

УДК 620.9:005.93

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРИМЕРЕ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ильина Марина Николаевна¹,
ilmn1340@gmail.com

Ильина Галина Федоровна²,
ilgf@sibmail.com

¹ ООО «НИИ Транснефть»,
Россия, 117186, г. Москва, Севастопольский пр-т, 47А.

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, 30.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения конкурентоспособности предприятий нефтегазодобывающего комплекса посредством соблюдения условий по энергетической эффективности деятельности нефтедобывающих предприятий Томской области на примере ООО «Жиант», ЗАО «Томская нефть» и ОАО «ВТК» при безусловном обеспечении непрерывности технологических процессов добычи и надежности работы оборудования, выполнении существующих санитарных норм, и на этой базе снижении затрат на потребление топливно-энергетических ресурсов. Оценка энергетической эффективности базируется на основе качественной оценки существующего состояния энергопотребления, которая может быть объективной исключительно при условии организации надлежащего коммерческого, внутрихозяйственного и технического учета энергоресурсов.

Цель: обосновать применение организационных мероприятий по повышению энергоэффективности для обеспечения устойчивого ведения технологического процесса добычи нефти, всех вспомогательных технических процессов, а также соответствия критериям технологической безопасности. Практическое использование имеющихся резервов повышения энергоэффективности должно базироваться на достоверных учетных данных автоматизированного мониторинга энергопотребления на нефтедобывающем предприятии, системного анализа и прогнозирования потребления энергоресурсов, а также на системном анализе отраслевых энергетических балансов (проведение бенчмаркинг-исследований).

Объект: аналитический метод оценки количественных показателей потребления топливно-энергетических ресурсов при добыче единицы продукта. Коммерческий учет электрической энергии для таких нефтедобывающих предприятий Томской области, как ООО «Жиант», ЗАО «Томская нефть» и ОАО «ВТК», осуществляется по коммерческим счетчикам, установленным на границе балансовой принадлежности электрических сетей, а также по системе автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии, принятой для коммерческих расчетов на оптовом рынке электрической энергии (мощности). Для организации системного мониторинга и анализа потребления электрической энергии этого недостаточно. Для нефтедобывающих предприятий ООО «Жиант», ЗАО «Томская нефть», ОАО «ВТК» объем потребления электроэнергии среди иных топливно-энергетических ресурсов в год составляет порядка 87 %. При этом самым энергоемким технологическим процессом на нефтедобывающих предприятиях является механизированная добыча нефти – на долю приводов скважинных насосов приходится до 60 % всей потребляемой предприятием электроэнергии.

В результате исследования предложены организационные мероприятия, нацеленные на повышение энергоэффективности процесса добычи нефти.

Ключевые слова:

Энергоэффективность, энергосбережение, бенчмаркинг, добыча нефти, топливно-энергетические ресурсы.

Политика энергосбережения

Повышение энергоэффективности является неременным условием обеспечения конкурентоспособности и основной мотивацией к достижению энергоэффективных показателей через модернизацию оборудования, применение новых технологических решений, а также внедрение организационных мероприятий.

Необходимо отметить, что оценка эффективности технологических решений не может базироваться только на качественной оценке существующего состояния энергопотребления нефтедобывающих предприятий, которая может быть объективной только при условии организации надлежащего коммерческого, внутрихозяйственного и технического учета энергоресурсов.

В настоящее время одним из направлений осуществления политики энергосбережения и

энергоэффективности новых управленческих инструментов является бенчмаркинг. Бенчмаркинг – это процесс определения, понимания и адаптации имеющихся примеров эффективного функционирования компании с целью улучшения собственной работы [1–4]. Он в равной степени включает в себя два процесса: оценивание и сопоставление. В рамках бенчмаркинга энергоэффективности происходит организация обмена информацией по вопросам энергоэффективности и энергосбережения.

