., Gura D.A. The analysis of the operating system of technical account and inventory of capital construction projects : Technical accounting and inventory of capital construction projects. – Krasnodar : Kuban state technological university, 2012. – Part 1.

13. Abushenko S.S., Amirov E.K., Gura D.A., Avetisyan G.G. The problems arising when performing control and executive shooting : in the collection: Sciences about the earth at the present stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 107–109.

14. Gura T.A. Features of maintaining the inventory of the real estate in Germany // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 195–202.

УДК 528

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ МЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

–––––––

GEODETIC SUPPORT FOR LAND RECLAMATION CONSTRUCTION

Гура Татьяна Андреевна
ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
t_gura@mail.ru

Сикорская Мария Николетта Анатольевна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Mashasi98@yandex.ru

Каранова Влада Владимировна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
vlada.karanova98@yandex.ru

Себелева Арина Александровна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
arinaseb98@mail.ri

Бирюкова Анна Олеговна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
annabirukowa99@gmail.com

Аннотация. В данной статье поднимается проблема геодезического обеспечения при мелиоративном строительстве. Рассмотрен комплекс мелиоративных мероприятий, ИГИР, геодезические работы, сопровождающие процесс возведения гидротехнических сооружений на каждом этапе.

Ключевые слова: геодезия, мелиорация, мелиоративное строительство, инженерно-геодезические изыскания, гидротехнические сооружения.

Gura Tatyana Andreevna
Assistant to department of the inventory and geoengineering,
Kuban state technological university
t_gura@mail.ru

Sikorskaya Maria Nicoletta Anatolievna
Student,
Kuban state technological university
Mashasi98@yandex.ru

Karanova Vlada Vladimirovna
Student,
Kuban state technological university
vlada.karanova98@yandex.ru

Sebeleva Arina Alexandrovna
Student,
Kuban state technological university
arinaseb98@mail.ri

Biryukova Anna Olegovna
Student,
Kuban state technological university
annabirukowa99@gmail.com

Annotation. This article raises the problem of geodetic support for land reclamation. A complex of reclamation measures, IGIR, geodesic works accompanying the process of erecting hydraulic structures at each stage is considered.

Keywords: geodesy, melioration, meliorative construction, engineering and geodetic surveys, hydraulic structures.

Мелиорация – комплекс мероприятия организационно-хозяйственного и технического характера, проводящихся с целью улучшения природных условий эксплуатируемых земельных участков и установления наиболее эффективных методов их использования. Мелиоративные мероприятия подразделяют на гидромелиоративные и агромелиоративные. Под гидромелиоративными работами подразумеваются те работы, которые связаны с отводом (например, осушение, обвалование) или подачей воды (орошение, водоснабжение) для сельскохозяйственных нужд. При агромелиоративных работах производится усиление водопроницаемости, влагоемкости пахотного слоя и ускорении поверхностного стока вод [2].

При создании гидротехнических сооружений, проводится ряд инженерно-гидрографических работ (ИГИР), заключающихся в выполнении комплекса изыскательских работ, что позволяет получить информацию об особенностях рельефа местности и отображения его на инженерно-топографических планах.

При выполнении ИГИР необходимо принимать во внимание требования ряда нормативных документов (СНиП 3.01.03-84; СП 47.13330.2012; СП 11-114-2004).

Топографическую съемку русла реки по берегу осуществляют путем прокладывания теодолитных и нивелирных ходов. Так же проводится разбивка поперечников и высотная привязка водомерных постов. Съемки отдельных участков береговой линии в таком случае выполняют в масштабе и с сечением рельефа, принятым для русловой съемки [1].

Для изучение направления и скорости течения поверхностных слоев водных потоков, русловых процессов и т.п. используется аэрофотосъемка на определенных территориях. Методика выполнения ,состав материалов съемки и порядок их обработки определяются техническими условиями программы гидрологических изысканий [2].

Результат ИГИР оформляется в виде технического отчета в соответствии с ППГР [3].Содержание и состав отчета определяется исходя из поставленной задачи, ППГР и последующего применения разрабатываемой документации.

Инженерно-геодезические изыскания для мелиоративного и водохозяйственного строительства должны проводиться в соответствии с требованиями СниП II-9-78 [1].

При изысканиях, целью которых является обеспечение проектирования исходными данными, изучаются геологические и гидрогеологические, гидрологические, почвенно-мелиоративные, геоботанические, культурно-технические, экономические, гидротехнические и топографические условия района предполагаемого строительства. Результатом геодезических работ на данном этапе является:

1) топографические планы местности и карты;
2) профили трасс сооружений линейного типа;
3) каталоги координат и высот точек инженерно-геологических изысканий;
4) каталоги координат и высот пунктов геодезической сети [2].

Неотъемлемой частью мелиоративного строительства являются геодезические работы, сопровождающие процесс возведения гидротехнических сооружений на каждом этапе. К таким работам относятся: создание планового и высотного геодезического обоснования (съемочной геодезической сети); производства топографической съемки; нивелирования трассы и поверхности участков для вертикальной планировки; составления планов (карт) и профилей; проектирования сооружений и их трассировки, разбивки элементов оросительных и осушительных систем; геодезический контроль строительства [13, 14].

По результатом съемок создается топографический план, по которому производится проектировка строительных мелиоративных систем, другими словами размещают на топографической основе оси элементов мелиоративной системы, гидротехнических сооружений, участков заданных размеров с учетом геометрических требований к форме, протяженности и взаимному расположению [15, 16].

Для обеспечении геодезических работ при строительстве (топографических съемок, трассировок и разбивочных работ) мелиоративных систем государственную геодезическую сеть дополняют пунктами сетей сгущения и съемочных сетей в соответствии с действующими инструкциями, ведомственными указаниями и нормами [7]. При строительстве и его геодезическом обосновании пункты геодезической сети размещают как можно более плотно.

Геодезическая подготовка, например, к проведению осушительных работ заключается в разбивке на местности отводящей осушительной сети, проверке высот реперов и марок и др. При этом на местности обозначают проектные трассы каналов, закрытых коллекторов с указанием их начала, поворотов и конца. В поле составляют абрисы привязки осей каналов и коллекторов к пунктам геодезической сети или четким контурным точкам ситуации [4].

Основные положения по изысканиям, устройству и проектированию мелиоративных систем записаны в ТКП 45-3.04-8-2005 «Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования» [8].

К объектам сельскохозяйственного мелиоративного строительства относятся системы (осушительные, обводнительные, оросительные и осушительно-увлажнительные), предназначенные для обеспечения в почве благоприятного теплового и влажностно-воздушного режима, способствующих высокооружайности данной территории.

В зависимости от площади территории, стоимости работ, сложности применяемых методов разработка проекта мелиоративных систем выполняется в одну-две стадии. В случае крупных и сложных систем используется двухстадийное проектирование.

Если строительство производится на территории, не требующей особых геодезических решений, применяют проектирование в одну стадию. Нормы о масштабах топографических съемок для составления проекта мелиоративных систем, рабочего проекта (РП) и рабочей документации (РД) представлены на рисунке № 1 [8, 9].

Вид мероприятия, тип гидромелиоративной системы	Топографическая съемка, масштаб / сечение рельефа			Вид съемки
	Проект		Рабочая документация, рабочий проект	
	Объект в целом	Типовой участок	Объект в целом	
Орошение				
Поверхностный полив	1 : 10 000 / 1,0	1 : 2000 / 0,25	1 : 2000 / 0,25	Нивелирование по квадратам 20×20 м для РД и РП
Дождевание, открытая и закрытая оросительная сеть	1 : 10 000 / 1,0	–	1 : 10 000 / 0,25	Полевое трассирование линейных сооружений для РД и РП
Осушение				
Открытая осушительная сеть	1 : 10 000 / 1,0	–	1 : 10 000 / 1,0	Полевое трассирование линейных сооружений для РД и РП
Закрытая осушительная сеть, местность равнинная, заболоченная	1 : 10 000 / 1,0	1 : 2000 / 0,5	1 : 2000 / 1,0	
Закрытая осушительная сеть, местность с микрорельефом, заболоченная	1 : 10 000 / 1,0	1 : 2000 / 0,25	1 : 2000 / 0,25	Нивелирование по квадратам 20×20 м для РД и РП, съемка типовых участков

Рисунок 1 – Топографические съемки для проектирования

Проект мелиоративной системы может составляться на стадии изысканий камерального или полевого трассирования ее линейных элементов.

По данным топографических карт составляют продольный профиль трасс канала. В характерных точках определяют глубину h и строят поперечный профиль. По ширине дна b и уклона откосов $i_0 = \frac{h}{d} = \frac{1}{m}$ рассчитывают заложение откоса:

$$d = \frac{h}{i_0} \tag{1}$$

и коэффициент откоса:

$$m = \frac{d}{h} = \frac{1}{i_0}. \tag{2}$$

На местности с малыми поперечными уклонами ширина канала на уровне земли:

$$AB = c = b + 2d = b + \frac{2h}{i_0} = b + 2mh, \tag{3}$$

а площадь поперечного сечения:

$$P = 0{,}5h(c+b) = h(b+mh). \quad (4)$$

На косогоре по горизонталям плана определяется уклон каждого поперечника ік (угол наклона v = arctg ik), вычисляются коэффициент откоса поперечника $n = \frac{1}{ik}$ и горизонтальное расстояние от оси канала до верхней бровки откоса с нагорной стороны

$$a_n = \frac{\frac{b}{2} + mh}{1 - \frac{m}{n}} \quad (5)$$

и расстояние a_p от оси канала до верхней бровки откоса с подгорной стороны

$$a_p = \frac{\frac{b}{2} + mh}{1 + \frac{m}{n}}. \quad (6)$$

Ширина канала, измеренная по поверхности земли, равна:

$$AB = \frac{a_n + a_p}{\cos v} = \frac{c}{\cos v} = \frac{c}{1 + i_0^2}. \quad (7)$$

Объем земляных масс в пределах данного канала длиной L между поперечными сечениями площадью $P1$ и $P2$ вычисляется по формуле:

$$W = \frac{L(P1 + P2)}{2}, \quad (8)$$

а по всей длине канала общий расчетный объем земляных масс $W_{общ}$ равен сумме частных объемов W_i, т.е.

$$W_{общ} = \sum W_i \quad (9)$$

(погрешность результата составляет около 5%) [9].

На территории Российской Федерации почти отсутствуют районы, где нет необходимости проводить комплексную мелиорацию земель и вод [6]. Несмотря на общую природно-климатическую ситуацию, даже в таком благоприятном для влаголюбивых сортов сельскохозяйственных культур, как Краснодарский край необходимо проводить мероприятия по предотвращению водной и ветровой эрозии почв, по улучшению качества поверхностных и подземных вод, используемых для сельскохозяйственного и коммунального водоснабжения и орошения сельскохозяйственных культур, по улучшению водно-физических свойств почв и т.д. Целесообразность, состав, а также комплексных мелиораций земель и вод обосновывают следующие положения:

1. В разных природно-климатических зонах страны состав комплекса мелиоративных мероприятий будет различным как по своей структуре, так и по масштабам осуществления.

2. Проведение этого комплекса, существенно воздействуя на природные комплексы, приводит к созданию принципиально новых агромелиоративных ландшафтов [5].

Таким образом, состав и объем комплексных мелиораций будет определяться конкретными естественноисторическими условиями района их осуществления и требованиями, которым должен удовлетворять создаваемый агромелиоративный ландшафт [6].

Литература:

1. Инструкция по установке и сдаче заказчику закрепительных знаков и реперов при изыскании объектов нефтяной промышленности : ВСН 30-81; утв. 11.05.81; введ. в действие с 11.05.81 // Гарант Эксперт 2014. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

2. Парамонова Е.Г., Юнусов А.Г. Геодезические работы в мелиоративном строительстве. – М. : Недра, 1981.

3. Градостроительный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ; по состоянию на 08 сентября 2014 г. // Гарант Эксперт 2011. – НПП «Гарант сервис», 2014.

4. URL : http://lektsiopedia.org/lek-5721.html (дата обращения 18.06.2017).

5. Парамонова Е.Г., Юнусов А.Г. Геодезические работы в мелиоративном строительстве.

6. Гура Д.А., Рыжкова А.А., Болобан Т.И., Болгова А.С., Черепанов А.С., Кашаев Б.Р. Основные геодезические работы в строительстве // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 2. – С. 133–137.

7. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография / ФГБОУ ВПО КубГТУ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – 66 с.

8. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : сборник трудов конференции: Актуальные вопросы науки / Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.

9. URL : http://allrefs.net/c45/1o1j8/p1/ (Дата обращения 18.06.2017).

10. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования : ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). – Минск, 2006.

11. Подшивалов В.П. Инженерная геодезия : учебник / В.П. Подшивалов, М.С. Нестеренок. – Минск : Выш. шк., 2011. – 463 с.

12. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3: Решение геодезических задач.

13. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.

14. Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

15. Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

16. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Гура Т.А., Мавропуло М.Д. О стоимости работ по выполнению геодезического мониторинга в г. Краснодаре и Краснодарском крае // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 1. – С. 54–64.

