УДК 621.313.33

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВЕРХНЕГО ПРИВОДА БУРЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАСКАДНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ

–––––––

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF UPPER DRIVE DRIVE SYSTEMS WITH APPLICATION OF CASCADE CONTROLLED ELECTRIC DRIVES

Карандей Владимир Юрьевич
кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет

Афанасьев Виктор Леонидович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Бездетко Владислав Сергеевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Ляшенко Андрей Михайлович
студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Karandey Vladimir Yuryevich
Candidate of technical sciences,
Associate professor,
Kuban state technological university

Afanasiev Viktor Leonidovich
Student,
Kuban state technological university

Bezdetko Vladislav Sergeyevich
Student,
Kuban state technological university

Lyashenko Andrey Mikhaylovich
Student,
Kuban state technological university

Аннотация. Последнее время нефтяное оборудование с использованием электрических приводов становится наиболее популярным. Так как они обладают рядом преимуществ, по сравнению с гидравлическими системами. Электрическими приводами различных конструкций оборудуются как импортные, так и отечественные буровые установки. Данные установки имеют силовую часть из электрических приводов и гидравлических систем. Более перспективным является развитие оборудования с применением усовершенствованных электроприводов. В данной статье приведен обзор и возможное улучшение данных устройств, например, путем применения каскадных управляемых асинхронных электрических приводов, что позволить улучшить характеристики оборудования.

Ключевые слова: гибридная система, векторное управление, управляемый асинхронный каскадный электропривод, электромагнитный момент, электромеханическое преобразование энергии, электромагнитная система.

Annotation. Lately the oil equipment with use of electric drives becomes the most popular. As they have a number of advantages, in comparison with hydraulic systems. Electric drives of various designs equip both import, and domestic drilling rigs. These installations have a power part from electric drives and hydraulic systems. More perspective is development of the equipment with use of advanced electric drives. The review and possible improvement of these devices, for example, by application of the cascade operated asynchronous electric drives is provided in this article what to allow to improve characteristics of the equipment.

Keywords: hybrid system, vector control, controlled asynchronous cascade electric drive, electromagnetic moment, electromechanical transformation of energy, electromagnetic system.

Система верхнего привода буровой вышки

Система верхнего привода (СВП) являются принципиально новым типом механизмов буровых установок, обеспечивающих выполнение целого ряда технологических операций. Технологически верхний привод представляет собой подвижной вращатель с сальником-вертлюгом, оснащенный комплексом средств механизации СПО – силовой вертлюг.

СВП обеспечивает выполнение следующих технологических операций: вращение бурильной колонны при бурении, проработке и расширении ствола скважины; свинчивание, докрепление бурильных труб; проведение спуско-подъемных операций с бурильными трубами и т.д.

Преимущества и недостатки электрических приводов СВП

При этом электрические версии СВП могут питаться как от источника электроэнергии буровой площадки, так и от автономного дизель-генератора.

Основные преимущества СВП с электрическим приводом: малая удельная масса подвесной части; компактность подвесной части; бесступенчатое (частотное) регулирование скорости вращения вала вертлюга от 0 до 180 об/мин; реверсивность; автоматичность изменения момента от минимального до номинального значений при постоянной заданной скорости вращения выходного вала; свобода компоновки подвесной части.

Основными недостатками СВП с электрическим приводом являются:

- несоответствие максимума мощности СВП скоростным режимам работы отечественного бурового инструмента (пик мощности смещен относительно рабочих скоростей порядка 60–100 об/мин в сторону 200…250 об/мин), существенное недоиспользование мощности привода (50–72 %) в диапазоне частот 60–100 об/мин; низкий коэффициент использования мощности; отсутствие саморегулирования скорости вращения выходного вала в зависимости от нагрузки на рабочем инструменте. Необходимость применения многоступенчатых механических редукторов в приводе электродвигателей для снижения частоты вращения выходного вала, что приводит к снижению надежности, усложнению и повышению стоимости конструкции СВП.

Наиболее известные зарубежные производители систем верхнего привода (Varco, Tesco, Canrig, National Oilwell, Bentec и др.) предлагают СВП как в гидравлическом, так и в электрическом (постоянного и переменного тока) исполнении. Характеристики Oilwell Varco • TDS-10S (таб.1) (рис. 1) [1].

