УДК 621.6

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕНТИЛЬНЫХ ПРИВОДОВ В СКВАЖИННЫХ НАСОСАХ

–––––––

ENERGY EFFICIENCY USE OF RECTIFIER DRIVES IN ONLY PUMPS

Самородов Александр Валерьевич
кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
Alex.Samorodoff@gmail.com

Копелевич Лев Ефимович
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
kkllev@mail.ru

Ампар Дамир Леварсович
студент,
Кубанский государственный технологический университет
damir.ampar@list.ru

Крутенко Елена Сергеевна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
elenakrutenko.96@mail.r

Аннотация. Были проведены расчеты энергосбережения и энергоэффективности при замене асинхронных двигателей в скважных насосах на вентильно-индукторные.

Ключевые слова: электрические машины, вентильные двигатели, асинхронные двигатели, энергетические характеристики.

Alexander Samorodov Valeryevich
Candidate of technical sciences,
Associate professor, department of electrical engineering and electrical machines,
Kuban state technological university
jlms@mail.ru

Kopelevich Lev Efimovich
candidate of technical sciences,
associate professor, department of electrical engineering and electrical machines,
Kuban state technological university
kkllev@mail.ru

Damir Ampar Levarsovich
student,
Kuban state technological university
damir.ampar@list.ru

Krutenko Elena Sergeevna
student,
Kuban state technological university
elenakrutenko.96@mail.ru

Annotation. Calculations of energy conservation and energy efficiency have been conducted by replacing asynchronous motors in well pumps on valve-inductor.

Keywords: electric motors, converter-fed motors, asynchronous motors, power characteristics.

В настоящее время на стоимость электроэнергии приходится 30–35 % себестоимости добычи нефти. При этом сама себестоимость добычи в российских компаниях без учета налогов и амортизационных отчислений находится в пределах ($ 6–11) за баррель. К наиболее энергоемким направлениям нефтедобычи относятся процессы механизированной добычи жидкости из скважин, ППД, подготовки и перекачки нефти.

Так, общий расход электроэнергии на подъем жидкости по нефтяным компаниям России составляет от 55 до 62 % от общего потребления, на работу системы ППД расходуется от 22 до 30 %, на подготовку, транспорт нефти и газа – 8–23 %. На остальные технологические процессы нефтедобычи приходится относительно небольшой процент расхода энергии.

На сегодняшний день проекту разработки вентильных двигателей (ВД) для УЭЦН исполняется порядка 20 лет. Полтора десятка лет назад перспективы приводов данного типа были еще далеко не ясны, но инженера исходили из понимания причин недостатков погружных асинхронных двигателей и природы преимуществ вентильных электродвигателей, которые к тому времени уже применялись в различных машинах. Это понимание позволяло рассчитывать на успех проекта по внедрению современных технологий [1].

Вентильный привод создавался для повышения энергетических характеристик ПЭД, однако итоговый результат его использования оказался значительновыше первоначально поставленной цели. Поэтому создание вентильных приводов УЭЦН может служить примером успешной реализации синергетического эффекта в технике, когда суммирующий эффект взаимодействия двух или более факторов существенно превосходит эффект компонентов в виде их простой суммы.

В нефтяной организации ООО «Газпромнефть-Оренбург» были произведены замеры энергопотребления УЭЦН, установленных в скважинах с равноценными режимами работы, оснащенных асинхронными и вентильными двигателями одинаковой мощности и Станциями Управления с частотным

регулированием. Перейдем к оценке энергоэффективности при использовании УЭЦН в комплектации с асинхронным ПЭД и вентильным ПЭД на основании промысловых замеров. Для начала рассмотрим существующие статистические данные по абсолютному и удельному энергопотреблению скважин. Были проанализированы показатели энергопотребления на входе в станцию управления, полученные с помощью прибора Fluke на нескольких скважинах.

По расчетам снижение энергопотребления УЭЦН с вентильным двигателем посравнению с УЭЦН с асинхронным двигателем составляет около 36 %. При подсчёте энергозатрат двигателей (ESP 400-1750 с вентильным ПЭД и УЭЦНД5А-250-2000 с асинхронным ПЭД) были учтены паспортные данные технологической документации ООО «Газпромнефть-Оренбург», предоставленные мне по разрешению начальника отдела УДНГ. Расчеты мною производились по следующему алгоритму:

$$З^{З}_{кВт-ч} = P \cdot t_{Э} \cdot Ц_{кВт-ч}, \quad (1)$$

где $З^{З}_{кВт-ч}$ – затраты на потребленную энергию, тыс. руб/мес; P – полная потребляемая мощность, кВт; $t_{Э}$ – среднее количество часов работы установки электроцентробежного насоса в месяц, ч; $Ц_{кВт-ч}$ – тариф на электроэнергию 1 кВт·ч, руб.