References:

1. The instruction for installation and delivery to the customer of fixing signs and reference points at research of objects of oil industry: BCH 30-81; approve 11.05.81; injected in action from 11.05.81 // the Guarantor Ekspert of 2014. – NPP Garant-Service, 2014.

2. Paramonovo E.G., Yunusov A.G. Geodetic works in meliorative construction. – M. : Nedra, 1981.

3. Town-planning code of the Russian Federation : Federal law of December 29, 2004 No. 190-FZ; as of September 08, 2014 // the Guarantor Ekspert of 2011. – NPP Garant service, 2014.

4. URL : http://lektsiopedia.org/lek-5721.html (Date of the address 18.06.2017).

5. Paramonovo E.G., Yunusov A.G. Geodetic works in meliorative construction.

6. Gura D.A., Ryzhkova A.A., Bolobang T.I., Bolgova A.S., Cherepanov A.S., Kashayev B.R. The main geodetic works in construction // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – No. 2. – P. 133–137.

7. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografiya / FGBOU VPO KubGT. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – 66 p.

8. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting : collection of works of a conference: Topical issues Sciences / Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

9. URL : http://allrefs.net/c45/1o1j8/p1/ (Date of the address 18.06.2017).

10. Meliorative systems and constructions. Norms of design: TKP 45-3.04-8-2005 (02250). – Minsk, 2006.

11.Podshivalov V.P. Engineering geodesy : textbook / Accusative Podshivalov, M.S. Nesterenok. – Minsk : Higher School, 2011. – 463 p.

12.Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A. Educational geodetic practice : methodical instructions on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Part 3: Solution of geodetic tasks.

13.Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey with use of satellite systems and electronic tacheometers : collection of works of a conference: Sciences about the earth on Present stages / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.

14.Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a condition of deformations of unique capital construction projects : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

15.Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

16.Shevchenko G.G., Gura D.A., Gura T.A., Mavropulo M.D. About the cost of works on performance of geodetic monitoring in Krasnodar and Krasnodar Krai // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 1. – P. 54–64.

УДК 528

ОСОБЕННОСТИ СКАНИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ СООРУЖЕНИЙ
–––––––
FEATURES OF SCANNING OF ARCHITECTURAL CONSTRUCTIONS

Гура Татьяна Андреевна
ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
t_gura@mail.ru

Сирота Павел Владимирович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Pasha.sirota.99@mail.ru

Аннотация. Статья представляет собой краткий теоретический курс, содержащий основные понятия о лазерном наземном [1, 2] сканировании зданий и сооружений. Анализ [3] двух приборов компании Leica ,изучение принципов их работы, сравнение характеристик и особенностей влияющие на результат и процесс сканирования. Так же рассмотрены примеры применения лазерных сканеров. В выводе получены основные особенности данных устройств.

Ключевые слова: лазерное сканирование, Leica, строительство, облако точек, анализ, особенности, лазерные наземные сканеры, 3D изображение, лазерный сканер, 3D лазерный сканер, наземный лазерный сканер, сканирующая система.

Gura Tatyana Andreevna
Assistant to department of the inventory and geoengineering,
Kuban state technological university
t_gura@mail.ru

Sirota Pavel Vladimirovich
Student,
Kuban state technological university
Pasha.sirota.99@mail.ru

Annotation. The article is a short short theoretical course containing the basic concepts of laser scanning of buildings and structures. Analysis of two Leica device the study of the principles of their work, the comparison of characteristics and features affecting the result and the scanning process Also, examples of the use of laser scanners are considered. In the output, the main features of these devices are obtained.

Keywords: laser scanning, Leica, construction, point cloud, analysis, features, laser ground scanners, 3D image, laser scanner, 3d laser scanner, ground laser scanner, scanning system.

Наземный лазерный сканер (НЛС) – это сканирующая система, которая при помощи высокоскоростного безотражательного лазерного дальномера и системы изменения направления луча лазера сканирует поверхность объекта и формирует его 3D модель в трехмерной системе координат X, Y, Z.

Принцип работы сканирующих систем импульсного и фазового метода сканирования:

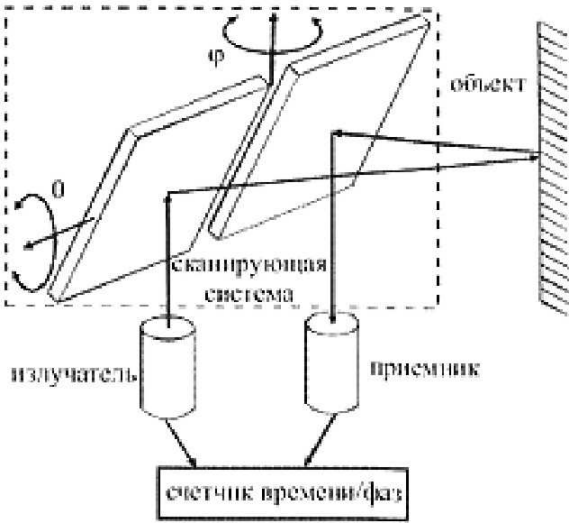


Рисунок 1 – Фазовый метод измерения расстояний

Импульсный метод измерения расстояний

Данный метод вычисления расстояний основывается на измерении времени прохождения сигнала от устройства до объекта и обратно.

Импульсный метод измерения является менее точным, чем фазовый метод. Из-за того, что точность измерения зависит от ряда параметров, каждый из которых может оказать влияние на точность измерения. В ряду таких параметров стоят:

- длительность и форма зондирующего импульса;
- отражательные характеристики объекта;
- оптические свойства атмосферы;
- текстура и положение поверхности объекта вызвавшей отражение зондирующего луча по отношению к линии визирования.

Фазовый метод измерения расстояний

Данный метод вычислений расстояний основан на определении разности фаз посылаемых и принимаемых модулированных сигналов. Главное преимущество фазового метода измерения – более высокая точность.

Работа сканера

В целом принцип работы сканера заключается в обработке облака точек которые являются результатом работы лазерного 3D сканера. В процессе съемки для каждой из них записываются три координаты (X, Y, Z) и численный показатель интенсивности отраженного сигнала-альбедо (определяется свойствами поверхности, на которую падает лазерный луч). Облако точек раскрашивается в зависимости от степени интенсивности и после сканирования выглядит как трехмерное цифровое фото. Большинство современных моделей лазерных сканеров имеют встроенную видео- или фотокамеру, благодаря чему облако точек может быть также окрашено в реальные цвета. Качественная работа 3D [5] сканера это лишь часть проекта ,немаловажную роль играет ПО для анализа [6] облака точек полученного сканирующей системой и «сшивания» их в полноценную 3D модель объекта .

Последовательность работы станции примерно такова:

1. Лазерный сканер устанавливается напротив снимаемого объекта на штатив.
2. Пользователь задает требуемую плотность облака точек (разрешение) и область съемки, затем запускает процесс сканирования.
3. Обработка в специальном ПО (Cyclone, LeicaCloudWorx, 3DReshape).

Общая характеристика сканирующих систем

Общее

Leica ScanStation C10 – Импульсный, высокоскоростной лазерный сканер, с двухосевым компенсатором, большим диапазоном измерения расстояний, полным обзором, встроенной видеокамерой и лазерным центриром.

Управляется через встроенную панель или подключенный ноутбук, хранение данных осуществляется на встроенном жестком диске (80 гб) или подключенном ПК.

Рисунок 2 – Leica ScanStation C10

Характеристики прибора

Время работы: Внутренние батареи: > 3,5 ч (2 батареи).

Внешние батареи: > 6 ч (при комнатной температуре).

Рабочая температура от 0 °С до 40 °С.

Полная работоспособность в абсолютной темноте и при ярком солнечном свете.

Точность (точность указана для расстояния от 1 до 50 м):

– определение местоположения с точностью 6 мм;
– определение расстояния с точностью 4 мм;
– определение горизонтального и вертикального угла с точностью 12";
– моделирование поверхности с точностью около 2 мм.

Характеристики сканирующей системы

Импульсная сканирующая система с зеленым цветом волны длиной 532 нм.

Дальность измерений 300 м при 90 % альбедо и 134 м при 18 %.

Минимальная дальность 0,1 м.

Скорость сканирования до 50,000 точек/сек.

Встроенная цветная цифровая видеокамера с увеличением:

– изображение – 17° × 17°, до 1920 × 1920 пикселей (4 Мп).

Leica ScanStation P40 (рис.3) – наземная лазерная сканирующая станция с фазовым принципом работы (рис.1). Обработка данных так же осуществляется на ПК, а хранение на встроеном жестком диске 256 гб или подключенном ПК.

Рисунок 3 – Leica ScanStation P40

Времяработы:

Внутренняя батарея > 5,5 ч (2 батареи).

Внешняя батарея > 7,5 ч (при комнатной температуре).

Рабочая температура от –20 °С до +50 °С.

Точность (точность указана для расстояния от 1 до 270 м):

– определение местоположения 3мм на 50 м 6 мм на 100 м;
– определение расстояния с точностью 1,2 мм;
– определение горизонтального и вертикального угла с точностью 8";
– моделирование поверхности с точностью около 2 мм.

Характеристики сканирующей системы

Фазовая сканирующая система.

Максимальное расстояние при альбедо: 34 % – 270 м, при 18 % – 180 м, при 8 % – 120 м.

Скорость сканирования до 1000000 точек/сек.

Встроенная цветная цифровая видеокамера с увеличением:

– изображение – 17° × 17°, до 1920 × 1920 пикселей (4 Мп).

Пример применения сканирующих систем Leica в создании 3D моделей архитектурных сооружений

Данные сканеры не редко применяют на практике [7], приведем один из примеров. Для проведения работ по документирование промежуточных результатов реконструкции и контроля деформации [8, 9, 10, 11] церкви Св. Леонарда во Франкфурте (Германия) была использована сканирующая станции Leica ScanStation C10.

Рисунок 4 – церкви Св. Леонарда во Франкфурте

Рисунок 5 – Процесс проведения работ в церкви Св. Леонарда во Франкфурте

Во время проведения данной съемки наземная лазерная сканирующая система Leica ScanStation C10 была использована в целях создания 3D моделей опорной конструкции. Муниципалитет Франкфурта решил вернуть церкви Св. Леонарда поздний готический облик. Также было необходимо опустить пол, так как, в течение многих веков, он многократно поднимался для защиты от наводнений, вызываемых подъемом воды в реке Майн, до этого были отреставрированы фасад, крыши и слуховые окна башен и перед началом реконструкции внутренней части церкви. Через 15 дней геодезисты выполнили сканирование всех этапов земляных работ, дойдя до глубины почти 3,5 метра. Удалось детально зафиксировать всю внутреннюю часть церкви, включая вспомогательные помещения, своды потолков и обе апсиды. Большое значение придавалось выбору места расположения лазерного сканера с тем, чтобы свести к мини-

муму эффект затенения при сканировании. Внутренняя часть церкви обильно расписана фресками и украшена лепниной, из-за этого суммарное количество точек к концу проекта состояло примерно из 17 миллиардов точек.

В данных условиях лазерный сканер LeicaScanStation C10 проявил такие свои положительные качества и особенности как: высокая точность и качество съемки на небольших расстояниях.

Так же архитекторов – реставраторов удивила возможность станции создавать дополнительные изображения без выезда на досъемку и высокая точность компоновки полученных изображений в полноценную 3D модель.

Рисунок 6 – 3D модель колонны созданная по облаку точек снятому Leica ScanStation C10

Данная 3D модель была напечатана на 3D принтере по данным снятым LeicaScanStation C10 .Это наглядный пример точности приборов.

На всех проектах команда работающая со сканирующими лазерными станциями отмечает то, что до появления лазерных 3D-сканеров такие работы были невозможны без огромного количество лесов и подмостков, а процесс работы занял бы несколько месяцев при этом не избежав ошибок.

Еще один пример работы лазерной станции LeicaScanStation C10

Рисунок 7 – 3D проект Собора Парижской Богоматери

Работа по сканированию Собора Парижской Богоматери. Данный проект поражает своей масштабностью и точностью, были задействованы не только наземные сканеры, а так же воздушные сканеры. Сложность проекта повышало то, что собор представляет собой музей и ежедневно его посещают до 30000 человек, проводить работы нужно было максимально быстро, точно и качественно.

У сканирующих систем можно выделить такие положительные особенности [11] *стороны как:*

- Высокая точность.
- Высокая скорость сканирования.
- Удобный интерфейс.
- Большой спектр работ для многих отраслей.
- ПО которое поможет безошибочно обработать облако точек, полученное в процессе работы.
- Выполнение эксклюзивных работ, которые без помощи лазерного сканирования были бы невыполнимы.
- Высокая производительность НЛС сокращает время полевых работ.
- Работы можно выполнять при любых условиях освещения, то есть днём и ночью, так как сканеры являются активными съёмочными системами.