Таблица 1 – характеристики Oilwell Varco • TDS-10S

№	Характеристика	Значение
1	Производитель	National Oilwell Varco
2	Наименование	TDS-10S
3	Тип	ВСП
4	Грузоподъемность, не менее, короткая тонна	386
5	Грузоподъемность, не менее, т	250
6	Привод	Электрический
7	Максимальный крутящий момент, Нм (кг • м)	20000 (27115 Нм)
8	Максимальная скорость (частота) вращения выходного вала, рад/сек. (об./мин.)	182
9	Выходная мощность привода, кВт (л.с.)	350
10	Исполнение для условий эксплуатации при: температура окружающего воздуха, °С	от –20 до +45
11	Примечание	Portable

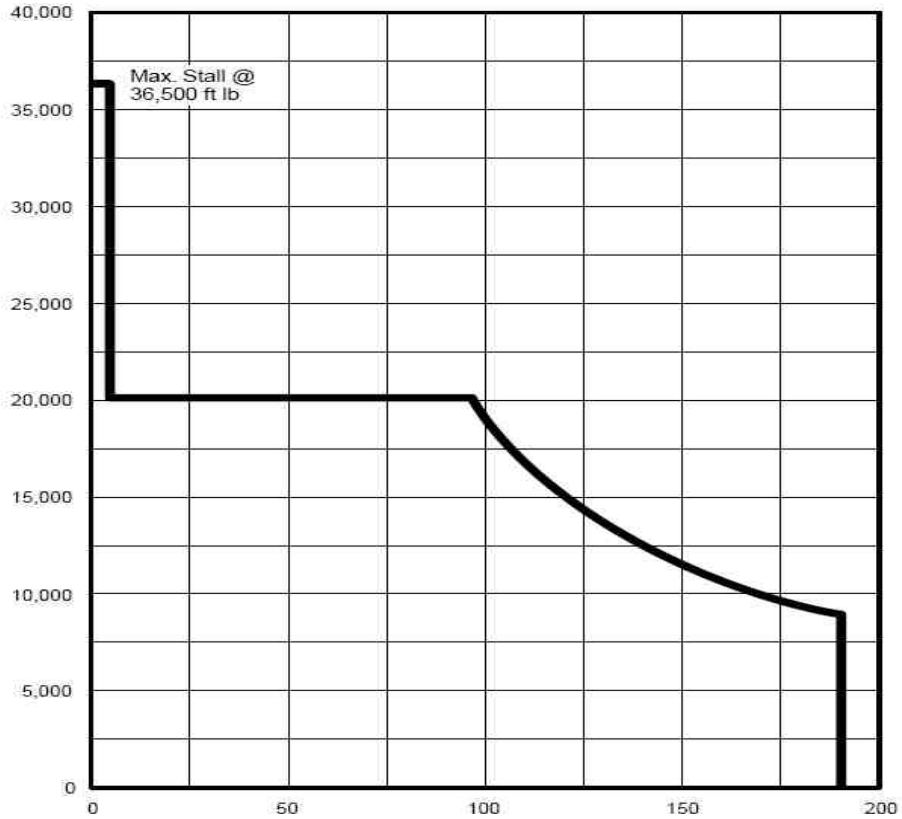

Рисунок 1 – моментные характеристики Oilwell Varco • TDS-10S

Данные устройства СВП только набирают популярность и имеют большие возможно в разработке и проектировании и модернизации.

Преимущества и недостатки гидравлических приводов СВП

Основные преимущества и недостатки СВП с гидрообъемным приводом аналогичны преимуществам и недостаткам ВСП с электроприводом.

Дополнительными преимущества СВП с гидроприводом являются:

- расширение скоростного (силового) диапазона при меньшей входной мощности за счет применения гидромоторов с переменным рабочим объемом (привод оснащен системой клапанов, позволяющих изменять рабочий объем гидромотора в два раза). Это позволяет получить несколько ступеней на внешней характеристике и, в отличие от СВП с электроприводом, в диапазоне оборотов выходного вала от 50 до 200 об/мин работать на режиме, близком к режиму постоянной мощности;
- в гидравлическом приводе имеется возможность путем дросселирования жидкости гасить эффект «пружины» в случае прихвата колонны и ее обратном вращении;
- достоинством гидроприводных СВП является возможность сделать выбор в пользу применения безредукторного привода на основе использования высокомоментных гидромоторов, что легло в основу создания семейства СВП отечественного производства.