Бенчмаркинг чистых показателей эффективности, т. е. тех показателей, за счет которых возможно обеспечить снижение потребления энергетических ресурсов без нарушений режимов и объемов работы (в данном случае – добычи нефти), не всегда позволяет решить фундаментальные вопросы конкурентоспособности. Однако он помогает

представить в количественной форме возможные достижения и поставить задачи.

Практическое использование имеющихся резервов повышения энергоэффективности должно базироваться на достоверных учётных данных автоматизированного мониторинга энергопотребления на нефтедобывающем предприятии, системного анализа и прогнозирования потребления энергоресурсов, а также на системном анализе отраслевых энергетических балансов (проведение бенчмаркингowych исследований) [2].

Не существует одного единственного фактора, определяющего состояние всей энергосистемы. Условия постоянно меняются. Обеспечение энергоэффективности требует постоянного внимания ко всему комплексу факторов. Реализация оптимального управления энергоснабжением предприятия может быть осуществлена с помощью автоматизированной системы учета энергоресурсов (АСКУЭр).

Система диспетчерского управления энергохозяйством в рамках АСКУЭр представляет собой информационно-управляющую подсистему и включает, автоматизированное рабочее место диспетчера (энергоменеджера).

Энергоменеджер АСКУЭр осуществляет ведение базы данных энергосберегающих мероприятий. База данных энергосберегающих мероприятий является основой для формирования и актуализации планов технических (организационных) мероприятий, предусмотренных программой энергосбережения нефтедобывающей организации.

Предложенные организационные мероприятия по повышению энергоэффективности разработаны в соответствии с Федеральным законом от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской

Федерации» и Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.04.2012 № 309 «Об организации работы в Министерстве образования и науки Российской Федерации по реализации закона от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» с учетом требований Приказа Министерства энергетики РФ от 30.06.2014 № 398 «Об утверждении требований к форме программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства и муниципального образования, организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, и отчетности о ходе их реализации».

Начиная на предприятии работу по энергетическому менеджменту, необходимо определиться с целями. Является ли приоритетом снижение физических объемов потребляемой энергии либо платежей за энергопотребление. В ряде случаев эти цели могут оказаться не тождественными.

Важным моментом является определение границ системы, в которых внедряется энергетический менеджмент. От установки границ, с одной стороны, зависит объем вовлеченного персонала и подразделений предприятия, а значит, специфика создаваемой системы энергоменеджмента, а с другой, границы могут изменять оценку энергетической эффективности (одно и то же мероприятие может показывать разные эффекты в разных границах). Необходимо учитывать особенности энерготехнологического комбинирования и эффекты сопутствующих взаимовлияющих мероприятий.

Бенчмаркинговое исследование энергоэффективности деятельности

В настоящее время коммерческий учет электрической энергии для таких нефтедобывающих предприятий Томской области, как ООО «Жиант», ЗАО «Томская нефть» и ОАО «ВТК», осуществляется по коммерческим счетчикам, установленным на границе балансовой принадлежности электрических сетей, а также по системе автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии), принятой для коммерческих расчетов на оптовом рынке электрической энергии (мощности). Для организации системного мониторинга и анализа потребления электрической энергии этого недостаточно. Для нефтедобывающих предприятий ООО «Жиант», ЗАО «Томская нефть», ОАО «ВТК» объем потребления электроэнергии среди иных топливно-энергетических ресурсов в год составляет порядка 87 %. При этом самым энергоемким технологическим процессом на нефтедобывающих предприятиях является механизированная добыча нефти – на долю приводов скважинных насосов приходится до 60 % всей потребляемой предприятием электроэнергии [5–10].

Опираясь на исследования крупных российских нефтедобывающих компаний, внедривших систему энергетического менеджмента, можно сделать вывод о значимости следующих факторов для повышения не только энергетической эффективности, но и эффективности системы управления предприятия в целом:

1. Организация системного энергетического мониторинга и анализа, в том числе с использованием удельных показателей расхода топливно-энергетических ресурсов на производство единицы продукции (общий расход энергии/количество единиц).

