

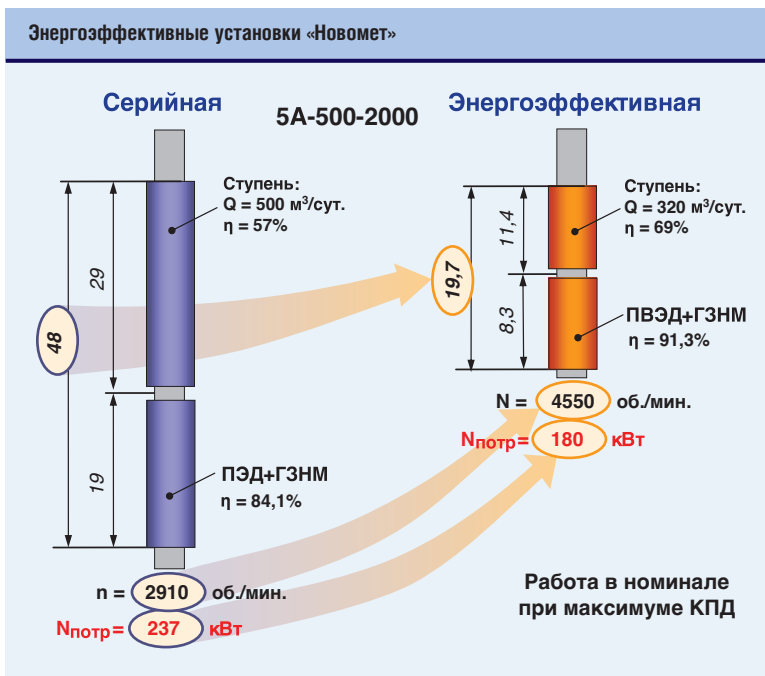


ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ УСТАНОВОК «НОВОМЕТ»



ПАВЕЛ ХАРЛАМОВ

Инженер аналитического отдела
ООО «Новомет-Сервис»



В рамках настоящего выступления хотелось бы представить результаты эксплуатации энергоэффективных установок «Новомет», и основной акцент в данном докладе сделать на вопросах надежности данного оборудования.

По результатам внедрения энергоэффективных установок по всем нефтяным компаниям был получен положительный эффект по снижению энергопотребления

Необходимо отметить, что основные задачи, которые мы ставили перед собой при разработке данного оборудования, — это то, что новые установки, во-первых, должны позволить снизить потребление электроэнергии на уровне 20–25%, при этом их надежность должна, как минимум, не уступать надежности серийных установок.

Последнее особенно важно, поскольку в основном данные установки работают на повышен-

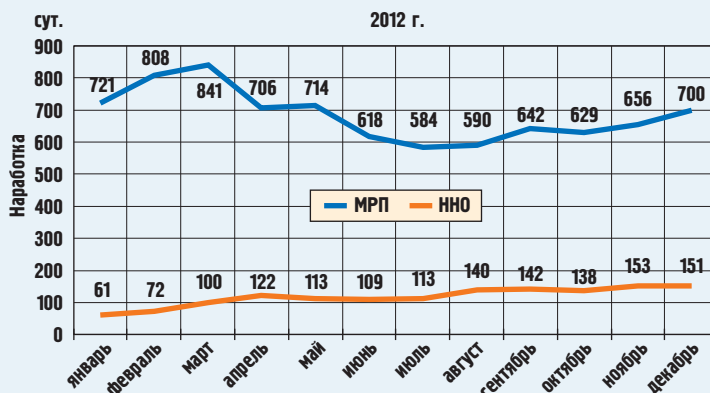
ных оборотах — от 3600 до 5000 об/мин и работа в таких условиях не должна приводить к снижению уровня наработок до отказа.

Внедрение данного оборудования началось в 2011 году (см. «Энергоэффективные установки «Новомет»). С тех пор были проведены масштабные промышленные испытания во многих нефтяных компаниях с целью определения эффекта по снижению потребления электроэнергии. Можно ска-

зать, что по итогам их проведения по всем нефтяным компаниям получен средний эффект по снижению удельного расхода электроэнергии на уровне 25–30%, о чем в прошлом году и доложил Д.Н.Мартышев.

В настоящем же докладе основной акцент мы хотим сделать именно на надежности энергоэффективных установок. Для этого рассмотрим один из проектов, где состоялось их массовое внедре-

Динамика показателей ННО и МРП энергоэффективных УЭЦН



ние и где среди прочего было обеспечено наше фирменное сервисное сопровождение.