К дополнительным недостатком следует отнести:

- сравнительно невысокий КПД гидропривода и большие потери энергии при ее передаче на большие расстояния;
- зависимость характеристик гидропривода от условий эксплуатации (температура, давление). От температуры зависит вязкость рабочей жидкости, а низкое давление может стать причиной возникновения кавитации в гидросистеме или выделения из жидкости растворенных газов.
- чувствительность к загрязнению рабочей жидкости и необходимость достаточно высокой культуры обслуживания. Загрязнение рабочей жидкости абразивными частицами приводит к быстрому износу элементов прецизионных пар в гидравлических агрегатах и выходу их из строя.
- снижение КПД и ухудшение характеристик гидропривода по мере выработки им или его элементами эксплуатационного ресурса. Прежде всего происходит износ прецизионных пар, что приводит к увеличению зазоров в них и возрастанию утечек жидкости, т.е. снижению объемного КПД.

Данные устройства СВП только набирают популярность и имеют большие возможно в разработке и проектировании и модернизации.

Предложение по модернизации

Перспективным является развитие систем верхнего привода бурения с применение электрических приводов. Предлагается вместо одиночных электрических двигателей применять управляемый каскадный электрический привод [2–6]. Данный тип устройств относится к каскадным электрическим приводам вращательного движения, состоящим из двух х электродвигателей преимущественно асинхронных, и может найти применение при создании приводов с регулируемой частой вращения от 0 до двойной номинальной при постоянном моменте или приводов с удвоенным моментом при постоянной номинальной скорости вращения, в том числе реверсивных, что позволит отойти от использования редукторов. Также данный тип приводов обладает меньшими массогабаритными и энергетическими показателями, более гибкими характеристиками управления.

Для расширение диапазона регулирования каскадного электрического привода необходимо обеспечить получение больших скоростей вращения, близких к двойной номинальной, при постоянном значении величины момента или получение удвоенного момента при постоянной скорости вращения [7–21].

Литература:

1. URL : http://drillzone.ru
2. Пат. № 2402857 Управляемый каскадный электрический привод / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов. – Опубл. 27.10.2010 г.
3. Пат. № 2461947 Управляемый каскадный электрический привод с жидкостным токосъемом / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов. – Опубл. 20.09.2012 г.
4. Пат. № 2483415 Аксиальный каскадный электрический привод с жидкостным токосъемом / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов, О.Б. Попова. – Опубл. 11.03.2013 г.
5. Пат. № 2370869 Токосъемное устройство / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов. – Опубл. 30.06.2008 г.
6. Пат. № 2601958 Сигнализирующее токосъемное устройство / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов, Ю.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев. – Опубл. 18.10.2016 г.
7. Попов Б.К., Карандей Ю.Ю., Карандей В.Ю., Афанасьев В.Л., Абанин Ф.С. Подход к определению магнитных параметров компонента управляемого каскадного асинхронного электрического привода // политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2015. – № 10 (114). – IDA [article ID]: 1141510014. – URL : http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/14.pdf , 1,188 у.п.л.
8. Карандей В.Ю. Определение электромагнитной энергии и момента в каскадном электрическом приводе / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов, А.В. Базык, Ю.Ю. Карандей // политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 03 (097). – IDA [article ID]: 0971401039. – URL : http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/39.pdf , 0,625 у.п.л.

9. Карандей В.Ю. Концепция расчета магнитной системы асинхронного двигателя специального электропривода / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // Известия высших учебных заведений, Пищевая технология. Научно-технический журнал. – 2008. – № 1. – С. 101–103.

10. Карандей В.Ю. Определение токов статора и ротора в каскадном электрическом приводе / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // Известия высших учебных завед-ний, Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2008. – № 4. – С. 91–96.

11. Карандей В.Ю. Математическое моделирование каскадных асинхронных электроприводов: в 3 т. : монография. ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг. Т. 1 : Математическое моделирование магнитных систем электропривода. – 2014. – 142 с.,

12. Karandey V.Yu. Intelligence amplification in distance learning through the bina-ry tree of question-answer system / V.Yu. Karandey, O.B. Popova, B.K. Popov // Procedia-social and behavioral science. – Vol. 214, 2015. – P. 711–719.