2. Осуществление отраслевого бенчмаркинга, в том числе международного, для анализа результативности и установки целей.

3. Увязка ключевых показателей по энергоэффективности с вознаграждением высшего руководства, а также увязка вознаграждения сотрудников с результатами деятельности в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Такая система наиболее эффективна, когда охватывает все основные производственные и обеспечивающие подразделения нефтедобы-

вающих предприятий. Рекомендуется использовать механизм ключевых показателей результативности для менеджеров и структурных подразделений по каждому направлению деятельности организации в разрезе каждого года, их целевые и фактические значения. Система энергетического менеджмента построена на принципе постоянного улучшения, что подразумевает подход к ней не как к разовому, а как к длящемуся процессу.

Аналогично другим системам менеджмента, энергетический менеджмент также опирается на цикл Деминга «планирование–осуществление–проверка–корректировка» (plan–do–check–act) сначала 4–9 [11–20], который широко используется и в других сферах корпоративного менеджмента. Он представляет собой динамическую модель циклического характера, в которой завершение одного цикла становится началом следующего.

Объектами исследования являются следующие месторождения: Верхнекомбарское, Ондатровое, Селимхановское НГК, Сатпаевское у ООО «Жиант»; Ясное, Гуларинское, Речное, Южно-Мыльджинское, Верхне-Салатское у ЗАО «Томская нефть»; Пуглалымское, Ключевское, Средненюрольское у ОАО «ВТК».

Удельные показания добычи нефти по годам для нефтедобывающих предприятий ООО «Жиант», ЗАО «Томская нефть» и ОАО «ВТК» по годам представлены на рис. 1.

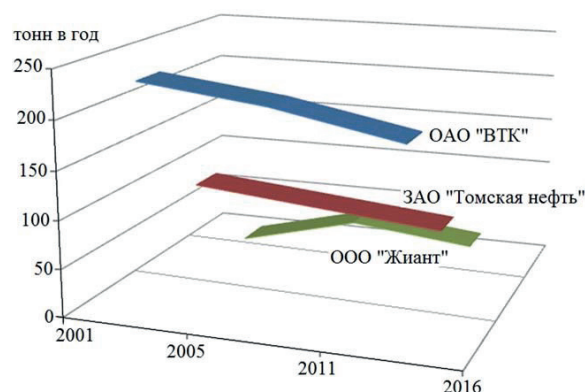


Рис. 1. Объем добычи нефти

Fig. 1. Volume of oil production

Предлагаемая методика проведения отраслевого бенчмаркинга для нефтедобывающих предприятий заключается в выполнении сравнительных расчетов с приведением к единым условиям: Q – объем нефти, поступающей из скважины в единицу времени, n насосных агрегатов с коэффициентом полезного действия η при работе с неизменной производительностью на протяжении всего расчетного периода, с возможностью включения в расчет особенностей профиля поперечного сечения ствола скважины; g – ускорение свободного падения; H_d – динамический уровень; ρ – плотность добываемой жидкости.

Нормативное удельное энергопотребление нефтедобывающего оборудования определяется как

расход электроэнергии на подъем одной тонны нефти (массовый расход) либо как расход электроэнергии на подъем одного кубометра скважинной жидкости (объемный расход). Так как нефть в чистом виде уже практически нигде не добывается, то под объемным расходом понимается добыча скважинной жидкости.

В наибольшей степени на изменение удельного энергопотребления добычи нефти оказывает влияние гидродинамическое состояние эксплуатируемых пластов. Мощность, затрачиваемую на подъем жидкости, можно рассчитать по формуле [5]:

$$N = \frac{\left(\frac{Q}{86400}\right) H_d \rho g \cdot 10^{-3}}{\eta}.$$

Как видно из формулы, изменение динамического уровня при постоянном уровне добычи жидкости приводит к прямо пропорциональному изменению удельного энергопотребления.

