

Энергетическая эффективность технологических процессов добычи нефти

И.Д. Фаткуллин

начальник отдела техники и технологии добычи нефти¹
Fatkullin_ID@tatneft.ru

Р.И. Гарифуллин

начальник отдела оптимизации потребления энергоресурсов и сырья¹
garifullin_ec@tatneft.ru

Д.С. Грабовецкий

ведущий инженер отдела оптимизации потребления энергоресурсов и сырья¹
graboveckiy_DS@tatneft.ru

Р.Р. Ахметов

начальник отдела эксплуатации оборудования по ППД¹
ahmetovrr@tatneft.ru

Р.А. Гилязов

ведущий инженер отдела эксплуатации оборудования по ППД¹
gilayzov@tatneft.ru

¹Инженерный центр ОАО «Татнефть», Альметьевск, Россия

В настоящее время снижение затрат на электропотребление является одним из стратегических направлений в ОАО «Татнефть» и во всех крупных нефтегазодобывающих компаниях России. Механизированные скважины и система поддержания пластового давления являются основными потребителями электроэнергии. Снижение непроизводительной работы оборудования и потерь энергии в этой области должны принести максимальный эффект. Политика энергосбережения должна быть направлена в первую очередь на повышение уровня технологической работы как специалистов НГДУ, так и сервисных компаний. В статье проведена оценка эффективности потребления электроэнергии в технологических процессах добычи, проанализирована работа промышленного оборудования с точки зрения оптимальности режимов эксплуатации, определены основные направления по снижению энергозатрат.

Ключевые слова

электроэнергия, энергоэффективность, добыча нефти

Ежегодный объём электропотребления в ОАО «Татнефть» на добычу нефти составляет более 3 млрд кВтч. В последние два года наблюдается его снижение при росте объёмов добычи. При этом 50,8% составляет расход электроэнергии на механизированную добычу нефти, 34,4% — на поддержание пластового давления, на общепромысловые расходы и подготовку нефти 9,7 и 5,1% соответственно.

Несмотря на казалось бы значительные суммы, затрачиваемые ОАО «Татнефть» на электроэнергию, их доля в структуре себестоимости нефти составляет менее 4%. Следовательно, при выполнении мероприятий по энергосбережению недопустимо даже незначительное снижение уровня добычи, так как даже недоборы нефти по скважине в 0,05 т/сут. могуткратно перекрыть эффект от энергосбережения, а это значит, что политика энергосбережения должна строиться на взвешенном подходе к данному вопросу, на основе чётких требований к технологиям и просчитанных экономических эффектов. Необходимо также отметить, что потребление электроэнергии на подъём продукции находится в зависимости от потребления электроэнергии в системе поддержания пластового давления (ППД). Следовательно, мероприятия по энергосбережению должны разрабатываться комплексно, с учётом жёсткой связи между добычей и системой ППД.

С 2005 года в компании достигнуто снижение удельного электропотребления на добычу одной тонны жидкости на 2,6% (0,52 кВтч/т). Наибольшее снижение достигнуто в подготовке нефти на 13,9% (0,16 кВтч/т), в системе ППД на 3,3% (0,23 кВтч/т), в механизированной добыче жидкости на 1,9% (0,19 кВтч/т).

Рассмотрим более детально процессы добычи и закачки, как наиболее энергозатратные.

В настоящее время скважинами с УШГН потребляется более 500 млн кВтч/год или 33% от всей электроэнергии на механизированную добычу нефти. УЭЦН,

несмотря на их долю в 16% от добывающего фонда скважин, добывается 63% жидкости и потребляется 67% всей электроэнергии на механизированную добычу.

Рассмотрев энергетику процесса добычи, можно отметить, что от общего электропотребления только 27% электроэнергии расходуется на полезную работу (рис. 1), около 58% — потери, связанные с КПД применяемого оборудования (в т.ч. 10% из-за применения не самого современного оборудования), и 15% — потери, связанные с организационно-техническими причинами.

Необходимо отметить, что в последние годы увеличилась доля полезной работы из-за снижения динамического уровня, повышения линейного давления и т.д., что должно было привести к росту общего удельного электропотребления. Однако проводимые в компании мероприятия, направленные на снижение расхода электроэнергии, компенсировали данное увеличение и привели к стабилизации удельного энергопотребления на механизированную добычу нефти на уровне 10 кВтч/т.

В общей структуре потребления электроэнергии при механизированной добыче, можно выделить потери, связанные как с «проблемами технологий», так и с «организационными проблемами».

