



ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В НЕФТЕДОБЫЧЕ

Чердынцев Е.Ф.,
Рольгейзер Ю.Д.,
ОАО «НТЦ «Энергосбережение», г. Тюмень

По инициативе Управления энергетики ОАО «Сургутнефтегаз» в конференц-зале института «СургутНИПИнефть» (г. Сургут) прошла научно-техническая конференция «Пути повышения энергоэффективности в нефтедобыче». Целью конференции являлось обсуждение проблем и поиск путей повышения энергоэффективности в добыче нефти и газа на предприятиях ОАО «Сургутнефтегаз».

Организаторы конференции: ОАО «Сургутнефтегаз», институт «СургутНИПИнефть» (г. Сургут), ОАО «НТЦ «Энергосбережение» (г. Тюмень).

Активное участие в организации конференции приняли: ФУГП НПО «Автоматика» (г. Екатеринбург), ООО «НТЦ «Приводная техника» (г. Челябинск), ЗАО «Сибпромкомплект» (г. Тюмень).

На конференции выступили с актуальными докладами учёные и ведущие специалисты научно-производственных компаний городов Сургут, Екатеринбург, Тюмень, Челябинск, Москва, а так же учёные старейших Уральских ВУЗов международного значения. В работе конференции приняли участие более ста специалистов ОАО «Сургутнефтегаз».



Сегодня ОАО «Сургутнефтегаз» разрабатывает 51 нефтегазовое месторождение, а до конца 2009 года будет введено в эксплуатацию еще 5 месторождений, в том числе одно в Якутии (Алинское месторождение). С вводом новых объектов увеличится объемы потребления энергоресурсов.

В направлении снижения энергоемкости производства важная роль отводится энергосберегающим технологиям. Планирование энергосберегающих программ должно быть отнесено к приоритетным задачам акционерного общества, являясь одновременно и основным методом обеспечения энергетической безопасности компании для сохранения стабильных доходов от реализации углеводородного сырья и продукции. Комплексный подход в реализации программы энергосбережения позволяет приблизиться к достижению цели, решая поставленные задачи.

Известно, что в нефтедобыче весомая доля затрат приходится на энергопотребление, поэтому особое внимание в ОАО «Сургутнефтегаз» уделяется поиску резервов снижения затрат на энергоснабжение нефтепромысловых объектов. Главный упор делается на максимальное использование собственных ресурсов, в том числе попутного

нефтяного газа и на обеспечение максимально рационального потребления как электрической, так и тепловой энергии.



В настоящее время, материалы и топливно-энергетические ресурсы в ОАО «Сургутнефтегаз» составляют свыше 17% всех затрат, поэтому вопрос рационального использования ресурсов всегда был и остается актуальным.

Сегодня, когда в условиях падения цены на нефть и при отсутствии положительных прогнозов на обозримое будущее, снижение себестоимости продукции имеет определяющее значение (из доклада **Буланова А.Н. – главного инженера – первого заместителя генерального директора ОАО «Сургутнефтегаз»**).

Вовлечение в разработку месторождений со сложными геологическими условиями, эксплуатация высокообводненных месторождений на заключительной стадии с одновременным ростом цен на электроэнергию ставит нефтегазодобывающие предприятия в непростые экономические условия. Чрезвычайную актуальность приобретают:

- оптимизация процессов разработки нефтяных залежей,
- осуществление комплекса технических, организационных и экономических мероприятий по снижению энергопотребления,
- создание новых систем контроля и учета, максимально обеспечивающих энергосбережение в добыче нефти (из доклада **Кривошеева В.М. – главного энергетика - начальника управления энергетики ОАО «Сургутнефтегаз»**).



По мнению **Мамутина В.С. (главный инженер института «СургутНИ-Пинефть» ОАО «Сургутнефтегаз»)** повышение показателей энергоэффективности в нефтедобыче включает вопросы повышения уровня использования попутного нефтяного газа, применения энергосберегающих технологий и оборудования в теплоэнергоснабжении объектов обустройства месторождений.

В области электроснабжения одним из путей повышения энергоэффективности является применение устройств плавного пуска двигателя и преобразователей частоты.