Удельное потребление электроэнергии предприятиями ООО «Жиант», ЗАО «Томская нефть» и ОАО «ВТК» $E_{уд} = E/W$ вычисляется с учетом представленных в опросных листах данных об энергии, потребляемой насосами за плановый период T , и выполненной работы по добыче жидкости.

В качестве приводов станков-качалок на указанных предприятиях используются короткозамкнутые асинхронные электродвигатели в закрытом обдуваемом исполнении с повышенным пусковым моментом напряжением 380 В и мощностью от 7,5 до 55,0 кВт. Электродвигатели, применяемые в электроприводах штанговых глубинных насосов, имеют синхронную частоту вращения 1500 об/мин, кратность пускового момента (отношение начального пускового момента к номинальному) 1,8...2,0, кратность максимального момента 2,2...2,8.

Расчет потерь в электродвигателях станков-качалок осложняется тем, что нагрузка является периодически изменяющейся в каждом цикле качания, соответственно все параметры электродвигателя, в том числе коэффициент полезного действия и коэффициент мощности, также изменяются внутри каждого цикла.

Результаты исследования

Для получения возможности сравнения энергоэффективности различных буровых установок в сравнимых приведенных условиях введено понятие эталонной жидкости с вязкостью $15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ и плотностью $850 \text{ кг}/\text{м}^3$, эталонного насосного агрегата с $\eta = 0,8$. Сравнительный расчет выполнен для нефтяных месторождений Ондатровое, Гуларинское, Ключевское. Коэффициент нефтеотдачи для указанных месторождений составляет 0,7. Результаты сводных расчетов представлены в таблице.

По результатам сводных расчетов потребления электрической энергии на основании предоставленных данных становятся очевидными достаточно низкие показатели энергоэффективности (рис. 2).

Таблица. Сравнительные результаты расчета

Table. Comparative calculation results

Показатели/Indicators	Январь January	Февраль February	Март March	Апрель April	Май May	Июнь June
Ондатровое месторождение/Ondatrovoe deposit						
Влияние плотности, вязкости/Effect of density, viscosity	0,853	0,847	0,861	0,799	0,801	0,814
Полное удельное потребление электроэнергии на добычу, тыс. кВт·ч/тыс. т Total specific electricity consumption for production, thousand kW·h/thousand tons	3,020	3,017	3,019	3,018	3,017	3,015
Удельное потребление электроэнергии модельной буровой установки, тыс. кВт·ч/тыс. т Specific power consumption of the model drilling rig, thousand kW·h/thousand tons	1,850	1,847	1,848	1,845	1,844	1,840
Удельное потребление электроэнергии эталонной буровой установки, тыс. кВт·ч/тыс. т Specific power consumption of the reference drilling rig, thousand kW·h/thousand tons	1,901	1,890	1,895	1,892	1,890	1,885
Гуларинское месторождение/Gurarinское deposit						
Влияние плотности, вязкости/Effect of density, viscosity	0,832	0,851	0,845	0,799	0,801	0,812
Полное удельное потребление электроэнергии на добычу, тыс. кВт·ч/тыс. т Total specific electricity consumption for production, thousand kW·h/thousand tons	2,451	2,448	2,446	2,450	2,446	2,441
Удельное потребление электроэнергии модельной буровой установки, тыс. кВт·ч/тыс. т Specific power consumption of the model drilling rig, thousand kW·h/thousand tons	1,620	1,617	1,615	1,610	1,608	1,606
Удельное потребление электроэнергии эталонной буровой установки, тыс. кВт·ч/тыс. т Specific power consumption of the reference drilling rig, thousand kW·h/thousand tons	1,670	1,660	1,658	1,651	1,655	1,648
Ключевское месторождение/Klyuchevskoe deposit						
Влияние плотности, вязкости/Effect of density, viscosity	0,842	0,825	0,801	0,824	0,814	0,809
Полное удельное потребление электроэнергии на добычу, тыс. кВт·ч/тыс. т Total specific electricity consumption for production, thousand kW·h/thousand tons	3,241	3,238	3,239	3,242	3,240	3,236
Удельное потребление электроэнергии модельной буровой установки, тыс. кВт·ч/тыс. т Specific power consumption of the model drilling rig, thousand kW·h/thousand tons	1,794	1,790	1,788	1,785	1,784	1,780
Удельное потребление электроэнергии эталонной буровой установки, тыс. кВт·ч/тыс. т Specific power consumption of the reference drilling rig, thousand kW·h/thousand tons	1,815	1,822	1,820	1,818	1,816	1,814