Так же существуют и отрицательные стороны такие как:

- Высокая стоимость [12]. Стоимость приборов может достигает 15 млн рублей
- Большинство сканеров рекомендуется работать при температуре не ниже 0 °С, что устанавливает некоторые ограничения на полевые работы в зимнее время, хотя некоторые модели отлично работают и при –20 °С.
- До сегодняшнего дня ни одна из систем лазерного сканирования не имеет функций тахеометра по непосредственной привязке отдельных сканов к единой системе координат, поскольку сканирование с каждой точки стояния проводится в системе координат прибора; поэтому необходим дополнительный геодезический прибор для определения координат контрольных точек (марок) сканера.

Наземные лазерные сканеры необходимыприборы в строительстве зданий, сооружений, дорог и т.д. [13], для проведения геодезических изысканий [15], контроля строительства и дальнейшем контроле усадок и деформаций [16] зданий и сооружений, особенно это важно при контроле застройке новых жилых районов [17]. В настоящее время лазерное сканирование это самый удобный метод для выполнения данных задач. Чем выше доля работ выполненных с помощью лазерных сканирующих систем, тем выше точность, скорость и практичность работ в проекте.

Литература:

1. Середович В.А., Комиссаров А.В., Комиссаров Д.В., Широкова Т.А. Наземное Лазерное Сканирование. – Новосибирск : СГГА, 2009. – 261 с.
2. Грибкова И.С., Шерстюк Н.А. Лазерное сканирование : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 53–55.
3. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Перов А.Ю., Ковалева А.А. Анализ рынка фирм по продаже геодезического оборудования // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 15. – С. 357–370.
4. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3: Решение геодезических задач. – 19 с.
5. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала адлерского района г. Сочи // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 362–369.
6. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания, расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.

7. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Муриев Т.А. О прохождении учебной геодезической практики в КубГТУ студентами направления «строительство» // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 180–194.

8. Гайрабеков И.Г., Пимшин Ю.И. Определение деформации объекта с использованием наземного лазерного сканирования // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова. – 2006. – № 6. – С. 171–177.

9. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования : в сборнике: Строительство – 2010 / Материалы Международной научно-практической конференции. – Дорожно-транспортный институт, 2010. – С. 152–153.

10.Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

11.Ляпишев К.М., Погорелов А.В., Шуляков Д.Ю. Исследование оползней с применением технологии наземного лазерного сканирования : в сборнике: Геодезия, картография и маркшейдерия / Материалы Всероссийской научной Интернет-конференции Грибкова Л.А., Морозов А.А.: Особенности применения современных геодезических приборов и технологий при строительстве зданий и сооружений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 5. – С. 59–69.

12. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Гура Т.А., Мавропуло М.Д. О стоимости работ по выполнению геодезического мониторинга в г. Краснодаре и Краснодарском крае // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 1. – С. 54–64.

13. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : Актуальные вопросы науки / материалы IX Международной научно-практической конференции. – М. : Спутник+, 2013. – С. 204–206.

14.Грибкова И.С., Логинова П.А., Андриянова З.С., Чеботова А.А., Саид А.Н., Раздора Д.А. Геодезические приборы и технологии при строительстве автомобильных дорог // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 2.– С. 128–132.

15.Виноградов А.В., Войтенко А.В. Современные технологии геодезических изысканий : учебное пособие. – Омск : СибАДИ, 2012. – 111 с.

16.Гура Т.А., Татьянко М.А. О необходимости постоянного контроля за состоянием деформаций уникальных объектов капитального строительства : в сборнике: International innovation research / сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 191–195.

17.Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

References:

1. Seredovich V.A., Komissarov A.V., Komissarov D.V., Shirokova T.A. Land Laser Scanning. – Novosibirsk : SGGA, 2009. – 261 p.

2. Gribkova I.S., Sherstyuk N.A. Laser scanning: in the collection: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 53–55.

3. Shevchenko G.G., Gura D.A., Perov A.Yu., Kovalyova A.A. The analysis of the market of firms selling the geodetic equipment // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 15. – P. 357–370.

4. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A. Educational geodetic practice : methodical instructions on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Part 3: Solution of geodetic tasks. – 19 p.

5. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for statement on the cadastral registration on the example of the railway station of Adlersky District of Sochi // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 11. – P. 362–369.

6. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for performance of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.

7. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura T.A., Muriyev T.A. About passing of educational geodetic practice in KubGTU students of the construction direction // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 180–194.

8. Gayrabekov I.G., Pimshin Yu.I. Definition of deformation of an object with use of land laser scanning // Works of the Grozny state oil technical university of the academician M.D. Millionshchikov. – 2006. – No. 6. – P. 171–177.

9. Gura D.A., Shevchenko G.G. Environmental monitoring of deformation of constructions with use of land laser scanning : in the collection: Construction – 2010 / Materials of the International scientific and practical conference. – Road and transport institute, 2010. – P. 152–153.

10.Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a condition of deformations of unique capital construction projects : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

11.Lyapishev K.M., Pogorelov A.V., Shulyakov D.Yu. A research of landslides with use of technology of land laser scanning : in the collection: Geodesy, cartography and mine surveyings / Materials of the All-Russian scientific Internet conference of Gribkov L.A., Morozov A.A.: Features of use of modern geodetic devices and technologies at construction of buildings and constructions // Scientific works of the Kuban state technology university. – 2016. – No. 5. – P. 59–69.

12.Shevchenko G.G., Gura D.A., Gura T.A., Mavropulo M.D. About the cost of works on performance of geodetic monitoring in Krasnodar and Krasnodar Krai // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 1. – P. 54–64.

13.Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting : Topical issues sciences / materials IX of the International scientific and practical conference. – M. : Satellite +, 2013. – P. 204–206.

14.Gribkova I.S., Loginova P.A., Andriyanova Z.S., Chebotova A.A., Said A.N., Razdora D.A. Geodetic devices and technologies at construction of highways // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – No. 2. – P. 128–132.

15.Vinogradov A.V., Voitenko A.V. Current technologies of geodetic researches : manual. – Omsk : SibADI, 2012. – 111 p.

16.Gura T.A., Tatyanko M.A. About need of constant control behind a condition of deformations of unique capital construction projects : in the collection: International innovation research / collection of articles of winners of the V International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 191–195.

17.Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

УДК 528

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ПУТИ ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

–––––––

ANALYSIS OF MODERN METHODS FOR PREDICTING THE OCCURRENCE OF FOREST FIRES AND WAYS TO IMPROVE THEM

Суханова Анастасия Дмитриевна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
anastasiya_suxanova_99@mail.ru

Аннотация. В данной статье охарактеризованы методики прогнозирования и оценки лесных пожаров применительно к картографическому отображению местности. Также продемонстрирована актуальность использования ГИС-технологий для оценки продвижения пожаров с учетом характеристик территорий.

Ключевые слова: методика, оценка лесных пожаров, пути усовершенствования.

Sukhanova Anastasia Dmitrievna
Student,
Kuban state technological university
anastasiya_suxanova_99@mail.ru

Annotation. In this article methods of forecasting and estimation of forest fires are described with reference to cartographic mapping of the terrain. Also, the relevance of the use of GIS-technologies for assessing the progress of fires taking into account the characteristics of the territories was demonstrated.

Keywords: methodology, assessment of forest fires, ways of improvement.

В наши дни число лесных пожаров в связи с неблагоприятной экологической ситуацией увеличилось [1]. Лесной пожар – это стихийное (т.е. неуправляемое) горение, распространившееся на лесную площадь, которая окружена не горящей территорией. В лесную площадь входят открытые лесные пространства (вырубки, горы и т.д.). Бывают низовые и верховые лесные пожары (в зависимости от сгорающих материалов) [2].

Лесные пожары постепенно приведут территории к катастрофическому поражению, в связи с этим может происходить разрушение сооружений, нарушение жизнедеятельности организмов. Проблема оценки риска для населения и территории в зонах возможного возникновения лесных пожаров стоит достаточно остро. Поэтому необходимо вовремя производить оценку рисков возникновения лесного пожара [3]. По данным разведки и прогнозов развития лесного пожара проводится разработка планов изучения. Для оценки состояния пожарной опасности следует учитывать: характеристики горючих материалов; рельеф местности; погодные условия; человеческий фактор [4].

Комплексный показатель погодных условий определяется по формуле:

$$K = \sum_{1}^{n} (T_0 - J) T_0 \ ,$$

где T_0 – температура воздуха (в градусах) на 12 часов по местному времени; J – точка расчета на 12 часов (дефицит влажности); n – число дней после последнего дождя.

По величине вычисленного комплексного показателя и принятой в настоящее время шкале определяется класс пожарной опасности в лесу по условиям погоды [5]. Существуют предпосылки возникновения лесных пожаров: малоснежная зима, длительный период без дождя с высокой среднесуточной температурой воздуха и малой относительной влажностью; наличие бесконтрольных антропогенных источников огня, частые грозовые разряды.

Чрезвычайно опасным лесным пожаром является пожар, который охватил площадь более 200 га в районах авиационной охраны лесов и более 25 га в районах наземной охраны лесов.

Так же для развития лесных пожаров особую роль имеет характеристика территории: степень зелёности, рельеф местности и т.д.

Поведение лесного пожара обуславливается природой пламени.

Последним этапом является оценка последствий лесных пожаров: продвижение относительно сторон света и объектов экономики; площадь и периметр горения; степень поражения древостоя; количество непригодной для эксплуатации древесины.

Исходные данные для прогнозирования лесных пожаров: местность; тип пожара; класс горимости лесных насаждений; скорость и направление ветра; начальная площадь и периметр очага пожара; средний диаметр древостоя; средняя высота пожара; комплексный показатель пожарной опасности погодных условий [6].

Используемые в наши дни методики прогнозирования и оценки при лесных пожарах дают возможность геометрически отобразить развитие пожаров в виде прямоугольников (основа – скорость ветра; коэффициент пожароопасности погоды; начальные площадь и периметр; затем рассчитывается скорость распространения пламени по фронту, флангу и тылу) [7]. В этом методе продвижение пожара в конкретном направлении определяется по формуле:

$$S_H = \frac{a}{2} + V_H \cdot t \ ,$$

где S_H – продвижение пожара, a – сторона начального квадрата, V_H – скорость распространения по соответствующему направлению, t – ориентировочное время распространения пожара.

Также возможен расчет периметра и площади по формулам :

$$П = 2 \cdot \left(V_ф \cdot t + 2 \cdot V_{фл} \cdot t + V_m \cdot t + 2 \cdot a\right),$$

$$S = \left(V_ф \cdot t + V_m \cdot t + a\right) \cdot \left(2 \cdot V_{фл} \cdot t + a\right),$$

где $П$ – периметр зоны горения в метрах; S – площадь зоны горения в га; $V_ф, V_m, V_ф$ – скорости распространения пожара относительно направления ветра по фронту, флангам и тылу.

Также существует другая модернизированная методика, которая основывается на равномерном распространении пламени в горизонтальной плоскости по всем направлениям. Но в ней ведётся сложный расчет поведения пожара относительно направления ветра средством векторного анализа [8].

Данные задачи можно упростить, используя комплекс географических информационных систем (ГИС). Они позволяют использовать методы обработки электронных картографических материалов с учетом особенностей каждой конкретной точки местности, её расположение относительно остальных объектов, проведение и визуализации расчетов в абсолютном, визуально-аналитическом и графическом видах [9].

Применение ГИС в системе оперативного управления МЧС России способно привести к положительному эффекту [10].

Применяемые функции ГИС в данном вопросе: определение зон с высоким риском возникновения лесных пожаров; определение наиболее опасных зон; определение мест пожара от момента обнаружения; определение районов для привлечения МЧС; определение источников вод и путей к ним; полная характеристик местностей и т.д. [11].

Таким образом, анализ и моделирование рисков, а также прогнозирование лесных пожаров в регионе средствами ГИС является актуальным вопросом в наши дни. Ведь именно ГИС-технологии способны дать качественную информацию, а также новые возможности для анализа и наблюдения за пожароопасными территориями.

Литература:

1. Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. – No 1S. – P. 732–741.

2. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров : в сборнике: Науки о земле на современном этапе / материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.

3. Кравцова Т.В., Кусова С.И., Гура Д.А. Систематизация данных, используемых при функционировании ГИС для решения геоэкологических и картографических задач : сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 128–130.

4. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография / ФГБОУ ВПО КубГТУ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – 66 с.

5. Гура Д.А., Муриев Т.А. Google earth как эволюция картографии : в сборнике: Транспорт: наука, образование, производство / труды международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 33–37.

6. Пастухов М.А., Вербицкий М.В., Пастухова О.И., Гура А.Ю. Методологические проблемы инженерного обустройства территории населённых пунктов // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 2. – С. 67–77.

7. Podkolzin O., Zhihareva M., Odintsov S., Perov A., Khalin I. Passport of the evaluated area as a basis of the improvement of the state evaluation of agricultural land // Вестник АПК Ставрополья. – 2014. – № 1S. – С. 116–118.

8. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

9. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр. – Краснодар, 2010. – 15 с.