В процессе разработки месторождения необходимо учитывать то, что в начале разработки объемы добычи нефти небольшие, затем следует рост, после которого следует спад. Установка насосов перекачки нефти сразу на максимальные объемы перекачки приводит к тому, что на первом и последнем этапах разработки месторождения электродвигатель недогружен, потребляет большие реактивные мощности, из-за чего перегревается. Самое простое решение этой проблемы – производить замену насосных агрегатов по мере роста (спада) перекачки. В последнее время применяется наиболее прогрессивный способ – регулирование скорости вращения электродвигателей при помощи преобразователей частоты.

Применение устройств этих устройств позволяет выполнять плавный пуск электродвигателей и ограничивать пусковые токи до 2-2,5 кратности и менее (по сравнению с 5-7 кратным прямым пусковым током), а так же снять ограничения по повторному пуску электродвигателя в ближайшие 10-20 минут.

Ко всему прочему применение указанных систем позволяет облегчить автоматизацию и управление насосными агрегатами.

Пути повышения энергоэффективности в нефтедобыче в своём докладе изложил **Чердынцев Е. Ф. (генеральный директор ОАО «НТЦ «Энергосбережение», г. Тюмень)**. Сегодня существует отчетливое понимание того, что, прогресс цивилизации связан с

института





освоением все новых объемов, видов и качества энергоресурсов. В течение прошедшего столетия энергопотребление увеличилось более чем в 5 раз. Значит будут и далее расти расходы связанные с добычей, переработкой и потреблением энергоресурсов, будут расти негативные воздействия энергетики на окружающую среду, а следовательно будут нарастать усилия и затраты по ограничению и снижению этого воздействия. Современная Россия – это формирование определенной системы и структуры по рациональному снабжению и потреблению энергии, которую можно обозначить как проблему энергосбережения.

Необходимость активного энергосбережения сегодня становится понятной многим, а может быть большинству. Место энергетики в современном мире сегодня определяется не только огромными объемами перерабатываемых энергоресурсов, но и неизмеримым количеством агрегатов, установок, трубопроводов, ЛЭП, машин и механизмов, сложностью, быстродействием и потенциальной опасностью технологических процессов, их глобальным воздействием на окружающую среду, а главное ни с чем не сравнимыми простотой, надежностью и качеством обеспечения конечными видами энергии – электричеством и теплом – в любой момент времени.

ТЭК станет основным определяющим фактором энергетического развития России до 2030 года. Изобилие дешевых энергоресурсов за многие десятилетия породило негативную тенденцию энергорасточительности. Техника и технологии, различные системы управления создавались и проектировались на российских предприятиях в эпоху «дешевой» энергии, их энергоэкономические показатели соответствовали требованиям и приоритетам того периода.

Сегодня в условиях устойчивого баланса между производством и потреблением основных энергоресурсов, возникла острая необходимость повышения показателей энергоэффективности и снижения удельной энергоемкости ВВП. Достижение этих целей возможно путем внедрения в добычу энергоэффективных технологий, замены устаревших агрегатов, машин и механизмов на новые энергоэкономичные. Это и есть путь энергосбережения – дело для всех и польза для каждого.

Энергосбережение превратилось в экономико-хозяйственное явление, где энергию из одного вида приходится преобразовывать в другой, при этом необходимо делать это эффективно, экономя энергоресурсы.

Видимо, не за горами то время, когда в команде главного энергетика появится его первый заместитель – энергоменеджер, со своей командой, на которую найдутся средства для ее содержания и которая будет эффективно управлять потоками всех видов энергий. Что наш взгляд и делается сегодня в ОАО «Сургутнефтегаз».

Специалисты **НТЦ «Приводная техника» (г. Челябинск)** и **НТЦ «Энергосбережение» (г. Тюмень)** предлагают оснащать основные механизмы современных буровых установок **частотно-регулируемыми электроприводами переменного тока с большой глубиной регулирования по скорости**. Регулируемые электроприводы способствуют повышению надежности механизмов, за счет упрощения кинематических систем передач, обеспечения плавности пуска и ограничения моментов нагрузки механизмов, позволяют резко повысить производительность буровой установки, что имеет большое экономическое значение. Высокий технико-экономический эффект достигается также за счет увеличения КПД, облегчения монтажа и транспортировки, улучшая условия труда.