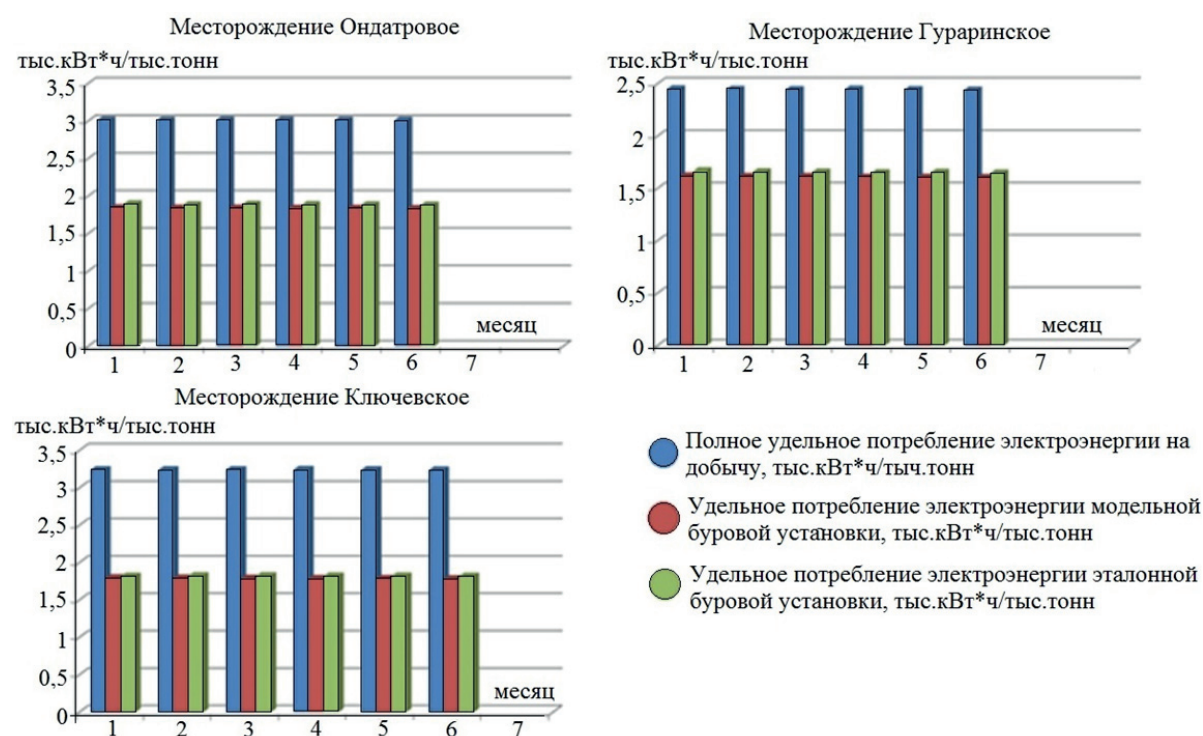


Рис. 2. Сводные результаты расчета

Pic. 2. Summary results of calculation

Из представленных рисунков видно, что полное удельное потребление электроэнергии на добычу значительно превышает удельное потребление энергии модельной и эталонной буровой установки в сопоставимых условиях.