10.Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования : в сборнике: Строительство – 2010 / Материалы Международной научно-практической конференции. – Дорожно-транспортный институт, 2010. – С. 152–153.

11.Гура Т.А. Особенности ведения кадастра недвижимости в Германии // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 195–202.

References:

1. Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. – No 1S. – P. 732–741.

2. Gura D.A., Gura T.A. The review of the engineering and geodesic tasks solved with use of the modern electronic tacheometers : in the collection: Sciences about the earth at the modern stage / the materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.

3. Kravtsova T.V., Kusova S.I., Gura D.A. Systematization of the data used when functioning GIS for the decision of geoecological and cartographical tasks : collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 128–130.

4. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografiya / FGBOU VPO KubGTU. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – 66 p.

5. Gura D.A., Muriyev T.A. Google earth as evolution of cartography : in the collection: Transport: science, education, productions / works of the international scientific and practical conference. – 2016. – P. 33–37.

6. Pastukhov M.A., Verbitsky M.V., Pastukhova O.I., Gura A.Yu. Methodological problems of engineering arrangement of the territory of settlements // Scientific works of KubGTU. – 2017. – No. 2. – P. 67–77.

7. Podkolzin O., Zhihareva M., Odintsov S., Perov A., Khalin I. Passport of the evaluated area as a basis of the improvement of the state evaluation of agricultural land // Bulletin of agrarian and industrial complex of Stavropol Territory. – 2014. – No. 1S. – P. 116–118.

8. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodesic operations when guiding the inventory : methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.

9. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G. Photogrammetry and distant sounding of the territories : methodical instructions for execution of an examination for students of the correspondence, distant forms of education and MIPPS of specialty 120303 the City inventory. – Krasnodar, 2010. – 15 c.

10.Gura D.A., Shevchenko G.G. Environmental monitoring of deformation of constructions with use of terrestrial laser scanning: in the collection: Construction – 2010 / Materials of the International scientific and practical conference. – Road and transport institute, 2010. – P. 152–153.

11.Gura T.A. Features of guiding of the inventory of the real estate in Germany // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 195–202.

УДК 528

НАЛОЖЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ НА ПРОЕКТНЫЙ ПРОФИЛЬ
–––––––
SUPERIMPOSING AN ACTUAL SURVEY ON THE PROJECT PROFILE

Токмаков Иван Владимирович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
vanyaxard98@yandex.ru

Аннотация. Статья знакомит нас со способом, как можно наложить фактическую съемку по оси трассы (газопровода) на проектный профиль, для визуального контроля фактического положения трубы. Всю работу мы выполняем в программе AutoCAD Civil 3D 3013.

Ключевые слова: пикет, профиль, функция, проектные линии, труба.

Tokmakov Ivan Vladimirovich
Student,
Kuban state technological university
vanyaxard98@yandex.ru

Annotation. The article acquaints us with the way how it is possible to impose an actual survey along the axis of the route (gas pipeline) on the project profile, for visual monitoring of the actual position of the pipe. All the work we do in the program AutoCAD Civil 3D 3013.

Keywords: picket, profile, function, project lines, pipe. Key words: picket, profile, function, project lines, pipe.

AutoCAD Civil 3D, с его возможностями, полностью отвечает требованиям для решения инженерно-технических проблем и может стать незаменимым инструментом позволяющим решить любые производственные задачи, связанные с проектированием.

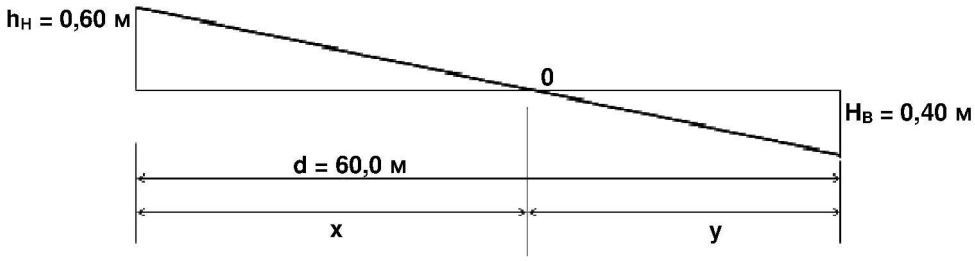


Рисунок 1

Точки пересечения проектной линии с линией земли называют **точкой нулевых работ**. Для точек нулевых работ определяют расстояние до ближайших пикетов, а ее положение на профиле отмечается пунктирной ординатой $X = h_н \cdot d /(I\ h_н\ I + I\ h_в\ I)$, $Y = h_в \cdot d /(I\ h_н I + I\ h_в I)$.Контроль: $X + Y = d$. Пример показан на рисунке 1 [1, 2].

ПИКЕТ – точка на местности (обозначенная колышком), служащая ориентиром для установки рейки при нивелировании и для закрепления трассы на местности [3].

Для наложения фактической съемки на проектный профиль нам понадобятся сама съемка, проектные профили, а также проектная ось с пикетами. Вставляем чертеж с исходными координатами и прогружаем наши точки с помощью функции «Импорт точек». После чего выбираем текстовый файл, указываем оси *X* и *У*. Функцию «Номер» оставляем, а «Отметка» убираем. Выставляем нужную высоту и сразу создаем не точки, а 3D-Полилинии, чтобы потом по точкам нам не создавать новую Полилинию, таким образом это займет меньше времени [4, 5].

3D-Полилиния выражает собойпростуюполилинию, где каждая вершина может обладать различной высотой (координата по оси *Z*). Создание таковой полилинии получается командой *3DПЛИНИЯ (_3DPOLY)*. После создания в окне *Свойства* становится общедоступным поле Текущая вершина, где надо выбрать данную вершину 3D-Полилинии (в графической области она указывается перекрестием) и указать значение её координаты по оси *Z*. К тому же, 3D-Полилиния может включать в себя только линейные сегменты и у нее нельзяизменить тип линии [6, 7, 8].

После настройки данных функций прогружаются точки. Можем заметить небольшие отклонения от линии, их можно промерить. 3D-Полилиния у нас получилась замкнутая, так быть не должно, поэтому в функции «Замкнуто» мы выбираем пункт –

Нет. Для проверки выберем любой пикет, где получились большие отклонения (более 7 сантиметров) и измеряем данное отклонение с помощью инструмента «Линейка» (от главной линии до линии отклонения). Отклонение должно быть незначительным (менее 7 сантиметров). От пикета откладываем перпендикуляр до основной линии и измеряем расстояние до четного пикета [9].

Теперь строим профиль, нажимаем «Enter» и указываем точку. После нажимаем функцию «Обратить», вводим в строку с названием «Начальный пикет» наименование нашей точки, затем выбираем «Не наносить пикеты» на трассе. В «Виде профиля» выбрать «Нанести только вершины». Затем выбираем нужные Увеличение и Масштаб. На экране появляется профиль, подтверждаем его клавишей «Enter». Выделяем полученный текст и делаем его читаемым.

Выбираем любой четный пикет, если не хватает несколько сантиметров, то откладываем линию, чтобы четный пикет был более точным. Чтобы привязать более точную линию профиля с проекта надо отложить линию и протянуть ее вверх за границу чертежа. Таким образом мы ее привязали.

Переходим на проектные профили, находим тот же четный пикет и откладываем его, а затем также протягиваем вверх и смотрим отметку по трубе (рис. 2).

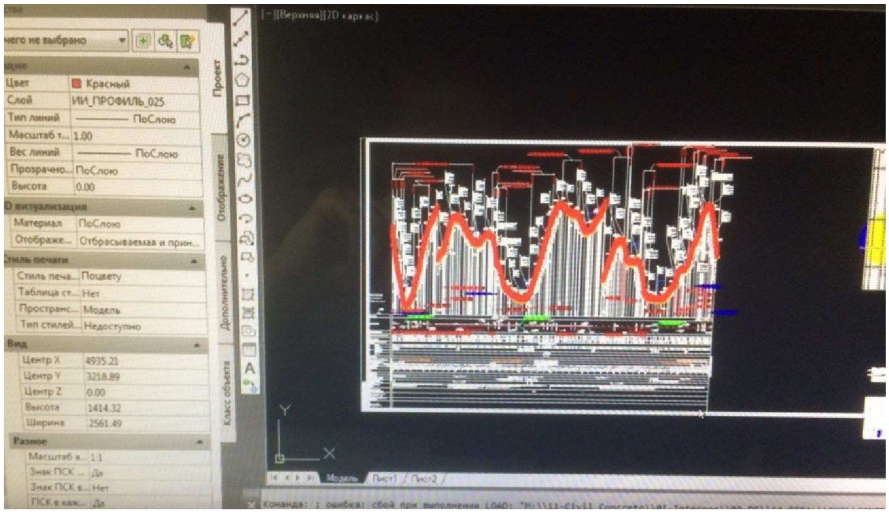


Рисунок 2

Копируем данную линию от четного пикета. На втором рисунке также находим трубу, берем саму линию профиля и просто ее копируем без привязки к четному пикету. Две копированные линии вставляем и теперь их склеиваем с привязкой (рис. 3).

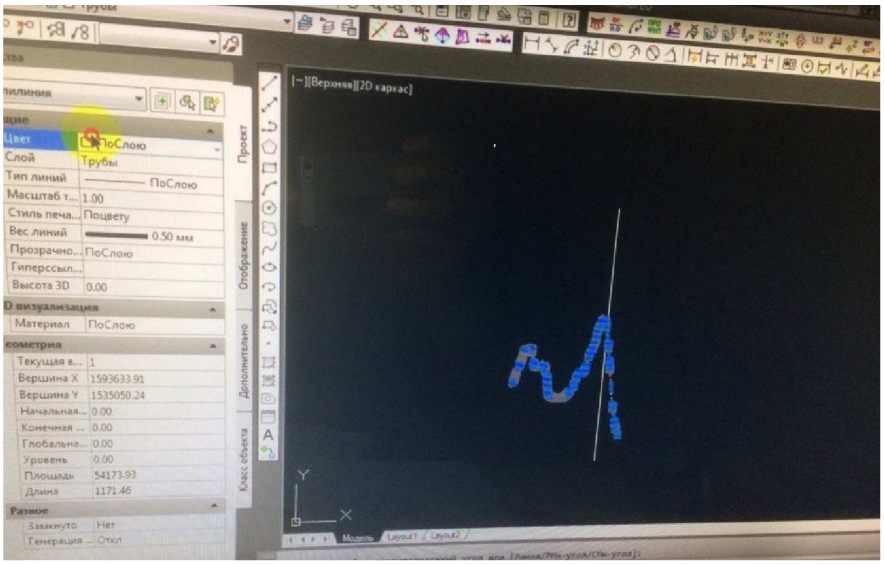


Рисунок 3

На отдельной шкале откладываем проектную отметку. Четный проектный пикет и проектная отметка должны совпасть. Можем сделать проверку наших построений с помощью вычисления отклонений. Проектную линию для удобности можем увеличить в несколько раз под размер профиля. Проектную линию нужно выделить и переместить на профиль таким образом, чтобы проектная отметка данной линии совпала с четным проектным пикетом и проектной отметкой профиля. Также измеряем отклонения, они должны быть незначительными (не более 7 сантиметров). Труба должна лежать на линии с небольшими погрешностями [10].

Таким образом мы сможем наложить фактическую съемку по оси трассы (газопровода) на проектный профиль.

Команды преобразования 3D-Полилинии в полилинию нет, само ее существование бессмысленно, поскольку при такой конвертации удалятся все данные о координате Z. Однако, при необходимости такое преобразование возможно несколькими способами. Первый – с помощью команды *FLATTEN* из состава пакета ExpressTools сделать трехмерную 3D-полилинию плоской, расчленить на отдельные отрезки командой *Расчленить (_EXPLODE)*, а затем преобразовать отрезки с помощью команды *ПОЛРЕД (_EDITPOLY)* в единую полилинию. Второй – разбить 3D-Полилинию на отдельные отрезки командой *Расчленить (_EXPLODE)*, с помощью окна Свойства задать координаты вершин по оси *Z* полученных отрезков равным 0, а затем преобразовать отрезки с помощью команды *ПОЛРЕД (_EDITPOLY)* в единую полилинию [11, 12].

Литература:

1. URL : http://studopedia.ru/2_112264_proektirovanie-na-profile.html
2. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хоздоговорных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
3. URL : http://dic.academic.ru/dic.nsf/es/85501/ПИКЕТ
4. URL : https://www.youtube.com/watch?v=b3i2gE7Nl8M (25.06.17).
5. Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Создание крупномасштабного топографического плана в AutoCAD и AutoCAD Civil 3D : в сборнике: Лучшая научная статья 2016 / сборник статей победителей V международного научно-практического конкурса. – 2017. – С. 43–50.
6. URL : https://mikhailov-andrey-s.blogspot.ru/2014/08/autocad-polyline-2D-3D-polyline.html
7. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : учебное пособие. – Краснодар, 2016.
8. Гура Д.А. Технология проектирования и постановки на ГКУ магистральных газопроводов : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 62–66.
9. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки : сборник трудов конференции: Актуальные вопросы науки / Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.
10. Абушенко С.С., Амиров Э.К., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 107–109.
11. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. О проведении геодезического мониторинга в сложных условиях для определения трехмерных координат точек сооружения // Науки о Земле. – 2016. – № 3. – С. 29–33.
12. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.