13. Karandey V.Yu. Intelligence amplification via language of choice description as a mathematical object (binary tree of question-answer system) / V.Yu. Karandey, O.B. Popova, B.K. Popov, M.A. Evseeva // Procedia-social and behavioral science. – Vol. 214, 2015. – P. 897–905.

14. New Methods and Evaluation Criteria of Research Efficiency / O.B. Popova, B.K. Popov, V.Yu. Karandei, D.A. Romanov, S.A. Kobzeva, M.A. Evseeva // Mediterranean journal of social sciences. – 2015. – Vol. 6. – No 6 S5. – P. 212–217.

15. Analysis of forecasting methods as a tool for information structuring in science research / O.B. Popova, B.K. Popov, V.Yu. Karandei, M.A. Evseeva // British journal of applied science & technology. – 2016. – Vol. 17. – No 2. – P. 9–19.

16. Карандей В.Ю. Разработка алгоритма расчета электромагнитных параметров статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода / В.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев, Ю.Ю. Карандей, Ф.С. Абанин, В.Н. Кишко, В.В. Квочкин // политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2016. – № 6 (120). – IDA [article ID] : 1201606041. – URL : http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/41.pdf

17. Карандей В.Ю. Подход к определению магнитных параметров управляемого асинхронного каскадного электрического привода с уточненной геометрией / В.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев, Ю.Ю. Карандей // политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2016. – № 6 (120). – IDA [article ID] : 1201606040. – URL : http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/40.pdf

18. Карандей В.Ю. Разработка подхода к расчету магнитного потока одной катушечной группы обмотки статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода / В.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев, Ю.Ю. Карандей, В.Н. Кишко, В.В. Квочкин // политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2016. – № 6 (120). – IDA [article ID] : 1201606039. – URL : http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/39.pdf

19. Свидетельство № 2015615828 Программа расчета параметров и анимационного построения потокораспределения компонента асинхронного каскадного электропривода / В.Ю. Карандей, А.В. Базык, В.Л. Афанасьев – Опубл. 25 мая 2015 г.

20. Свидетельство № 2015615826 Программа расчета параметров и самоанимационного построения потокораспределения компонента асинхронного каскадного электропривода / В.Ю. Карандей, Ю.Ю. Карандей, А.В. Базык – Опубл. 25 мая 2015 г.

21. Свидетельство № 2015615827 Программа задания конструктивных параметров компонента асинхронного каскадного электропривода, статорной обмотки и визуального построения полученного потокаспределения / В.Ю. Карандей – Опубл. 25 мая 2015 г.

References:

1. URL : http://drillzone.ru

2. Patent No. 2402857 Operated Cascade Electric Drive / V.Yu. Karandey, B.K. Popov. – Opubl. 10/27/2010.

3. Patent the No. 2461947 Operated Cascade Electric Drive with a liquid tokosjem / V.Yu. Ka-randey, B.K. Popov. – Publ. 9/20/2012.

4. Patent No. 2483415 the Axial cascade electric drive with a liquid tokosjem / V.Yu. Karandey, B.K. Popov, O.B. Popova. – Publ. 3/11/2013.

5. Patent No. 2370869 Tokosjemny device / V.Yu. Karandey, B.K. Popov. – Publ. 6/30/2008.

6. Patent No. 2601958 Signalling Tokosjemny Device / V.Yu. Karandey, B.K. Popov, Yu.Yu. Karan-dey, V.L. Afanasyev. – Publ. 10/18/2016.

7. Popov B.K., Karandey Yu.Yu., Karandey V.Yu., Afanasyev V.L., Abanin F.S. Approach to determination of magnetic parameters of a component of the operated cascade asynchronous electric drive // the polythematic network online scientific magazine of the Kuban state agricultural university (The scientific magazine of KubGAU). – Krasnodar: KubGAU, 2015. – No. 10 (114). – IDA [article ID] : 1141510014. – URL : http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/14.pdf, 1,188 u.p.l.

8. Karandey V.Yu. Definition of electromagnetic energy and the moment in the cascade electric Volga Military District / V.Yu. Karandey, B.K. Popov, A.V. Bazyk, Yu.Yu. Karandey // the polythematic network online scientific magazine of the Kuban state agricultural university (The scientific magazine of KubGAU). – Krasnodar : KubGAU, 2014. – No. 03 (097). – IDA [article ID] : 0971401039. – URL : http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/39.pdf, 0,625 u.p .l.