Заключение

Наилучший результат среди трех рассматриваемых предприятий наблюдается у ЗАО «Томская нефть», в связи с чем, в целях обеспечения системного подхода к процессу энергосбережения и постоянного повышения энергетической эффективности посредством внедрения системы энергетического менеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001:2011, деятельность предприятий ООО «Жиант» и ОАО «ВТК» должна опираться на следующие ключевые моменты:

- внедрение системы энергетического менеджмента (СЭнМ) в целях обеспечения системного подхода к процессу энергосбережения и постоянного повышения энергетической эффективности;
- организация обучения основам энергоэффективности сотрудников, задействованных в процессе энергосбережения;
- учет показателей энергопотребления при оценке выполнения целевых показателей энергетической эффективности хозяйственной деятельности;
- определение параметра энергоэффективности основного оборудования и, в случае необходимости, предложений по внесению изменений в нормативные документы предприятия;

- включение параметров энергоэффективности в процедуру приемки результатов капитального ремонта и модернизации основного оборудования;
- оптимизация режимов добычи;
- внедрение информационно-аналитической системы энергоменеджера;
- проведение анализа эффективности работы нефтеизвлекающих агрегатов, создание реестра эффективности работы оборудования;
- создание информационной системы «Автоматизированная система расчета показателей энергоэффективности работы технологического оборудования буровой станции»;
- оптимизация применяемых отраслевых технических решений по строительству (реконструкции) объектов буровой станции;
- обеспечение сохранения параметров энергоэффективности оборудования, предусмотренных в основной проектной документации, при внесении изменений;
- введение параметра энергоэффективности в типовой опросный лист на закупку нового оборудования;
- введение в типовую договор на закупку гарантийных обязательств поставщика по обеспечению установленных параметров энергоэффективности;
- организация информационной работы с работниками ООО «Жиант», ЗАО «Томская нефть» и ОАО «ВТК» и внешней аудиторией.

При реализации указанных мероприятий ожидаемое снижение потребления электрической энергии, согласно бенчмаркиговому анализу достигнутых результатов у ПАО «НК «Роснефть» при сопоставимых условиях, составит 17 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов И.П., Данилова Т.В. Бенчмаркинг как основа создания конкурентоспособного предприятия. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2005. – 69 с.
2. Pffiffer R. Mit den Besten Lerner durch Benchmarking // Meilenstein. – 2005. – № 4. – S. 17.
3. ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use». – Geneva: International Organization for Standardization, 2011. – 22 с.
4. ГОСТ 31532–2012 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения». – М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.
5. Булатов А.И. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2003. – 1007 с.
6. Баграмов Р.А. Буровые машины и комплексы. – М.: Недра, 1988. – 501 с.
7. Кэмп Р.С. Легальный промышленный шпионаж: бенчмаркинг бизнес-процессов; технологии поиска и внедрение лучших методов работы ваших конкурентов / пер. с англ. О.В. Теплих. – Днепропетровск: Баланс-Клуб, 2004. – 395 с.
8. Alireza Bahadori. Oil and gas pipelines and piping systems. – Australia: Elsevier, 2016. – 627 p.
9. Fingas M. Oil spill science and technology. – Canada: GPP, 2017. – 1025 p.
10. Playfoot J., Augustus S., Andrew Ph. Education and training for the oil and gas industry. – Cambridge: Getenergy Intelligence, 2017. – 113 p.
11. Murty P.S.R. Electrical power systems. – Cambridge: BSP Books Pvt. Ltd, 2017. – 814 p.
12. Selley R.C., Sonnenberg S. Elements of petroleum geology. – San Diego: Academic press, 2015. – 507 p.
13. Lohmuller B. Benchmarking in der Praxis. – М.: Провокация Поста, 2006. – 6 с.
14. Smith C.B., Parmenter K.E. Energy management principles. – Amsterdam: Elsevier, 2016. – 410 p.
15. Energy Efficiency and Renewable Energy in New Year Six Report. March 2001 to 2007. – М.: Провокация Поста, 2009. – 41 p.
16. Energy Efficiency Directive. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012. – М.: Провокация Поста, 2012. – 88 p.
17. Парий А.В. НДТ: Российский опыт бенчмаркинга. – М.: Провокация Поста, 2012. – 59 с.
18. Lianzhong Sun. Models and tests of casing wear in drilling for oil and gas // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2012. – V. 4. – P. 44–47.
19. Complementing Production Logging with Spectral Noise Analysis to Improve Reservoir Characterisation and Surveillance / N. Suarez, A. Otubaga, N. Mehrotra, A. Aslanyan, I. Aslanyan, M. Khar