References:

1. URL : http://studopedia.ru/2_112264_proektirovanie-na-profile.html
2. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KubGTU. Performance hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

3. URL : http://dic.academic.ru/dic.nsf/es/85501/ПИКЕТ
4. URL : https://www.youtube.com/watch? v=b3i2gE7Nl8M (25.06.17).
5. Shevchenko G.G., Gura D.A. Creation of the large-scale topographical plan in AutoCAD and AutoCAD Civil 3D : in the collection: The best scientific article of 2016 / collection articles of winners of the V international scientific and practical competition. – 2017. – P. 43–50.
6. URL : https://mikhailov-andrey-s.blogspot.ru/2014/08/autocad-polyline-2D-3D-polyline.html
7. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikov L.A., Pastukhov M.A., Shevchenko G.G. Fotogrammetriya and remote sensing of territories : manual. – Krasnodar, 2016.
8. Gura D.A. Technology of design and statement on GKU of the main gas pipelines : collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 62–66.
9. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of performance of geodetic shooting : collection of works of a conference: Topical issues Sciences / Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.
10. Abushenko S.S., Amirov E.K., Gura D.A., Avetisyan G.G. The problems arising when performing control and executive shooting : collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 107–109.
11. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. About carrying out geodetic monitoring in difficult conditions for determination of three-dimensional coordinates of points of a construction // Sciences about Earth. – 2016. – No. 3. – P. 29–33.
12. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey with use of satellite systems and electronic tacheometers : collection of works of a conference: Sciences about the earth on present stages / materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.

УДК 528

КАК РАБОТАЮТ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ GPS И ГЛОНАСС

HOW GPS AND GLONASS NAVIGATION SYSTEMS WORK

Федотова Екатерина Андреевна
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Kati14fedotova@mail.ru

Аннотация. В данной статье будет рассказано о том, как спутниковые системы навигации могут определить ваше местоположение, а точнее, место положение вашего приемника. Всегда, все что относилось к высокоточным определениям местоположения передвижных предметов, оставалось уделом «привилегированных» систем; эти системы использовались только в мореплавании, воздушной авиации и при картографировании. Создание GPS и ГЛОНАСС главным образом поменяло ситуацию. На сегодняшний день системы GPS/ГЛОНАСС прочно закрепились в нашей жизни, а определение местоположения стало примитивной услугой мобильной связи.
С самого начала гарантируемая точность определения местоположения у данных систем была приблизительно 100 м. Но после того, как в 2000 г. главный провайдер услуг GPS (Министерство обороны США) отказался от режима избирательного доступа, точность определения координат увеличилась почти на порядок. Заметим, что применение режима дифференциальных поправок увеличивает точность еще в несколько десятков раз. Казалось бы, на сегодняшний день все категории потребителей навигационной информации довольны, но активно продолжаются работы по европейскому проекту глобальной навигационной спутниковой системы (Global Navigation Satellite System – GNSS), создаваемой по инициативе ЕС и Европейского космического агентства.

Ключевые слова: GPS, ГЛОНАСС, навигационные спутниковые системы, сигнал, спутники, местоположение, координаты.

Fedotova Ekaterina Andreevna
Student,
Kuban state technological university
Kati14fedotova@mail.ru

Annotation. This article will tell you how satellite navigation systems can determine your location, or rather, the location of your receiver's location. Always, all that pertained to high-precision definitions of the location of mobile objects remained the lot of "privileged" systems; these systems were used only for navigation, for air aviation and for mapping. The creation of GPS and GLONASS mainly changed the situation. To date, GPS / GLONASS systems are firmly entrenched in our lives, and location determination has become a primitive mobile communication service.
From the outset, the guaranteed positioning accuracy of these systems was approximately 100 m. However, after the main GPS service provider (US Department of Defense) abandoned the selective access mode in 2000, the accuracy of determining the coordinates increased by almost an order of magnitude. We note that the application of the differential correction regime increases the accuracy by a few tens of times. It would seem that to date all categories of consumers of navigation information are satisfied, but the work on the European project of the Global Navigation Satellite System (GNSS), initiated by the EC and the European Space Agency, and is actively continuing.

Keywords: GPS, GLONASS, navigation satellite systems, signal, satellites, location, coordinates.

Мы рассматриваем 2 системы спутниковой навигации, которые сейчас широко распространены и активно используются, а таких есть просто огромное количество устройство с чипами для приема и обработки сигналов – это **GPS** и **ГЛОНАСС**. Подобные системы разрабатываются сейчас в Китае, Европе, Индии, Юго-Западной Азии, хотя чисто технически достаточно одной такой системы для обслуживания всех абонентов в любой точке планеты. При этом может возникнуть вопрос: для чего все стремятся создать собственную навигационную систему, если можно обойтись одной?

Созданная Министерством Обороны США, GPS откажет или просто станет доступной для авторизированных пользователей путем кодирования радиосигнала, и тогда у других стран не останется альтернатив, равных по точности и скорости определения координат, но есть и положительная сторона – объединив системы разных стран, можно будет повысить точность определения координат до нескольких сантиметров, при учете, что на данный момент этот параметр для гражданских нужд колеблется в пределах нескольких метров [1].

А теперь о принципе работы **GPS** (**G**lobal **P**ositioning **S**ystems). При определении местоположения используется трехмерная система координат. WGS 84, которая охватывает всю планету и имеет погрешность менее 2 сантиметров, а также систему из 32

спутников. Они вращаются по орбите в шести плоскостях. В каждой плоскости по 4–6 спутников на высоте 20350 километров, передвигающихся со средней скоростью равной 14000 км/ч. При этом в любой точке планеты в зоне приема GPS навигатора будет как минимум 4 спутника. Спутники постоянно транслируют радиосигнал на разных частотах и в трех диапазонах $L1$ = 1,57542 ГГц, $L2$ = 1,22760 ГГц, $L5$ = 1,17645 ГГц. Эти сигналы могут быть приняты обычной антенной в зоне прямой видимости и использованы для вычисления местоположения. Каждый спутник имеет на борту очень точные атомные часы, которые синхронизируются с такими же на Земле. Синхронизация должна происходить потому, что в сутки из-за релятивистского и гравитационного времени часы на спутнике начинают отставать на 38 микросекунд и синхронизация решает эту проблему. Зачем нужна такая высокая точность на спутниках? Причина кроется в самом принципе определения местоположения приемника, он заключается в измерении разницы между временем передачи и временем приема, то есть вычисляется время за которое сигнал от спутника дойдет до абонента [2, 3, 4].

Расстояние равно произведению скорости света на разность моментов приема сигнала потребителя и момента его синхронного излучения от спутников (рис. 1) [5].

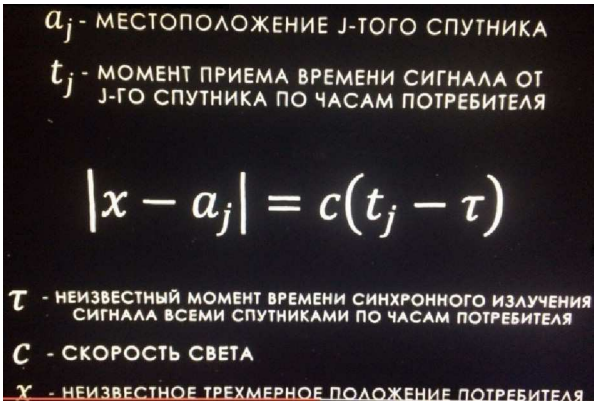


Рисунок 5 – Формула для вычисления расстояния

Для вычисления координат приемника на местности необходимо знать точные координаты спутников, от которых мы принимаем сигналы, а так как они постоянно перемещаются и их координаты меняются, это становится довольно сложной задачей. Поэтому для оперативного просчета и уменьшения вычислительной мощности, размеров и стоимости аппаратуры вычисление максимально возможного объема данных было возложено на наземный комплекс управления, в котором, по результатам наблюдения за спутниками, просчитывается прогноз параметров их орбиты в зафиксированные моменты времени. Эти спрогнозированные результаты орбиты называются **эфемеридами** [6, 7].

Набор сведений, применяемых для поиска видимых спутников, выбора оптимального созвездия и содержащих данные о текущем состоянии навигационной системы в целом, включая зарубленные эфемериды называются **альманахами.** Датчики, находящиеся на спутнике в беспрерывном режиме передают навигационные сообщения, содержащие эфемериды с метками времени и альманахом [8].

Пользовательская аппаратура принимает такое навигационное сообщение и, опираясь на заложенный в памяти, предыдущий альманах максимально быстро и точно определяет собственные координаты. Чем больше спутников будет в зоне потребителей, тем выше точность расчета. Существует влияние ионосферы и тропосферы, где скорость сигнала замедляется. Сигнал имеет свойство отражаться от поверхности, что приводит к увеличению расстояния, которое доходит до приемника. Это и вызывает погрешность в результатах, а также существуют помехи и наводки на сигнал. Поэтому приходится решать сразу несколько задач [9].

Данная информация актуальна и для ГЛОНАСС, за исключением некоторых отличий: наклонение орбиты спутников, количество орбитальных областей, частота радиосигнала и некоторые другие параметры [10].

Анализ функциональных характеристик ГЛОНАСС и GPS осуществляется в ИАЦ КВНО в режиме постоянной службы на принципе измерений полной сети станций путем собственных программных средств, подготовленных специалистами ИАЦ КВНО, что способствует систематически изменять программное обеспечение, создавая более новые модели и средства обработки [11, 12, 13].

Результаты оценок, которые обновляются от 5 минут до 1 суток показаны на технологическом сайте ИАЦ КВНО, нацеленном, в основном, на подготовленных потребителей в области анализа функциональных характеристик космических навигационных систем. Из-за большого объема сбор данных и вся переработка выполняются в автоматическом режиме с периодическим операторским контролем [14].

Литература:

1. URL : https://www.youtube.com/watch?v=o_udfcoflng
2. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.
3. Гура Д.А., Муриев Т.А. Google earth как эволюция картографии : в сборнике: Транспорт: наука, образование, производство / труды международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 33–37.
4. Гура Д.А., Верезубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы : сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе / VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
5. URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS
6. URL : http://www.13min.ru/it/kak-rabotaet-navigacionnaya-sistema-gps-i-glonass/
7. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : учебное пособие. – Краснодар, 2016.
8. URL : http://www.studfiles.ru/preview/2016078/
9. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С.Г., Нелюбов Ю.С. Геодезические работы при ведении кадастра : методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.
10. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография / ФГБОУ ВПО КубГТУ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – 66 с.
11. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Часть 3: Решение геодезических задач.
12. URL : https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/technical_characteristics.php
13. Грибкова И.С., Логинова П.А., Андриянова З.С., Чеботова А.А., Саид А.Н., Раздора Д.А. Геодезические приборы и технологии при строительстве автомобильных дорог // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 2. – С. 128–132.
14. Клюшин Е.Б., Гайрабеков И.Г., Ваганов И.А. Спутниковые методы измерений в геодезии : учебное пособие. – М., 2013. – Ч. 2.

References:

1. URL : https://www.youtube.com/watch? v=o_udfcoflng
2. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey using satellite systems and electronic tacheometers: collection of works of a conference: Sciences about the earth on Present stages / Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.
3. Gura D.A., Muriyev T.A. Google earth as evolution of cartography : in the collection: Transport: science, education, productions / works of the international scientific and practical conference. – 2016. – P. 33–37.
4. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems : collection of works of a conference: Sciences about the earth at the present stage / the VIII International nauchbut-practical conference. – 2013. – P. 56–58.
5. URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS

6. URL : http://www.13min.ru/it/kak-rabotaet-navigacionnaya-sistema-gps-i-glonass/
7. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikov L.A., Pastukhov M.A., Shevchenko G.G. Photogrammetry and remote sensing of the territories: manual. – Krasnodar, 2016.
8. URL : http://www.studfiles.ru/preview/2016078/
9. Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodesic operations when guiding the inventory : methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700.62 and inventories. – Krasnodar, 2011.
10. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko E.V. Kartografiya / FGBOU VPO KubGTU. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – 66 p.
11. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastukhov M.A. Educational geodesic practice : methodical instructions for the organization and monitoring of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Part 3: Decision of geodesic tasks.
12. URL : https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/technical_characteristics.php
13. Gribkova I.S., Loginova P.A., Andriyanova Z.S., Chebotova A.A., Said A.N., Razdora D.A. Geodesic instruments and technologies in case of construction of highways // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – No. 2. – P. 128–132.
14. Klyushin E.B., Gayrabekov I.G., Vaganov I.A. Satellite methods of measurements in geodesy : manual. – M, 2013. – P. 2.