При работе двигателя с преобразователем частоты на малых скоростях (что в конечном итоге равнозначно - малым напряжениям) двигатель потребляет максимальный ток со звена постоянного тока преобразователя, т.е. с емкостей, а не из питающей сети как электропривод постоянного тока; выпрямитель подзаряжает звено постоянного тока небольшим значением сетевого тока, благодаря чему, что при работе двигателя на малых скоростях коэффициент мощности ($\cos\varphi$) составляет 0,93, дальность линии электропередачи может быть увеличена. Идея получила уже практическую реализацию, буровые установки, управляемые дистанционно посредством частотного преобразователя уже успешно зарекомендовали себя в НГДУ «Нижневартовскнефтегаз» ОАО «ТНК-ВР».

Одной из самых актуальных тем, по мнению специалистов ОАО «Сургутнефтегаз», стала тема борьбы с паразитными гармониками в сети, вызванные несоответствием качества электрической энергии установленному ГОСТу России.

Согласно аргументам, приведённым **Алексеевым А.А. (к.т.н., заведующий кафедрой «Теоретическая электротехника и технологии электроснабжения» электротехнического факультета УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург)**, соответствие качества электроэнергии ГОСТу 13109-97 не даёт гарантии отсутствия потерь мощности. В соответствии с ГОСТом все контролируемые показатели качества электроэнергии относятся к напряжению. Однако, как показывают многочисленные исследования, это далеко не всегда дает оценку необходимости и эффективности тех или иных способов регулирования качества. Например, при повышенных уровнях несинусоидальности тока, в проводящих частях появляются иногда значительные дополнительные потери активной мощности и дополнительные потери напряжения, обусловленные



проявлением эффекта вытеснения в проводниках. Реальные измерения показывают, что дополнительные потери мощности могут достигать значений от 2 до 30 %. Это приводит к тому, что предприятия несут дополнительные расходы при оплате электроэнергии.

Профессор **Хохлов Ю.И. (д.т.н., член-корреспондент АЭН РФ, декан энергетического факультета ЮУрГУ, г. Челябинск)** проведя анализ энергетических характеристик систем электроснабжения (СЭС), построенных на основе современных устройств преобразовательной техники, и качественных показателей электроэнергии в этих системах, непосредственно влияющих на энергоэффективность процесса добычи нефти и газа, рекомендует искать пути повышения энергетических показателей и нормализации качества электрической энергией в СЭС.

Одним из способов решения проблемы **Хохлов Ю.И.** считает внедрение новой СЭС, которая реализуется с использованием общего многофазного компенсированного

выпрямителя с фильтрацией в коммутирующие конденсаторы нечетнократных (преимущественно пятой; и седьмой) гармоник токов шестифазных преобразовательных блоков и ряда автономных инверторов напряжения с синусоидальной ШИМ. На вход такой СЭС подается синусоидальное напряжение питающей сети. На выходе системы реализуется многочастотный режим, обеспечивающий нормальную работу асинхронных двигателей нефтегазодобывающего комплекса.



Применение простого диодного многофазного компенсированного выпрямителя обеспечивает надежную полную компенсацию реактивной мощности в питающей сети при малой установленной мощности компенсирующего устройства за счет работы его на частотах 250 и 350 Гц непосредственно в месте потребления реактивной плотности. Уровень гармонического воздействия на питающую сеть снижается до нормируемой величины. За счет включения компенсирующего устройства внешняя характеристика выпрямителя приобретает вид характеристики источника ЭДС, что обеспечивает стабилизацию напряжения на входе инверторов, а, следовательно, повышает производительность комплекса вследствие увеличения активной мощности, передаваемой на асинхронные двигатели без повышения полной мощности. Преобразование частоты при наличии двухпроводной сети постоянного тока осуществляется только инверторами, что существенно, упрощает СЭС.

Следует заметить, что целесообразность предлагаемого компенсированного выпрямителя подтверждена опытом эксплуатации на предприятиях цветной металлургии и химической промышленности. Производство автономных инверторов напряжения уже освоено промышленностью.

К основным факторам, влияющим на качество электроэнергии, **Чайка Д.В. (к.т.н., менеджер по проектам ООО «АББ Индустрии и Стройтехники», г. Москва)** относит следующие:

- гармоники;
- реактивная мощность;
- несимметрия нагрузок.