bibullin, J. Barghouti, Y. Maslenikova // SPWLA 54th Annual Symposium. – New Orleans, Louisiana, USA, 22–26 June, 2013. – P. 138–146.

20. Integrated Formation MicroImager (FMI) and Spectral Noise Logging (SNL) for the study of fracturing in carbonate reservoirs /

A. Aslanyan, I. Aslanyan, R. Minakhmetova, Yu. Maslennikova, R. Karantharath, Badar Al Hadhrami // SPE-177616-MS. – 2015. – P. 211–217.

Поступила 28.12.2017 г.

Информация об авторах

Ильина М.Н., кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории энергоэффективных технологий транспорта нефти и нефтепродуктов ООО «НИИ Транснефть».

Ильина Г.Ф., кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

UDC 620.9:005.93

ORGANIZATIONAL ACTIVITIES TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY ON THE EXAMPLE OF OIL-PRODUCERS OF ENTERPRISES IN TOMSK REGION

Marina N. Ilina¹,
ilmn1340@gmail.com

Galina F. Ilina²,
ilgf@sibmail.com

¹ Pipeline Transport Institute (LLC),
47A, Sevastopol Avenue, Moscow, Russia, 117186.

² National Research Tomsk Polytechnic University,
30, Lenin Avenue, Tomsk, Russia, 634050.

The relevance of the research is caused by the need to increase the energy efficiency of activities of the oil companies «Zhiant», «Tomskaya Neft» and «VTK», while unconditionally ensuring the continuity of the technological processes of extraction and reliability of the equipment, the implementation of existing sanitary standards, and, on this basis, fuel and energy resources.

The main aim of the study is to justify the use of organizational measures to increase energy efficiency to ensure sustainable management of the technological process of oil production, all auxiliary technical processes, as well as compliance with the criteria of technological safety. The practical use of available energy efficiency reserves should be based on reliable accounting data for automated monitoring of energy consumption at oil producing enterprise, system analysis and forecasting of energy consumption and also on system analysis of sectoral energy balances (benchmarking studies).

Object: an analytical method for estimating the quantitative indicators of consumption of fuel and energy resources in the extraction of a product unit. Commercial accounting of electric power for such oil-producing enterprises of Tomsk region as «Zhiant», «Tomskaya Neft» and «VTK» is carried out by commercial meters installed on the border of the balance sheet of electrical networks, as well as by the automated system of commercial electricity metering), adopted for commercial settlements in the wholesale electricity (capacity) market. It is not enough to organize system monitoring and analysis of electricity consumption). For oil companies «Zhiant», «Tomskaya Neft», «VTK» the volume of electricity consumption for year is about 87 % among other fuel and energy resources. At the same time, the most energy-intensive technological process at oil-extracting enterprises is mechanized oil production – the share of drives of downhole pumps accounts for up to 60 % of the total electricity consumed by the enterprise.

The results. The authors have proposed the organizational measures aimed at increasing the energy efficiency of oil production.

Key words:

Energy efficiency, energy saving, benchmarking, oil production, fuel and energy resources.