УДК 528

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТАХЕОМЕТР И НАЗЕМНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ СКАНЕР В ИССЛЕДОВАНИИ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

–––––––

ELECTRONIC TACHEOMETER AND GROUND LASER SCANNER IN THE STUDY OF THE ACCURACY OF DEFORMATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Яшный Владислав Романович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
vlad.yashniy@gmail.com

Каплин Максим Андреевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
max270398@yandex.ru

Датхужев Махмуд Арамбиевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
datkhuzhev@mail.ru

Драников Илья Дмитриевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
e3717252ee@mail.ru

Луков Дмитрий Андреевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
dimka.luckov@gmail.com

Аннотация. В данной статье дано понятие деформации. Также в ней описаны достоинства наземных лазерных сканеров и электронных тахеометров, которые становятся видны в процессе исследования деформации зданий и сооружений. В статье приведены некоторые расчётные формулы.

Ключевые слова: исследование, наземный лазерный сканер, электронный тахеометр.

Yashny Vladislav Romanovich
Assistant to department of the inventory and geoengineering,
Kuban state technological university
vlad.yashniy@gmail.com

Kaplin Maxim Andreyevich
Student,
Kuban state technological university
max270398@yandex.ru

Datkhuzhev Makhmud Arambievich
Student,
Kuban state technological university
datkhuzhev@mail.ru

Dranikov Ilya Dmitrievich
Student,
Kuban state technological university
e3717252ee@mail.ru

Lukov Dmitry Andreevich
Student,
Kuban state technological university
dimka.luckov@gmail.com

Annotation. In this article we give the notion of deformation. Also, it describes the advantages of ground laser scanners and electronic tacheometers, which become visible in the process of studying the deformation of buildings and structures. Some calculation formulas are given in the article.

Keywords: research, ground laser scanner, electronic tacheometer.

Безопасность использования инженерных строений такого типа, как туннели, дамбы и мосты, необходимо постоянно поддерживать [1]. Деформация – это особо значимый параметр, который подлежит тщательной и постоянной проверке. Именно поэтому проверка динамичных реакций и структурных искажений на все возможные внешние нагрузки имеет огромную значимость для сохранения работоспособности инженерных сооружений [2]. Измерительные инструменты являются общепринятыми методами и средствами установления структурных деформаций, вращений с учётом скорости, температуры и направления ветра, которые делают осуществимым многогранное изучение динамики операции [3]. Эти ресурсы обязаны устанавливаться в нужном пространстве, содержаться в исправности и время от времени контролироваться для сбора высокоточных данных. Осуществленные при помощи этих инструментов изме-

рения после всех работ обрабатываются для получения геометрических характеристик состояния строения. К данным инструментам можно отнести наземные лазерные сканеры и электронные тахеометры [4].

Достоинством наземных лазерных сканеров в сравнении с традиционными способами, особенно при ведении наблюдения состояния строения, является возможность быстрого сбора данных с большим количеством измерений о предмете съемки [5]. Данные сканеры состоят из оптико-механического блока развертки и лазерного источника. Дистанция до предмета устанавливается посредством измерения времени прохождения или нахождения фазового сдвига сигнала, который прошёл от сканера до предмета и обратно [6]. Координаты точек находятся по измеренным дистанциям до предмета и углов направления лазерного излучения (вертикального и горизонтального).

Остается актуальной проблема изучения точности получаемых результатов, несмотря на все упомянутые преимущества [7]. Технические характеристики приборов, которые дают производители, даются в основном для лабораторных условий, и поэтому разумнее установить фактическую точность в реальных условиях [8].

Координаты точек предмета электронными тахеометрами и наземными лазерными сканерами вычисляются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} X_B &= X_A + S\cos\alpha\cdot\cos\gamma \\ Y_B &= Y_A + S\sin\alpha\cdot\cos\gamma \\ Z_B &= Z_A + S\sin\gamma \end{aligned}\right\}$$

где X_B, Y_B, Z_B и X_A, Y_A, Z_A – координаты определяемой точки и центра прибора; S – наклонная дистанция между прибором и наблюдаемой точкой; α и γ – горизонтальный и вертикальный углы направления наблюдения определяемой точки.

Точность определения координат наблюдаемых точек можно найти, продифференцировав формулу данную формулу [9].

Апостериорную оценку точности измерений, полученных при помощи наземных лазерных сканеров, можно делать на основе длин отрезков, найденных лазерным сканером и более точным геодезическим прибором, к примеру, электронным тахеометром [10]. Расстояние между двумя точками по известным координатам вычисляется по формуле:

$$D = \sqrt{(X_j + X_i)^2 + (Y_j + Y_i)^2 + (Z_j + Z_i)^2}\ .$$

Таким образом, использование наземных лазерных сканеров и электронных тахеометров не только ускоряет процесс исследования деформации зданий и сооружений, но и обеспечивает высокую точность всех измерений [11]. Это даёт возможность отслеживать состояние строений, благодаря чему можно предвидеть все аварийные ситуации [12].

Литература:

1. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. об исследованиях погрешностей измерения электронных тахеометров : в сборнике: Современные исследования основных направлений технических и общественных наук / материалы международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 304.

2. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н. Определение координат точек электронным тахеометром для мониторинга сооружения // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – 2017. – Т. 17. – № 1. – С. 174–176.

3. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Муранов И.Д., Бахтарова Е.Н. Обеспечение высокоточных измерений электронными тахеометрами // Theoretical & Applied Science. – 2017. – № 4 (48). – С. 64–69.

4. Шевченко Г.Г., Чернова Н.В., Гура Д.А., Шишкина В.А. Сравнение результатов обмерных работ при фасадной съемке, выполненной с помощью наземного лазерного сканера и электронного тахеометра : в сборнике: Лучшая студенческая статья 2017 / сборник статей VII Международного научно-практического конкурса. – 2017. – С. 27–34.

5. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е., Пилюшенко А.В. Технологическая схема проведения фасадной съёмки методами наземного лазерного сканирования : сборник трудов конференции: World science: problems and innovations / сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 107–112.

6. Гарнаго Е.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Анализ причин возникновения деформаций зданий и сооружений : сборник трудов конференции: World science: problems and innovations / сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2016. – С. 65–69.

7. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений : сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе / VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120–123.

8. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Решение нестандартных инженерно-геодезических задач с использованием электронных тахеометров : сборник трудов конференции: Строительство – 2010 / материалы Международной научно-практической конференции. – Дорожно-транспортный институт, 2010. – С. 161–162.

9. Гура Д.А., Слюсаренко Р.А. Особенности развития электронных тахеометров : сборник трудов конференции: Сборник студенческих научных работ, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2009. – С. 59–60.

10.Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.

11.Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

12.Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. – No 1S. – P. 732–741. – URL : http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i1s.727

References:

1. Gura D.A., Shevchenko G.G. about researches of errors of measurement of electronic tacheometers : in the collection: Modern researches of the main directions technical and social sciences / materials of the international scientific and practical conference. – 2017. – P. 304.

2. Shevchenko G.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N. Determination of coordinates of points the electronic tacheometer for monitoring of a construction // the Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic university. – 2017. – T. 17. – No. 1. – P. 174–176.

3. Shevchenko G.G., Gura D.A., Muranov I.D., Bakhtarova E.N. Ensuring high-precision measurements with electronic tacheometers // Theoretical & Applied Science. – 2017. – No. 4 (48). – P. 64–69.

4. Shevchenko G.G., Chernova N.V., Gura D.A., Shishkina V.A. Comparison of results of measurement works at the front shooting executed by means of the land laser scanner and the electronic tacheometer : in the collection: The best student's article 2017 / collection of articles VII of the International scientific and practical competition. – 2017. – P. 27–34.

5. Shevchenko G.G., Gura D.A., Glazkov R.E., Pilyushenko A.V. Technological scheme of carrying out front shooting by methods of land laser scanning : collection of works of a conference: World science: problems and innovations/collection of articles III of the International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 107–112.

6. Garnago E.N., Gura D.A., Shevchenko G.G. Analysis of the causes of deformations of buildings and constructions : collection of works of a conference: World science: problems and innovations / collection of articles III of the International scientific and practical conference. – Penza, 2016. – P. 65–69.

7. Khortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko, Gura D.A. Observations of horizontal and vertical shifts of constructions : collection of works of a conference: Sciences about Earth at the present stage / the VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 120–123.

8. Gura D.A., Shevchenko G.G. The solution of non-standard engineering and geodetic tasks with use of electronic tacheometers : collection of works of a conference: Construction – 2010 / materials International scientific and practical conferences. – Road and transport institute, 2010. – P. 161–162.

9. Gura D.A., Slyusarenko R.A. Features of development of electronic tacheometers : collection of works of a conference: The collection of the student's scientific works noted by awards at competitions. – Krasnodar, 2009. – P. 59–60.

10.Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measuring technologies at department of the inventory and geoengineering in KubGTU // the Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.

11.Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura A.Y. Development research methodology elastic deformation total station // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11. – Issue 13. – P. 2885–2888.

12.Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for als and dap // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. – No 1S. – P. 732–741. – URL : http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i1s.727

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

_____

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

УДК 628.54

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ КОММУНАЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

–––––––

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF CLEANING OF COMMUNAL AND INDUSTRIAL WASTEWATER WATERS

Касьянов Геннадий Иванович
доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
технологии продуктов питания
животного происхождения,
Кубанский государственный
технологический университет

Шубина Лариса Николаевна
кандидат технических наук,
доцент, заведующий кафедрой техники
и технологии общественного питания,
Российский университет кооперации
Краснодарский филиал

Косенко Ольга Викторовна
кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры техники
и технологии общественного питания,
Российский университет кооперации
Краснодарский филиал

Марченко Людмила Анатольевна
кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры химии,
метрологии и стандартизации,
Кубанский государственный
технологический университет

Назарько Марина Дмитриевна
доктор биологических наук,
профессор, профессор кафедры
биоорганической химии
и технической микробиологии,
Кубанский государственный
технологический университет

Гурин Виктор Петрович
директор,
Группа компаний «Акварос»
www.garantakva.ru

Kasyanov Gennady Ivanovich
Doctor of technical sciences,
Professor, Professor food technology
animal origin,
Kuban state university technology

Shubina Larisa Nikolaevna
Candidate of technical sciences,
Associate professor, Head department
of technology and technologies
of public catering,
Russian university cooperation
Krasnodar branch

Kosenko Olga Viktorovna
Candidate of technical sciences,
Associate professor, Associate professor
department of engineering
and technologies of public catering,
Russian university cooperation
Krasnodar branch

Marchenko Lyudmila Anatolievna
Candidate of technical sciences,
Associate professor, Associate professor
of the department of chemistry,
metrology and standardization,
Kuban state university technology

Nazarenko Marina Dmitrievna
Doctor of biological sciences,
Professor, Professor bioorganic chemistry
and technical microbiology,
Kuban state university technology

Gurin Viktor Petrovich
Director,
Group of companies «Akvaros»
www.garantakva.ru

Аннотация. В промышленно развитых странах непрерывно растет потребление питьевой и технической воды. Население крупных городов потребляет в 10 раз больше воды на одного жителя, по сравнению с сельскими районами, а загрязнение водоемов приобрело катастрофические масштабы. Подземные воды даже на большой глубине имеют значительную загрязненность. В последние годы экологически чистая и ледниковая вода стала предметом экспорта в африканские и арабские страны с рентабельностью до 200 %. Повышение процента водоиспользования на бытовые, промышленные и сельскохозяйственные нужды привело к появлению громадного количества сточных

Annotation. In the industrialized countries, the consumption of drinking and technical water is continuously increasing. The population of large cities consumes 10 times more water per inhabitant than in rural areas, and the pollution of water bodies has become catastrophic. Underground waters, even at great depths, have considerable contamination. In recent years, clean and glacial water has been exported to African and Arab countries with a profitability of up to 200%. The increase in the percentage of water use for domestic, industrial and agricultural needs led to the emergence of a huge amount of

вод, загрязненных нефтепродуктами, солями тяжелых металлов, биогенным азотом, фосфором, остатками гербицидов и пестицидов. Перед научным сообществом, экологами и технологами поставлены задачи по решению проблемы очистки сточных вод коммунальных и промышленных предприятий и доведение содержания нежелательных компонентов в воде до приемлемых масштабов. Ученые и специалисты Кубанского государственного технологического университета и Краснодарского кооперативного института (филиала РУК) определили экспериментальный подход к решению нейтрализации вредных компонентов сточных вод электромагнитным полем низкой частоты, очистки природными и синтетическими сорбентами, биотехнологическими методами и газожидкостной обработкой. Выполненные авторами поисковые и экспериментальные исследования позволили сделать вывод о возможности эффективной очистки воды механическими, физическими и электрохимическими способами. Апробация использованных технологических приемов проведена в натурных условиях на предприятии «Группа компаний «Акварос» (г. Краснодар).