Решение «проблем технологий» наиболее легкий путь к сокращению энергопотребления, но вместе с тем и наиболее затратный, так как в большинстве случаев связано со значительными финансовыми вложениями. Так, например, наиболее значимыми (до 46% от всей энергии потребляемой УЭЦН) являются потери из-за невысокого КПД погружных установок. Применение дорогого, но более энергоэффективного оборудования позволит снизить энергопотребление на фонде УЭЦН на 9,1%, а на фонде УШГН на 2,1%.

Решение «организационных проблем» проблем наиболее предпочтительно, так как в большинстве случаев для их решения

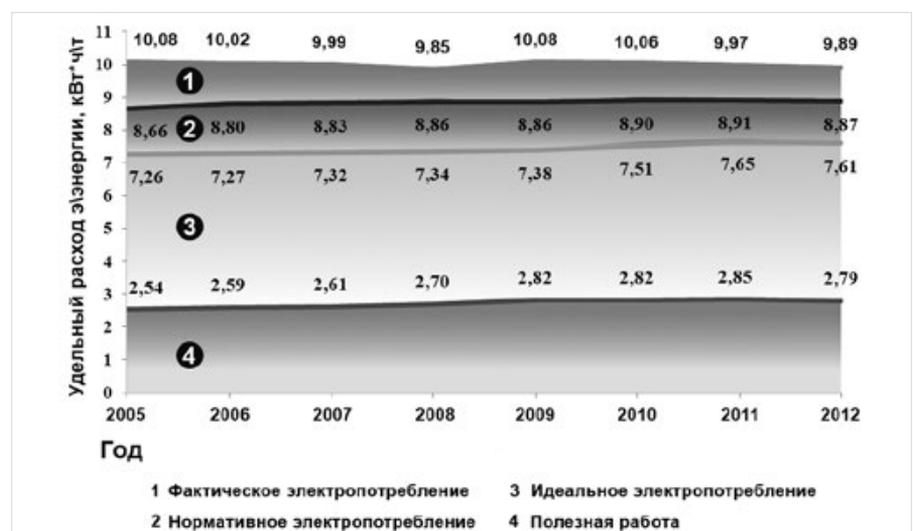


Рис. 1 — Энергетика процесса добычи нефти

достаточно повышения ответственности и компетентности исполнителей. Вместе с тем данное направление не только требует повышения качества работы с имеющимся оборудованием, но и создание достаточного оборотного его фонда, а также проведения дополнительных ПРС.

Приведём пример влияния «организационной проблемы». Некачественный подбор УЭЦН приводит к эксплуатации установок вне рабочей зоны напорно-расходной характеристики ЭЦН, либо эксплуатация с пониженными коэффициентами подачи. В результате потери электроэнергии по компании составляют более 70 млн кВтч/год (до 150 млн руб./год), и это без учёта снижения ресурса УЭЦН из-за работы вне рабочей зоны. В настоящее время в нашей компании только 64% скважин с УЭЦН эксплуатируются в рабочей зоне (в РФ, по данным профессора РГУ нефти и газа Иванковского В.Н., данная доля составляет 45%).

Другой пример. Повышенный уровень напряжения приводит к необоснованному по-вышению энергопотребления. Причём зависимость — прямо пропорциональна. Если в 2009 году на 58% скважин уровень напряжения был выше нормально допустимых пределов, то в 2012 — на 15% скважин. Для асинхронных электродвигателей с загрузкой менее 50%, которых на фонде УШГН составляет более 40%, достаточно поддерживать уровень напряжения на уровне 0,95 от номинального. Потери электроэнергии по компании составляют более 4 млн кВтч/год или 8 млн руб./год. А оптимизация уровня напряжения является мероприятием практически беззатратным.

Соотношение величин потерь от «проблем технологий» и «организационных проблем» указывает на то, что основным направлением в политике энергосбережения должно являться решение «организационных проблем», что в первую очередь осуществляется через повышение уровня технологической работы как специалистов НГДУ, так и сервисных компаний. При этом нельзя оставлять без внимания разработку и внедрение новых энергоэффективных технологий.

В последние годы начата интенсивная работа по решению «проблем технологий», которые уже дают результаты. Это внедрение как собственных разработок (делители фаз, цепные привода, периодическая эксплуатация

скважин), так и предлагаемых на рынке готовых решений (низковольтные конденсаторы, вентильные ПЭД для ЭЦН и ЭВН).