REFERENCES

1. Danilov I.P., Danilova T.V. *Benchmarking kak osnova sozdaniya konkurentosposobnogo predpriyatiya* [Benchmarking as a basis for creating a competitive enterprise]. Moscow, Standarty i kachestvo Publ., 2005. 69 p.
2. Pffiffer R. Quantum Leap for Enterprises. *Meilenstein*, 2005, no. 4, p. 17. In Germ.
3. ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use». Geneva, International Organization for Standardization, 2011. 22 p.
4. GOST 31532–2012 *Enegrosberezhenie. Energeticheskaya effektivnost. Sosta pokazateley. Obshchie polozeniya* [State Standard 31532–2012 Energy saving. Energy efficiency. Composition of indicators. General provisions]. Moscow, Standartinform Publ., 2012. 12 p.
5. Bulatov A.I. *Tekhnika i tekhnologiya bureniya neftyanykh i gazovykh skvazhin* [Technique and technology of drilling oil and gas wells]. Moscow, Nedra – Business Tsentr Publ., 2003. 1007 p.
6. Bagramov R.A. *Burovye mashiny i komplekсы* [Drilling machines and complexes]. Moscow, Nedra Publ., 1988. 501 p.
7. Camp R.S. *Legalny promyshlenny shpionazh: benchmarking biznes-protsessov; tekhnologii poiska i vnedrenie luchshikh metodov raboty vashikh konkurentov* [Legal industrial espionage: benchmarking of business processes; search technologies and introduction of the best practices of your competitors]. Translated from English by O.V. Tepikh. Dnepropetrovsk, Balans-Klub Publ., 2004. 395 p.
8. Bahadori A. *Oil and gas pipelines and piping systems*. Australia, Elsevier, 2016. 627 p.
9. Mervin Fingas. *Oil spill science and technology*. Canada, GPP, 2017. 1025 p.
10. Playfoot J., Augustus S., Andrew Ph. *Education and training for the oil and gas industry*. Cambridge, Getenergy Intelligence, 2017. 113 p.
11. Murty P.S.R. *Electrical power systems*. Cambridge, BSP Books Pvt. Ltd, 2017. 814 p.
12. Selley R.C., Sonnenberg S. *Elements of petroleum geology*. San Diego, Academic press, 2015. 507 p.
13. Lohmuller B. *Benchmarking in der Praxis*. Moscow, Provokatsiya rosta, 2006. 6 p.
14. Smith C.B., Parmenter K.E. *Energy management principles*. Amsterdam, Elsevier, 2016. 410 p.
15. *Energy Efficiency and Renewable Energy in New Year Six Report. March 2001 to 2007*. Moscow, Provokatsiya rosta, 2009. 41 p.
16. *Energy Efficiency Directive. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012*. Moscow, Provokatsiya rosta, 2012. 88 p.
17. Pariy A.V. *NDT: Rossiyskiy opyt benchmarkinga* [NDT: Russian experience in benchmarking]. Moscow, Provokatsiya rosta, 2012. 59 p.
18. Lianzhong Sun. Models and tests of casing wear in drilling for oil and gas. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 2012, vol. 4, pp. 44–47.
19. Suarez N., Otubaga A., Mehrotra N., Aslanyan A., Aslanyan I., Khabibullin M., Barghouti J., Maslenikova Y. Complementing

- Production Logging with Spectral Noise Analysis to Improve Reservoir Characterisation and Surveillance. *SPWLA 54th Annual Symposium*. New Orleans, Louisiana, USA, 22–26 June, 2013. pp. 138–146.
20. Aslanyan A., Aslanyan I., Minakhmetova R., Maslennikova Yu., Karantharath R., Badar Al Hadhrami. Integrated Formation MicroImager (FMI) and Spectral Noise Logging (SNL) for the study of fracturing in carbonate reservoirs. *SPE-177616-MS*, 2015, pp. 211–217.
- Received: 28 December 2017.*

Information about the authors

Marina N. Ilina, Cand. Sc., senior researcher, Pipeline Transport Institute (LLC).

Galina F. Ilina, Cand. Sc., associate professor, National Research Tomsk Polytechnic University.