Ключевые слова: сточные воды, экология, биотехнология, охрана окружающей среды, сорбенты, микробиология.

sewage polluted with oil products, heavy metal salts, nutrient nitrogen, phosphorus, herbicide residues and pesticides. The scientific community, ecologists and technologists are tasked to solve the problem of sewage treatment of communal and industrial enterprises and bring the content of undesirable components in water to an acceptable scale. Scientists and specialists of the Kuban State Technological University and the Krasnodar Cooperative Institute (the branch of the Russian Chemical Industry Association) have determined the experimental approach to neutralizing harmful components of sewage with a low-frequency electromagnetic field, purification by natural and synthetic sorbents, biotechnological methods and gas-liquid treatment. The search and experimental studies performed by the authors made it possible to draw a conclusion about the possibility of effective water purification by mechanical, physical and electrochemical methods. Approbation of the used technological methods was carried out in full-scale conditions at the enterprise «Group of companies «Akvaros» (Krasnodar).

Keywords: sewage, ecology, biotechnology, environmental protection, sorbents, microbiology

Введение

За счет стремительного роста потребления воды в промышленно-развитых районах индустриальных стран мировой рынок водоснабжения приблизился к отметке в 200 млрд евро. В настоящее время Российская Федерация обладает одним из самых высоких уровней запасов пресной воды. Доступные для использования водные ресурсы России составляют около 200 тыс. км^3. При этом на промышленные нужды тратится около 60 % пресной воды, на питьевые и коммунальные потребности расходуется 21 % воды и на сельскохозяйственные нужды до 13 % пресной воды. Однако количество чистой пресной воды ежегодно сокращается из-за сбросов в нее загрязняющих веществ. На рисунке 1 приводятся сведения о потенциальных запасах водных ресурсов России.

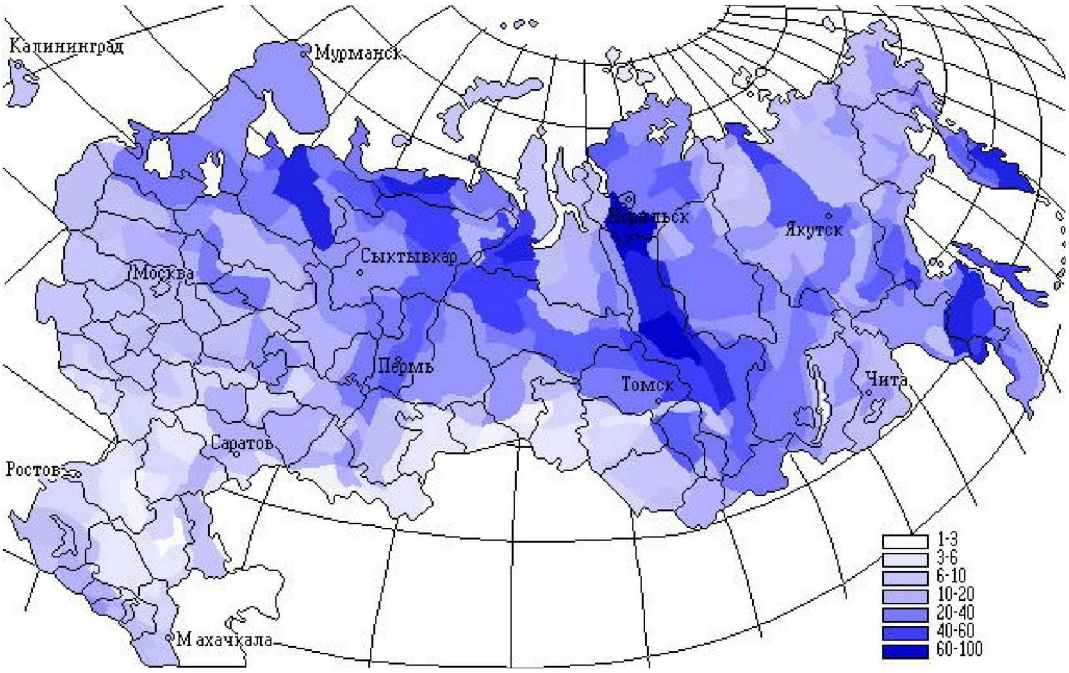


Рисунок 1 – Потенциальные запасы водных ресурсов России

В настоящее время общее количество сточной, непригодной для питья воды, составляет более 55 км^3, из которых очистке подвергается только 10 %. Состав сточных вод зависит от содержания минеральных загрязнений – песка, глины, частичек руд, кислотных и щелочных растворов; органических загрязнений частиц дерева, бумаги, нефтяных продуктов; продукты жизнедеятельности человека и животных.

В России, загрязнение водоемов остается недопустимо высоким, даже с учетом значительного спада производства после дефолта. При этом объемы поступающих в окружающую среду сточных вод практически не уменьшается. Как следствие, происходит безвозвратная потеря ценных компонентов (солей, кислот, металлов, в первую очередь) и нерациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов. Сильное загрязнение поверхностных и подземных вод требует их серьезной дополнительной очистке для последующего использования в технических целях в быту и в сельском хозяйстве, а также создания экологически целесообразных, ресурсосберегающих технологий.

Для очистки сточных вод обычно используют механические, химические и биологические методы. Представляет интерес разделение многокомпонентных сред многостадийным флотационным способом, с разделением комплекса пузырек-частица [1, 3, 7]. Наиболее полно разработаны и внедрены технологические процессы по физико-химической очистке сточных вод [2, 8, 14].

Вопросы нормирования содержания вредных компонентов в очищенных сточных водах и стандартизации видов загрязнений описаны в ряде публикаций [4, 15, 16]. Большое внимание исследователи уделяли выбору адсорбентов для очистки сточных вод [5, 6, 9, 10, 12]. Большую проблему представляет удаление из сточных вод нефтесодержащих веществ и продуктов их переработки и деструкции, а также солей тяжелых металлов [10–12, 14]. С целью оптимизации процесса очистки сточных вод мембранным и другими способами, использовали методы математического планирования эксперимента [13]. Таким образом, даже краткий обзор патентно-информационной литературы показал пути решения задач очистки сточных вод от вредных компонентов и реализации доступных способов охраны окружающей среды.

Цель работы заключалась в разработке биотехнологических и физических приемов очистки и нейтрализации сточных вод. К задачам исследования относилась:

- Оценка влияния электромагнитного поля низкой частоты на степень очистки сточных вод.
- Разработка способа газожидкостной флотации с использованием кислорода и диоксида углерода.
- Разработка конструкции флотационно-сорбционной установки, обеспечивающей эффективную очистку воды от загрязнений.
- Проведение скрининга промышленных микробных препаратов, деструкторов нефти, нефтепродуктов и других токсичных соединений, обладающих способностью к синтезу биосурфактантов (биоПАВ).
- Подбор природных сорбентов из числа вторичных ресурсов АПК.
- Проведение исследований по подбору искусственных сорбентов.
- Исследование сорбционной емкости шунгитового сорбента, доломитовой муки и торфяных гранул.
- Разработка математической модели системы промышленных стоков с последующим прогнозированием их функционального состояния на основе комплекса химических, биохимических и микробиологических показателей.
- Оценка эффективности внедрения комплексной технологии в условиях очистных сооружений ООО «Акварос».

Материалы и методы исследования

Материалами исследований служили образцы проб сточных вод, отобранных на различных стадиях поступления и очистки сточных вод в пруды компании «Акварос». Для решения поставленных задач использовали методы атомно – абсорбционной спектрофотометрии, потенциометрии, ИК – спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии и масс – спектрометрии. Для проведения анализов осуществляли подготовку проб с выделением взвешенных частиц, химических веществ и нефтепродуктов.

Результаты исследования

Несмотря на снижение общего количества поступающих на очистку сточных вод, наблюдаются частые залповые сбросы высокотоксичных веществ, приводящие к снижению эффективности системы восстановления окислительной функции микробоценозов активного ила.

При разработке систем оценок состояния экосистем окружающей среды необходимым является акцент на область нормирования антропогенных нагрузок из-за отсутствия звена «управление» в современном мониторинге, в особенности после того, как стала очевидной несостоятельность предельно допустимых концентраций и способов воздействия для целей комплексного экологического прогнозирования. Несмотря на острую потребность экологических норм антропогенных нагрузок в сфере управления, современная нормативная база и разработка экологически обоснованных норм не представляет единой системы, сильно разобщены и противоречивы. Одним из распространенных критериев, используемых в теории и практике экологического прогнозирования является биоиндикация. Однако известные биоиндикаторы слишком по-разному реагируют биологические объекты на действие загрязнителей. Возможно, лишь создать удобную в практической работе систему индикаторов на действие конкретных загрязнителей.

Только химические показатели не всегда могут дать полное представление о токсичности воды, без учета синергетических, кумулятивных и антагонистических эффектов многих загрязнителей.

Измерения концентрации веществ производятся только для определенного списка веществ, тогда как в сточных водах их содержание значительно больше. Поэтому необходимо комплексное применение биологических и химических методов для оценки качества воды.

Надо отметить, что совершенного метода анализа биоиндикации до сих пор не существует, так как необходим анализ состояния активного ила с учетом экологических условий реальных очистных сооружений, физико-химического состава и токсичности сточных вод. Известно, что использование аэротенков для биологической очистки промышленных сточных вод считается наиболее распространенным методом. Однако этот процесс позволяет разрушать только относительно простые органические соединения. К одному из главных недостатков процесса биологической очистки относится невысокая степень очистки биорезонансных соединений – токсичных веществ. Поэтому необходима интенсификация биологических процессов очистных сооружений.

Считаем, что иммобилизация микроорганизмов, обладающих особыми свойствами, на носителях является ценным технологическим приемом, позволяющим интенсифицировать процесс биологической очистки.

Недостаточная проработанность технологических режимов приводит к сбоям системы, часто приводящим к аварийным ситуациям, сопровождаемым залповыми сбросами производственных стоков, содержащих токсические компоненты. Следует усовершенствовать технологические процессы, позволяющие снижать степень влияния аварийных ситуаций и сокращать продолжительность периода стабилизации.

Необходимо разрабатывать новые или модернизировать существующие технологии очистки стоков. Одним из современных методов является создание и использование биосорбентов и биофлокулянтов.

Участниками проекта в течение многих лет проводятся исследования по изучению количественного и качественного составов микрофлоры водоемов и почвенных экосистем Краснодарского края, подвергшихся разным видам антропогенного воздействия.

Авторами также проведен ряд успешных работ в области биологической защиты экосистем с использованием микроорганизмов, способных деградировать различные загрязнители, включая и углеводороды. Были применены основные методы биоремедиации *in situ*, заключающиеся во внесении биопрепарата с определенным количеством биомассы жизнеспособных клеток; биостимуляция *in vitro*; биоаугментация (внесение микроорганизмов – деструкторов, выделенных из природных источников).

Определено и идентифицировано многообразие штаммов, участвующих в процессах биодеструкции углеводородов различной цепи. Основными исполнителями данного проекта выполняются работы, направленные на обоснование научных, сырье-

вых, экономических и экологических предпосылок для создания сорбентов с использованием вторичного сырья агропромышленного комплекса (АПК) Краснодарского края, в частности, лузги семян подсолнечника, шрота виноградной косточки – путем химической модификации их реологических свойств. Накопленный научно-технический потенциал способствует формированию модели эффективного хозяйственного оборота вторичных ресурсов АПК и топливно-энергетического комплекса. Получены Патенты РФ на изобретения по способу получения сорбента № 2319541, и способу восстановления загрязненных почв и грунтов № 2322312.

Участниками проекта также успешно проведены мониторинговые исследования состояния водных экосистем Краснодарского края, в том числе реки Кубань в пределах города Краснодара, водных экосистем Анапского района, прибрежных систем Черного моря. В результате микробиологических исследований определен обобщенный состав микрофлоры водных экосистем, выявлены индикаторные микроорганизмы, свидетельствующие о наличии загрязнителей, разработаны адсорбенты для удаления опасных компонентов из сточных вод. Характеристика сточных вод приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика сточных вод

Наименование среды	Исходная		После очистки		Температура	
	концентрация нефтепродуктов	концентрация взвешенных веществ	нефтепродукты	взвешенные вещества	мин	мах
Загрязненная вода	мг/л	мг/л			С	С
	100	2000	5	25	+1,0	

На рисунке 2 приведена установка для газожидкостной флотации сточных вод.