Наличие высших гармоник в сети приводит к ложным срабатываниям автоматических выключателей и предохранителей, увеличению тепловых потерь в оборудовании, перегрузке установленных конденсаторных батарей.

К основным способам снижения отрицательного воздействия низкого качества электроэнергии на работу потребителей можно отнести:

- избыточное увеличение мощности элементов системы электроснабжения;
- использование трансформаторов специального назначения;
- использование последовательных пассивных фильтров;



- использование специальных систем управления электродвигателями большой мощности (4-х квадрантные электроприводы переменного тока с активным выпрямителем);
- автоматические конденсаторные установки с защитными реакторами;
- быстродействующие фильтрокомпенсирующие устройства (ФКУ);
- активные фильтры.

Одной из основных причин снижения качества электрической энергии в сетях, **Мансуров В.А. (технический директор ООО «Горизонт» (г. Екатеринбург))**, называет **гармоники тока**.

Технический прогресс привел к появлению относительно дешевых силовых диодов, тиристоров и других силовых полупроводников. Их, широкое использование в выпрямительных цепях, статических преобразователях, устройствах плавного пуска, изменили картину формы тока и напряжения в электросетях. Хотя твердотельные элементы существенно улучшили надежность и КПД устройств потребителя, они, также, создали проблему генерации гармоник тока в сети. Гармоники тока из-за сопротивления линии и трансформаторов, приводят к возникновению гармоник напряжения.

Гармоники – это продолжительные возмущения или искажения в электрической сети, имеющие различные источники и проявления, такие как импульсы, перекося фаз, броски и провалы, которые могут быть категоризованы как переходные возмущения.

Высшие гармоники тока и напряжения вызывают дополнительные потери активной мощности во всех элементах системы электроснабжения: в линиях электропередачи, трансформаторах, электрических машинах, статических конденсаторах, так как сопротивления этих элементов зависят от частоты.

Экономический ущерб, обусловленный низким качеством электрической энергии, условно можно разделить на две составляющие: коммерческую (учитываемую приборами учета) и технологическую.

К последней можно отнести потери связанные со снижением ресурса, отказами оборудования, погрешностью счетчиков (до 10%).

Исследования влияния качества электроэнергии на работу электрооборудования показали, что при нарушении нормативных показателей качества электроэнергии (КЭ) происходит сокращение срока службы:

1. Силовых трансформаторов 10/0,4 — в 1,2-1,8 раза;
2. Асинхронных электродвигателей — в 1,5-2,5 раза;
3. Приводов, УПП и ПЧ — в 2,0-4 раза.

Способы снижения несинусоидальности напряжения можно разделить на три группы:

1. выделение нелинейных нагрузок на отдельную систему шин или подключение нелинейной нагрузки к системе с большей мощностью короткого замыкания;
2. применение оборудования, характеризующегося пониженным уровнем генерации высших гармоник, например «ненасыщающихся» трансформаторов и многофазных вентильных преобразователей;
3. использование фильтров: пассивных узкополосных резонансных фильтров, фильтрокомпенсирующих или фильтросимметрирующих устройств.

Фильтр гармоник это устройство, которое подавляет и потребляет гармоники, генерируемые различным оборудованием. В общем случае, он состоит из резистора, катушки индуктивности (реактора) и конденсатора. Типовой фильтр гармоник состоит из одиночных шунтирующих фильтров для гармоник низкого порядка (3-15 я). Эти фильтры настроены на частоту гармоник, которую они подавляют. (На практике фильтр настраивают на более низкую частоту ~ -4-7%, для сохранения работоспособности при уходе параметров элементов фильтра за счет старения или от температуры). Для гармоник более высокой частоты, устанавливаются дополнительные RC-фильтры. Так как на частоте 50 Гц, фильтр ведет себя как конденсатор, его емкость должна учитываться в общей емкости конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности.