Для решения «организационных проблем» в компании разработаны руководящие документы, в которых рекомендованы величины основных параметров, режимов работы оборудования и др., способствующие энергосбережению.

Организован мониторинг выполнения мероприятий и исполнения руководящих документов через оценку в процессе рейтингования НГДУ (оптимизация параметров СК, повышение коэффициента подачи, уровень напряжения, коэффициент мощности и т.д.).

Если предположить, что условия разработки с 2005 года не изменялись, то удельный расход электроэнергии на механизированную добычу нефти так же остался бы на том же уровне. Но изменение динамических уровней, устьевых давлений и других факторов должно было привести к росту удельного расхода электроэнергии. Сегодня эта величина составляла бы 10,54 кВтч/т (рис. 2). Однако проводимые в компании мероприятия, направленные на снижение расхода электроэнергии, скомпенсировали данное увеличение и привели к стабилизации удельного энергопотребления на механизированную добычу нефти на уровне 9,9 кВтч/т.

Наибольший эффект внесли организационно-технические мероприятия, а не внедрение энергоэффективного оборудования. На долю мероприятий по оптимизации параметров СК и мероприятий по повышению коэффициентов подачи насосов приходится более 60% от полученного эффекта. Данный факт позволяет сделать вывод о необходимости в первую очередь начать оптимально применять существующее оборудование и повысить технологическую дисциплину на местах.

Вторым по энергоёмкости в технологическом процессе разработки месторождений является система поддержания пластового давления. Расход электроэнергии на закачку воды в пласт в среднем составляет 34% от общего потребления на добычу нефти, и в 2012 г. он составил 1,04 млрд кВтч.

С целью оценки эффективности эксплуатации системы ППД были проанализированы все этапы расхода электроэнергии, начиная от насосных агрегатов очистных сооружений

УКПН, до призабойной зоны пласта нагнетательной скважины. По результатам анализа было выявлено, что на полезную работу приходится всего 20% от общего потребления электроэнергии на закачку воды в пласт или 213 млн кВтч. Основными составляющими потерь электроэнергии в системе ППД являются (рис. 3):

- износ и конструктивные особенности насосов динамического действия;
- гидравлические потери в водоводах;
- дросселирование штуцерами, установленными на скважинах;
- дросселирование выкидными задвижками;
- потери в призабойной зоне пласта.

С целью снижения данных потерь, по каждому НГДУ разработаны и утверждены мероприятия:

- капитальный ремонт и оптимизация насосных агрегатов;
- оптимизация системы ППД путём группирования (расшивки) скважин по устьевым давлениям;
- внедрение частотно-регулируемых электроприводов (ЧРЭП);
- внедрение модернизированных станций управления возбуждения синхронных электродвигателей.

В начале 2011 года были начаты экспериментальные работы по снижению энергозатрат в системе ППД, проведены необходимые расчёты по группированию нагнетательных скважин по устьевым давлениям, подбору и оптимизации насосных агрегатов на КНС 40-40м и 7-7а. Реконструкция данных объектов завершилась в июне 2011 года. С момента внедрения мероприятий годовое потребление электроэнергии на данных объектах снизилось в среднем на 385,4 тыс. кВтч. В ходе разработки и выполнения данных мероприятий были определены требования к исходным данным и последовательность проведения работ, которые впоследствии были заложены в новый РД «Инструкция по выбору и расчёту экономически обоснованного комплекса мероприятий по оптимизации потребления электроэнергии в системе ППД ОАО «Татнефть».

По состоянию на 01.05.2012 снижение энергозатрат от внедрения мероприятий в целом по компании составило 2,2 млн кВтч.