9. Karandey V.Yu. Concept of calculation of magnetic system of the asynchronous engine of the special electric drive / V.Yu. Karandey, B.K. Popov // News of higher educational institutions, Food technology. Scientific and technical magazine. – 2008. – No. 1. – P. 101–103.

10. Karandey V.Yu. Definition of currents of the stator and a rotor in the cascade electric drive / V.Yu. Karandey, B.K. Popov // News of higher educational zaved-niya, North Caucasus region. Technical science. – 2008. – No. 4. – P. 91–96.

11. Karandey V.Yu. Mathematical modeling of cascade asynchronous electric drives: in 3 t. : monograph. FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing house – the South. T. 1 : Mathematical modeling of magnetic systems of the electric drive. – 2014. – 142 p.

12. Karandey V.Yu. Intelligence amplification in distance learning through the bina-ry tree of question-answer system / V.Yu. Karandey, O.B. Popova, B.K. Popov // Procedia-social and behavioral science. – Vol. 214, 2015. – P. 711–719.

13. Karandey V.Yu. Intelligence amplification via language of choice description as a mathematical object (binary tree of question-answer system) / V.Yu. Karandey, O.B. Popova, B.K. Popov, M.A. Evseeva // Procedia-social and behavioral science. – Vol. 214, 2015. – P. 897–905.

14. New Methods and Evaluation Criteria of Research Efficiency / O.B. Popova, B.K. Popov, V.Yu. Karandei, D.A. Romanov, S.A. Kobzeva, M.A. Evseeva // Mediterranean journal of social sciences. – 2015. – Vol. 6. – No 6 S5. – P. 212–217.

15. Analysis of forecasting methods as a tool for information structuring in science research / O.B. Popova, B.K. Popov, V.Yu. Karandei, M.A. Evseeva//British journal of applied science & technology. – 2016. – Vol. 17. – No 2. – P. 9–19.

16. Karandey V.Yu. Development of an algorithm of calculation of electromagnetic parameters of the stator of a component of the operated asynchronous cascade electric drive / V.Yu. Karandey, V.L. Afanasyev, Yu.Yu. Karan-dey, F.S. Abanin, V.N. Kishko, V.V. Kvochkin // the polythematic network online scientific magazine of the Kuban state agri-cultural university (The scientific magazine of KubGAU). – Krasnodar : KubGAU, 2016. – No. 6 (120). – IDA [article ID] : 1201606041. – URL : http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/41.pdf

17. Karandey V.Yu. Approach to determination of magnetic parameters of the operated asynchronous cascade electric drive with the specified geometry / V.Yu. Karandey, V.L. Afanasyev, Yu.Yu. Karandey // the polythematic network online scientific magazine of the Kuban state agricultural university (The scientific magazine of KubGAU). – Krasnodar : KubGAU, 2016. – No. 6 (120). – IDA [article ID] : 1201606040. – URL : http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/40.pdf

18. Karandey V.Yu. Development of approach to calculation of a magnetic flux of one bobbin group of a winding of the stator of a component of the operated asynchronous cascade electric drive / V.Yu. Karandey, V.L. Afa-nasyev, Yu.Yu. Karandey, V.N. Kishko, V.V. Kvochkin // the polythematic network online scientific magazine of the Kuban state agricultural university (The scientific magazine of KubGAU). – Krasnodar : KubGAU, 2016. – No. 6 (120). – IDA [article ID] : 1201606039. – URL : http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/39.pdf

19. Certificate No. 2015615828 Program of calculation of parameters and animation creation of potoko-distribution of a component of the asynchronous cascade V.Yu electric drive / Karandey., Bazyk A. V., Afanasyev V. L. – Opubl. May 25, 2015.

20. Certificate No. 2015615826 Program of calculation of parameters and self-animation creation of a potokora-spredeleniye of a component of the asynchronous cascade electric drive / V.Yu. Karandey, Yu.Yu. Karandey, A.V. Bazyk – Opubl. May 25, 2015.

21. The certificate No. 2015615827 the Program of a task of design data of a component of the asynchronous cascade electric drive, a statorny winding and the visual construction received Poto-kaspredeleniye / V.Yu. Karandey – Opubl. May 25, 2015.