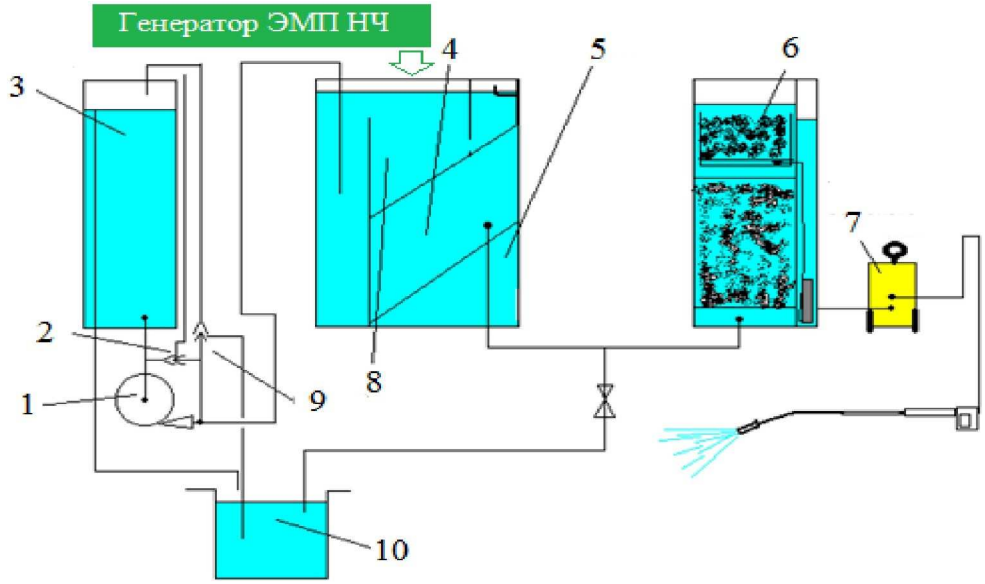


Рисунок 2 – Установка для флотационно-сорбционной очистки сточных вод:
1 – насос, 2 – подача газового реагента, 3 – флотационная емкость, 4 – отстойник, 5 – сборник шлама, 6 – сорбент, 7 – машина для мойки под давлением, 8 – газожидкостный флотатор, 9 – эжектор, 10 – приямок

На первой стадии очистки сточных вод проводится процесс флотации путем подачи кислорода или диоксида углерода (в зависимости от состава сточных вод), после чего вода поступает в тонкослойный отстойник 4 для облучения ЭМП НЧ, затем в сорбционный фильтр для механической очистки 6. Нефтешлам собирается в емкости 5, откуда направляется на утилизацию. На рисунке 3 приведена зависимость сорбционной емкости от продолжительности процесса сорбции.

Рисунок 3 – Зависимость сорбционной емкости от продолжительности процесса сорбции:
I – шунгитовый сорбент, II – доломитовая мука, III – торф в гранулах

Как видно из данных рисунка 3, более высокой сорбционной емкостью обладает шунгитовый сорбент.

Обсуждение результатов исследования

В результате выполненных исследований разработана установка для флотационно-сорбционной очистки сточных вод, использующая принципы газовой флотации, удалении из раствора нежелательных компонентов природными сорбентами и электромагнитной обработки.

Впервые в технологической практике предложен способ обработки коммунальных и промышленных сточных вод электромагнитным полем низкой частоты. На основе использования активированного шунгитового сорбента, предложен и обоснован метод сорбционного фильтрования для очистки сточных вод коммунальных предприятий от загрязнений, содержащихся в стоках.

Выводы

Разработан способ очистки сточных вод с помощью обработки ЭМП НЧ, газожидкостной флотации и сорбционной очистки. Эти способы обработки были реализованы в конструкции флотационно-сорбционной установки, обеспечивающей эффективную очистку воды от загрязнений. Исследования показали, что наибольшей сорбционной емкостью обладает шунгитовый сорбент, в сравнении с доломитовой мукой и торфяными гранулами.

Разработанная технология рекомендуется для внедрения на предприятиях группы компаний «Акварос».

Литература:

1. Алексеев Е.Р. Очистка сточных вод флотацией. – Изд-во АСВ, 2015. – 160 с.
2. Алексеев Е.Р. Физико-химическая очистка сточных вод. – Изд-во АСВ, 2007. – 248 с.
3. Гетманцев С.В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. – Изд-во АСВ, 2008. – 272 с.
4. Руководящие указания для менеджмента коммунальных предприятий и оценке услуг удаления сточных вод : ГОСТ Р ИСО 24511-2009. – М. : Стандартинформ, 2009. – 50 с.
5. Двадненко М.В. Выбор адсорбента для очистки сточных вод / М.В. Двадненко, Н.М. Привалова, И.Ю. Кудаева, А.Г. Степура // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 10. – С. 213–214.
6. Климов Е.С., Бузаева М.В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.
7. Ксенофонтов Б.С. Очистка сточных вод: кинетика флотации и флотокомбайны. – Изд-ва Инфра-М Форум, 2015. – 256 с.
8. Лепеш Г.В., Панасюк А.С., Чурилин А.С. Современные методы очистки сточных вод промышленных предприятий // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2016. – Выпуск № 3.

9. Машкова С.А. Очистка сточных вод с помощью природных сорбентов и их химически модифицированных аналогов : дис. ... канд. хим. наук : 03.00.16. – Владивосток, 2007. – 118 с.

10.Пат. РФ 2447935 Способ получения гидрофобного адсорбента для очистки природных и сточных вод от нефтепродуктов МПК C 02 F 1/28; B 01 J 20/30 / Л.А. Николаева, М.А. Голубчиков. Заявка № 2010144232/05, заявлено 28.10.2010. – Опубл. 20.04.2012.

11.Привалова Н.М. Биологическая очистка промышленных нефтезагрязненных сточных вод / Н.М. Привалова, М.В. Двадненко, К.Ю. Хруцкий, Е.В. Лявина // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 5. – С 81–82.

12.Привалова Н.М. Очистка нефтесодержащих сточных вод с помощью природных и искусственных сорбентов / Н.М. Привалова, М.В. Двадненко, А.А. Некрасова, О.С. Попова, Д.М. Привалов // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2015. – Выпуск № 113. – 10 с.

13.Сеидова Н.М. Математические модели электромембранных процессов очистки воды с учетом реакции диссоциации-рекомбинации воды и пространственного заряда : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 03.00.16. – Краснодар, 2004. – 165 с.

14.Хамитова К.К. Разработка сорбционной технологии очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых и цветных металлов : автореф. дис. канд. техн. наук спец. 05.17.01 – Технология неорганических веществ. – Казахстан, г. Шымкент, 2010. – 20 с.

15.Хенце М. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы. – М. : Мир, 2006. – 480 с.

16.Яковлев С.А., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов. – 2004. – Изд. 3-е, доп., перераб., – 704 с.

References:

1. Alekseev E.R. Sewage treatment by flotation. – DIA publishing house, 2015. – 160 p.

2. Alekseev E.R. Physical and chemical sewage treatment. – DIA publishing house, 2007. – 248 p.

3. Getmantsev S.V. Purification of production sewage with coagulants and flokulyantam. – DIA publishing house, 2008. – 272 p.

4. Guidelines for management of utility companies and an assessment of services of removal of sewage : GOST P ISO 24511-2009. – M. : Standartinform, 2009. – 50 p.

5. Dvadnenko M.V. The choice of adsorbent for sewage treatment / M.V. Dvadnenko, N.M. Privalova, I.Yu. Kudayeva, A.G. Stepura // Modern high technologies. – 2010. – No. 10. – P. 213–214.

6. Klimov E.S., Buzayeva M.V. Natural sorbents and complexons in sewage treatment. – Ulyanovsk : UlSTU, 2011. – 201 p.

7. Ksenofontov B.S. Sewage treatment: kinetics of flotation and flotokombayna. – Infra-M Forum publishing houses, 2015. – 256 p.

8. Lepesh G.V., Panasyuk Ampere-second., Churilin A.S. Modern methods of sewage treatment of the industrial enterprises // Technical and technological problems of service. – 2016. – Release No. 3.

9. Mashkov S.A. Sewage treatment by means of natural sorbents and their chemically modified analogs : yew.... Cand. Chem. Sci.: 03.00.16. – Vladivostok, 2007. – 118 p.

10.Pat. the Russian Federation 2447935 Way of receiving hydrophobic adsorbent for cleaning natural and sewage from MPK C oil products 02 F 1/28; B 01 J 20/30 L.A. Nikolaeva, M.A. Golubchikov. The application No. 2010144232/05, it is stated 28.10.2010. – Opubl. 20.04.2012.

11.Privalova N.M. Biological purification of the industrial petropolluted sewage / N.M. Privalova, M.V. Dvadnenko, K.Yu. Hrutsky, E.V. Lyavina // Achievements of modern natural sciences. – 2009. – No. 5. – P. 81–82.

12.Privalova N.M. Purification of oil-containing sewage by means of natural and artificial sorbents / N.M. Privalova, M.V. Dvadnenko, A.A. Nekrasova, O.S. Popova, D.M. Privalov // the Polythematic network online scientific magazine of KubGAU. – 2015. – Release No. 113. – 10 p.

13.Seidova N.M. Mathematical models of electromembrane processes of water purification taking into account reaction of dissociation recombination of water and a spatial charge : yew.... edging. physical- a mat. sciences: 03.00.16. – Krasnodar, 2004. – 165 p.

14.Hamitova K.K. Development of sorption technology of purification of industrial sewage of ions of heavy and non-ferrous metals : author's abstract Cand. Tech. Sci. special 05.17.01 – Technology of inorganic substances. – Kazakhstan, Shymkent, 2010. – 20 p.

15.Henze M. Sewage treatment. Biological and chemical processes. – M. : World, 2006. – 480 p.

16.Yakovlev S.A., Yu.V. Ravens. Water disposal and sewage treatment : the textbook for higher education institutions. – 2004. – Prod. the 3rd, additional, reslave., – 704 p.

Порядок публикации статьи

- Статья, предоставляемая для публикации в журнале, должна быть ранее неопубликованной, актуальной, обладать новизной, **тщательно вычитана**.
- Статья должна соответствовать **Правилам оформления**.
- Содержание статьи должно соответствовать тематикам рубрик журнала.
- В стоимость публикации входит один печатный экземпляр журнала, публикация в сетевой версии журнала (на сайте http://id-yug.com), почтовая доставка, сопровождение в системе РИНЦ.

Редакционный совет в течение 3–5 дней рассматривает предоставленную статью. В случае положительного решения о публикации редакция направляет Вам договор (оферта), счет (квитанцию) на оплату.

В случае необходимости редакция может затребовать предоставление заключения внутрифирменных служб экспортного контроля по материалам статьи.

Предоставляемая статья должна содержать следующие компоненты:

- Код УДК;
- Сведения об авторах (*рус./англ.*):
  - *а) фамилия, имя, отчество (полностью);*
  - *б) ученая степень;*
  - *в) ученое звание;*
  - *г) должность, место работы (без сокращений);*
  - *д) контактный телефон;*
  - *е) контактный E-mail автора.*
- Название статьи (*рус./англ.*);
- Аннотация (*рус./англ.*);
- Ключевые слова (*рус./англ.*);
- Основной текст статьи на русском языке (*рекомендуется не менее 3-х страниц*);
- Список литературы (*рус./англ.*).

Текст статьи должен быть набран в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль — 14, межстрочный интервал — 1, абзацный отступ 1,25 см., все поля — 2,5 см, страницы не нумеровать, для выделений использовать *курсив*, **жирный шрифт, *а также их сочетание*.**

Таблицы набираются в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль — 12. Таблицы нумеруются и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на таблицы.

Иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, фотографии) должны быть встроены в текст в виде картинок, в оттенках серого, разрешением 300 dpi. Иллюстрации нумеруются (нумерация сквозная арабскими цифрами) и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на иллюстрации.

Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Все формулы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номера формул оформляются в круглых скобках.

Сноски оформляются постранично.

Ссылки на литературу оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 и ГОСТ 7.82-2001. Ссылки оформляются в порядке упоминания или цитирования в тексте в квадратных скобках арабскими цифрами.

Более подробную информацию можно получить на сайте www.id-yug.com

График выхода журнала и приема статей на 2017 г.

№ журнала	Прием статей до:	Выход журнала:
1	31 марта	14 апреля
2	30 июня	14 июля
3	29 сентября	13 октября
4	22 декабря	29 декабря

НАУЧНЫЙ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЖУРНАЛ

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ
(политехнический вестник)

2017, № 2

SCIENTIFIC MULTIDISCIPLINARY MAGAZINE

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY
(polytechnical bulletin)

2017, № 2

www.id-yug.com

Редактор — А.С. Семенов

Оригинал-макет — Н.Р. Исаян

Дизайн обложки — Н.Р. Исаян

Сдано в набор 13.07.2017.
Подписано в печать 12.07.2017.
Формат 60 x $84^1/_8$.
Бумага офсетная.
Печать riso.
Уч.-изд. л. 15,2.
Тираж 500 экз.

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»
Россия, 350072, г. Краснодар,
ул. Московская, 2

Заказ № 1748

Тел.: +7(918) 41-50-571
e-mail: id.yug2016@gmail.com
Сайт: www.id-yug.com

Editor — A.S. Semenov

Dummy — N.R. Isayan

Design of a cover — N.R. Isayan

It is handed over in a set 13.07.2017.
It is sent for the press 12.07.2017.
Format 60 x $84^1/_8$.
Offset paper.
Riso press.
Ed.-prod. l. 15,2.
Circulation is 500 pieces.

It is printed in JSC «Izdatelsky Dom – Yug»
Russia, 350072, Krasnodar,
Moskovskaya St., 2

Order No. 1748

Ph.: +7(918) 41-50-571
e-mail: id.yug2016@gmail.com
Site: www.id-yug.com