Следующее перспективное направление снижения энергозатрат — внедрение

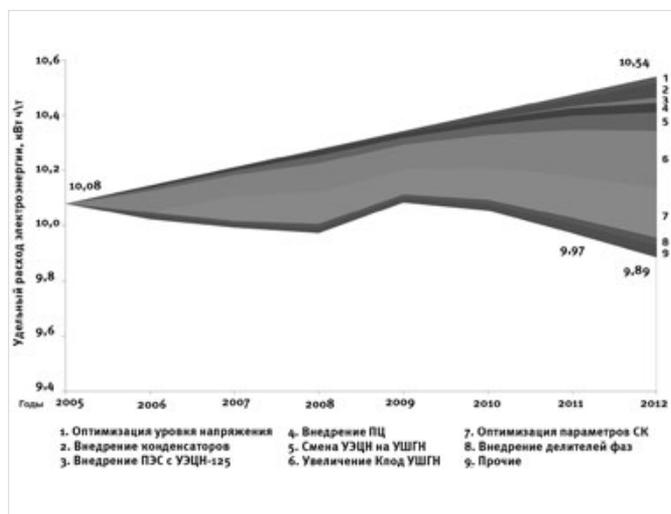


Рис. 2 — Удельный расход электроэнергии на механизированную добычу нефти

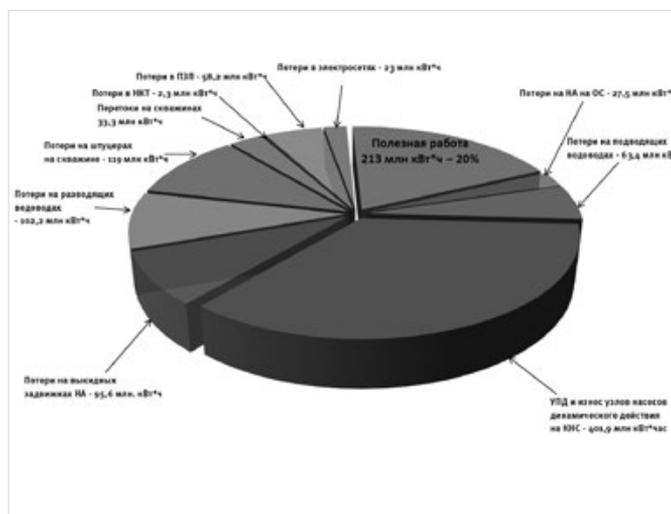


Рис. 3 — Основные составляющие потерь электроэнергии в системе ППД

насосных агрегатов объёмного действия. В 2011 году на 2-х КНС НГДУ «Альметьевнефть» и «Елховнефть» были внедрены два плунжерных насоса фирм «КАМАТ» и «WEPUKO». За период эксплуатации КПД насосов «КАМАТ» и «WEPUKO» составил 84 и 82% соответственно, что говорит об их высокой энергоэффективности.

При этом удельное потребление электроэнергии в среднем в 2 раза ниже, чем у ЦНС-63 и ЦНС-40, которые ранее эксплуатировались на данных объектах (рис. 4 и 5).

Для оценки потенциального фонда внедрения плунжерных насосов и дальнейшего снижения потерь были проанализированы все КНС нашей компании. Из-за высокой стоимости плунжерных насосов, а вследствие этого большого срока окупаемости, был определён диапазон внедрения производительностью от 750 до 1200 м³/сут. Результаты расчётов показали целесообразность внедрения насосов объёмного действия на 30-ти КНС. Экономия электроэнергии в целом составит — 20,6 млн кВтч в год, при сроке

окупаемости от 6,1 до 12 лет.

Таким образом, в общем по направлениям добычи и ППД можно говорить о потенциальной возможности сокращения потребления электроэнергии в 846 млн кВтч/год (27,7% от всего потребления компании на добычу нефти).

При этом сокращение в 559 млн кВтч/год (18,3%) можно обеспечить за счёт решения «организационных проблем» и 287 млн кВтч/год (9,4%) за счёт «технологических проблем».

Вместе с тем, даже в случае проведения всех мероприятий, направленных на решение проблем, как «технологических», так и «организационных» возможное снижение годовых затрат на электроэнергию на 1,62 млрд руб. (1% от затрат на добычу нефти).

Кроме того, на величину затрат на электроэнергию оказывает обводнёность продукции скважины (при условии поддержания уровня добычи нефти).

Так, например, рост обводнённости на 1% в сравнении с текущей, приведёт к

увеличению затрат на электроэнергию на 400 млн руб. (+6,3%), а снижение обводнённости на 1% — к их сокращению на 360 млн руб. (-5,6%), при условии сохранения объёмов добычи нефти, что говорит о важности «геологических проблем».

Итоги

Следовательно, необходимо разрабатывать стратегию снижения затрат на электроэнергию с учётом стоимости на её выполнение в первую очередь с упором на решение «организационных», «геологических», а также «технологических» проблем через рейтинг мероприятий по соотношению цена-результат.

Выводы

Необходимо разрабатывать стратегию снижения затрат на электроэнергию с учётом стоимости на её выполнение, акцентируя в первую очередь на решение «организационных», «геологических», а также «технологических» проблем через рейтинг мероприятий по соотношению цена-результат.