Общие затраты на электроэнергию за месяц рассчитываются по формуле:

$$З_{ЭМ} = З^{З}_{кВт-ч}; \quad (2)$$

За год общие затраты на электроэнергию составят:

$$З_{ЭГ} = З_{ЭМ} \cdot К_{Э} \cdot 12,$$

где $К_{Э}$ – коэффициент эксплуатации (0,98).

Экономию электроэнергии рассчитал по формуле в стоимостном выражении:

$$\Delta З = З_{АПЭД} - З_{ВПЭД} = 4502{,}9 - 2861{,}2 = 1641{,}7 \text{ тыс. рублей},$$

$\Delta З$ – экономия электроэнергии тыс. руб./год;

$З_{АПЭД}$ – затраты электроэнергии в год вентильного ПЭД, тыс. руб;

$З_{ВПЭД}$ – затраты электроэнергии в год асинхронного ПЭД, тыс. руб.

Экономия электроэнергии в год, тыс. руб. в натуральном выражении найдем по формуле:

$$\frac{\Delta З}{З_{АПЭД}} \cdot 100\% = \frac{1641{,}7}{4502{,}9} \cdot 100\% = 36{,}5\%.$$

Таким образом, экономия электроэнергии доходит до 44 кВт/ч, что в стоимостном выражении составит до 1641,7 тыс. руб.

Проведенные расчеты энергозатрат двигателей (ESP 400-1750 с вентильным ПЭД и УЭЦНД5А-250-2000 с асинхронным ПЭД) показали, что экономически и энергетически целесообразно использование вентильных ПЭД в УЭЦН.

В настоящее время заводы-изготовители продолжают работать над повышением энергоэффективности ВПЭД. В частности, ожидается, что применение модернизированных станций управления «Борец ВД-105» и «Орион» с векторной системой управления позволит повысить энергоэффективность эксплуатации вентильных ПЭД еще на 1,5–2 %.

Литература:

1. Применение погружных вентильных электродвигателей скважных насосов – путь экономии потребления электроэнергии на нефтяных месторождениях / А.В. Самородов, Д.А. Кириченко, Р.С. Кравец, В.Н. Зуева // Технические и технологические системы : материалы седьмой международной научной конференции «ТТС-15». ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова / под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – 2015. – С. 137–140.
2. Минликаев, В.З. Нефтяное хозяйство: Опыт эксплуатациии разработки электроцентробежных насосов в условиях нефтегазоконденсатного и газового месторождения. – 2011. – 11-е изд. – 100 с.
3. Кашин Я.М., Бондаренко В.В. Вентильные двигатели: аналитический обзор : в сб. мат. III межд. научн.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 52 годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : филиал Военного учебно-научного центра ВВС Военно-воздушная акдемия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина; ООО «Издательский Дом – Юг», 2013. – С. 84–87.
4. Кашин Я.М., Кучерук С.Р. Сравнительный анализ вентильных и асинхронных двигателей : мат. VI. межд. научн. конф. «Технические и технологические системы ТТС-14». – Краснодар : филиал ВУНЦ ВВС ВВА, 2014. – С. 46–51.
5. Копелевич Л.Е., Испагиев О.З., Бозан Махамад Шадхан. Использование регулируемых электроприводов на базе вентильных двигателей в нефтегазовой отрасли : мат. VI. межд. научн. конф. «Технические и технологические системы ТТС-14». – Краснодар : филиал ВУНЦ ВВС ВВА, 2014. – С. 52–54.

References:

1. Use of dipping gated electromotors the skvazhnykh of pumps – a way of saving of electricity consumption on oil fields / A.V. Samorodov, D.A. Kirichenko, R.S. Kravets, V.N. Zuev // Technical and technological systems : materials of the seventh international scientific TTS-15 conference. FGBOU VPO «The Kuban state technological university», the Krasnodar higher military aviation college of pilots of A.K. Serov / under the general editorial office B.H. Gaytova. – 2015. – P. 137–140.

2. Minlikayev V.Z. Oil economy: Experience of operation of development of electrocentrifugal pumps in the conditions of the oil-gas condensate and gas field. – 2011. – 11th prod. – 100 p.

3. Kashin Ya.M., Bondarenko V.V. Gated engines: state-of-the-art review : in collection of materials The III i international scientific conference young scientists, the devoted 52 nd anniversary of flight of Yu.A. Gagarin in space. Krasnodar : branch of Military educational scientific center of the Air Force An air-force akdemiya of the prof. of N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin. – JSC Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – P. 84–87.

4. Kashin Ya.M., Kucheruk S.R. Comparative analysis of gated and asynchronous engines: mat. VI. international scientific conference. «The technical and technological TTS-14 systems». – Krasnodar : VVA VUNTs Air Force branch, 2014. – C. 46–51.

5. Kopelevich L.E., Ispagiyev O.Z., Boson Makhamad Shadkhan. Use of adjustable electric drives on the basis of gated engines in oil and gas branch: mat. VI. nternational scientific conference «The technical and technological TTS-14 systems». – Krasnodar : VVA VUNTs Air Force branch, 2014. – C. 52–54.