К энергосберегающим технологиям **Мамутин В.С.** отнёс электрообогрев трубопроводов ДНС, КНС, УПСВ и других нефтегазопромысловых систем нефтесбора и закачки воды в пласт. Данная технология имеет значительное преимущество перед обогревом водяными теплоспутниками. Затраты на энергоносители, приведенные к 1 п.м. трубы меньше в 2 раза, эксплуатационные затраты на обслуживание и ремонт сведены к минимуму, значительно снижаются теплотери с поверхности трубы (в среднем в 15 раз), процесс полностью автоматизирован. Для снижения энергопотерь, необходимо так же использовать качественную изоляцию.

На тему качества изоляционных материалов, применяемых для изоляции трубопроводов выступил **Префилов В.П. (первый заместитель генерального директора ЗАО «Сибпромкомплект», г.Тюмень)**.

Наибольшее распространение в мировой практике теплоизоляции нефтегазотранспортных систем получили вспененные полимерные материалы. ЗАО «Сибпромкомплект» применяет для этой цели наиболее качественные и сравнительно недорогие пенополиуретаны отечественного производства, не уступающие по эффективности зарубежным аналогам. Материал химически стоек к нефти, природному газу, газовому конденсату, нефтепродуктам всех видов, надежно работает в интервале температур от



минус 110 град С до плюс 146 град С, прочен, обладает высокими теплоизоляционными свойствами, малой водо- и паропроницаемостью (т.е. выполняет частично и функции антикоррозионного покрытия), повышенной адгезией к поверхности изолируемых изделий. Неслучайно трубопроводы с таким покрытием сохраняют свою дееспособность в течение 30 и более лет, о чем свидетельствует опыт эксплуатации аналогичных систем в западноевропейских странах.

ОАО «НТЦ «Энергосбережение» совместно с ЗАО «Сибпромкомплект» разрабатывает и производит трубопроводы в заводской изоляции с предварительно смонтированной на них системой электрообогрева, основанной на принципе «скин-эффекта», а так же индукционно-резистивного нагрева.

Результатом работы конференции стал итоговый документ, который разрабатывался специалистами управления энергетики ОАО «Сургутнефтегаз» и института «СургутНИПИнефть», утверждённый Булановым А.Н.

В числе решений, принятых ОАО «Сургутнефтегаз» по результатам конференции, прозвучали следующие:

1. На основании информации от энергетических предприятий и доклада НТЦ «Приводная техника» «Предотвращение аварий электродвигателей при их питании через преобразователи частоты» следует:

а) провести энергообследование правильности применения существующих частотных преобразователей для питания электродвигателей насосных агрегатов на объектах нефтедобычи ОАО «Сургутнефтегаз»;

б) по результатам обследования, в целях сокращения числа аварий и непредвиденных остановок технологического оборудования разработать по каждому объекту мероприятия по устранению выявленных нарушений, приводящих к выходу из строя электродвигателей, преобразователей частоты и кабелей. Что значительно снизит потери финансовых ресурсов, затрачиваемых на ремонты, и повысит энергоэффективность в нефтедобыче.

2. В качестве пилотного проекта провести модернизацию одной буровой установки с переводом всех её приводов на питание от инверторов напряжения, запитав их от компенсированного выпрямителя с фильтрацией в коммутирующие конденсаторы нечетнократных гармоник токов. Такая модернизация позволит: а) увеличить производительность буровой установки и ее надежность; б) снизить энергопотребление в бурении и увеличить длину питающей ЛЭП от подстанции до буровой в 1,5 раза; в) улучшить условия работы бурильщика.

3. Для борьбы с паразитными гармониками в электрических сетях 6÷10 кВ, основным источником которых являются электроприводы буровых установок и регулируемый привод погружных насосов на кустах скважин необходимо планировать и финансировать работы по оперативным комплексным измерениям гармонических составляющих и их форм в непосредственной близости от потребителей и в узлах нагрузок одновременно, с интервалом в доли секунд. На основе обработки полученной информации подобрать или разработать типовые фильтрокомпенсирующие устройства подавляющие и потребляющие гармоники, при этом уменьшающие перетоки реактивной мощности в сети, не допускающие появления резонансов между индуктивностями и ёмкостями в системе. Эти меры повысят качество сети питания, у Потребителей доведут параметры напряжений и токов до значений по ГОСТ 13109-97, обеспечат компенсацию реактивной мощности, продлят срок службы электрооборудования, исключат дополнительные (до 30%) потери мощности в сети и расходы на оплату электроэнергии.