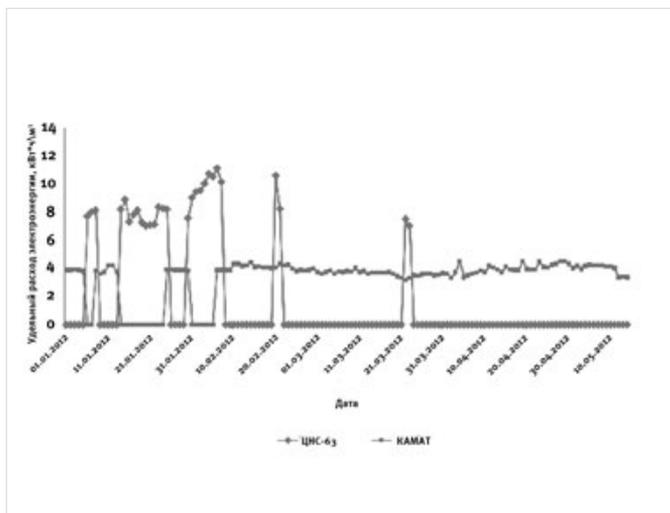


Рис. 4 — Удельное потребление электроэнергии после внедрения насосных агрегатов объёмного действия КАМАТ

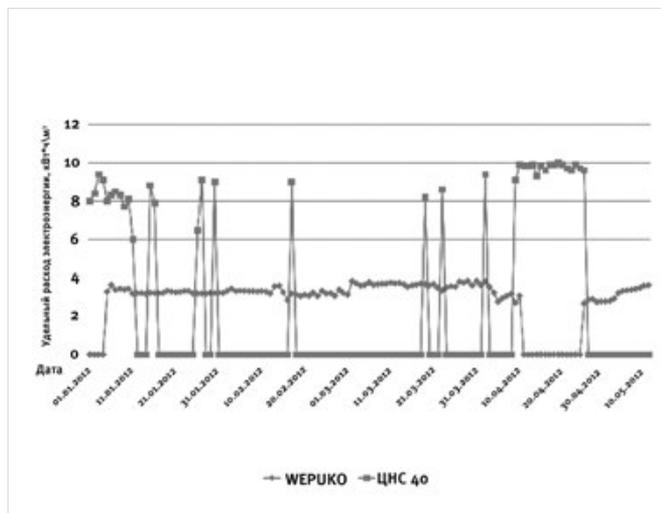


Рис. 5 — Удельное потребление электроэнергии после внедрения насосных агрегатов объёмного действия WEPUKO

ENGLISH

OIL PRODUCTION

Energy efficiency of oil production processes

UDC 622.276.53:622.276.43:621.311.003

Authors:

Il'nur D. Fatkullin — head of engineering and petroleum engineering¹; Fatkullin_ID@tatneft.ru

Robert I. Garifullin — head of the optimization of energy consumption and raw materials¹; garifullin_ec@tatneft.ru

Dmitry S. Grabovetsky — leading engineer in the optimization of energy consumption and raw materials¹; graboveckiy_DS@tatneft.ru

Akhmetov R. Ruslan — head of the operation of the equipment for maintenance of reservoir pressure¹; ahmetovrr@tatneft.ru

Rafis A. Gilyazov — leading engineer in the operation of the equipment for maintenance of reservoir pressure¹; gilyazov@tatneft.ru

¹Engineering Center of OJSC "Tatneft", Almetyevsk, Russian Federation

Abstract

Currently, reduce the cost of power consumption is one of the strategic directions of "Tatneft" and all major oil and gas companies in Russia. Mechanized wells and reservoir pressure maintenance system are the major consumers of electricity. Reducing unproductive work equipment and energy losses in this area should bring maximum effect. Energy conservation policy should be aimed primarily at improving the technological work as professionals of OGPD and service companies. The paper assessed

the effectiveness of energy consumption in production processes, analyzed the work of fishing gear from the point of view of optimal operating conditions, the main directions to reduce energy consumption.

Results

It is therefore necessary to develop a strategy to reduce energy costs to the cost of its execution in the first place, with a focus on solving "organizational", "geological" and "technological" problems by rating measures the ratio of price-result.

Conclusions

It is necessary to develop a strategy of reducing the energy consumption cost taking into account the cost of its execution, focusing primarily on solving "organizational nature", "geological" and "technological" challenges through the implementation activities rating based on the price-result ratio index.

Keywords

energy, energy efficiency, oil