К настоящему времени этих установок было запущено 279 штук в широком диапазоне типоразмеров. Большая часть, а именно 160 установок, сейчас находится в работе, 119 установок было поднято.

Приведу динамику показателей, традиционно применяемых в нефтяных компаниях, таких как наработка на отказ и межремонтный период (см. «Динамика показателей...»): на конец 2012 года ННО по данному оборудованию составила 151 сутки, МРП — 700 суток; разница между этими показателями более чем в четыре раза.

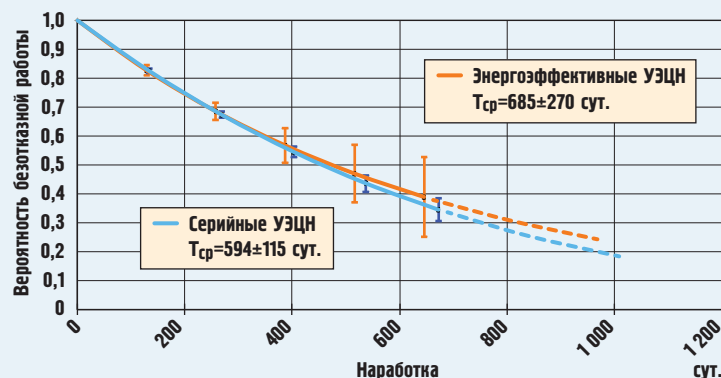
Возникает вопрос: а какой реальный уровень наработок способно обеспечить данное оборудование? Наш ответ состоит в том, что если мы говорим о надежности именно оборудования, а не фонда скважин, то для данной оценки необходимо применять соответствующие методы статистической теории надежности.

На нашем предприятии для этих целей используется специальная программа «NovometStat-Pro», неоднократно представляемая вашему вниманию, в основу которой эти вычислительные алгоритмы и заложены.

Расчет, проведенный по данному проекту, показывает, что текущий уровень наработок составляет 685 суток. Важно отметить, что данный подход еще автоматически определяет и вид графика функции вероятности безотказной работы, имеющего простой физический смысл — это доля оборудования, которое отработает без отказа при определенной наработке. Можно сказать еще проще: чем выше лежит этот график, тем надежнее оборудование (см. «Сравнение общей надежности...»).

Аналогичные расчеты были нами проведены и для серийных установок, запущенных в эксплуатацию за тот же самый период на том же самом фонде скважин. Видно, что в пределах доверительных интервалов общая надежность и энергоэффективных, и серийных установок находится на одном уровне.

Сравнение общей надежности серийных и энергоэффективных УЭЦН



Мы традиционно разделяем общую надежность, которая связана с отказами УЭЦН по любым причинам, на две составляющие. Первая — это эксплуатационная надежность, которая определяет уровень наработок оборудования до подъема по эксплуатационным причинам, таким как недостаточность притока, отложение солей, засорение рабочих органов и т.д..

Вторая — это конструкционная надежность, которая определяется исключительно отказами по вине оборудования, такими как некачественное изготовление, возможно, какая-то недоработка конструкции, износ рабочих органов.

Структура эксплуатационных отказов по энергоэффективным установкам говорит о гораздо меньшей доле отказов по причине отложения солей и гидратов. Это связано с повышенным уровнем КПД этих установок, соответственно, их меньшим нагревом, что снижает вероятность возник-

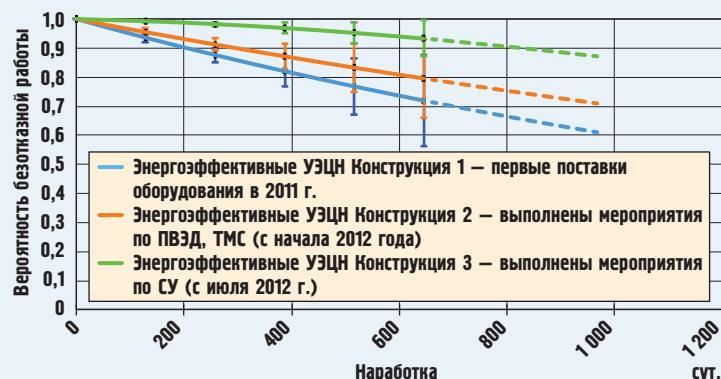
новения таких отказов. Также по ним меньше отказов по причине влияния газа, что объясняется, прежде всего, работой этих установок на повышенных оборотах.

В среднем снижение удельного расхода электроэнергии за счет применения энергоэффективных установок составило порядка 25–30%

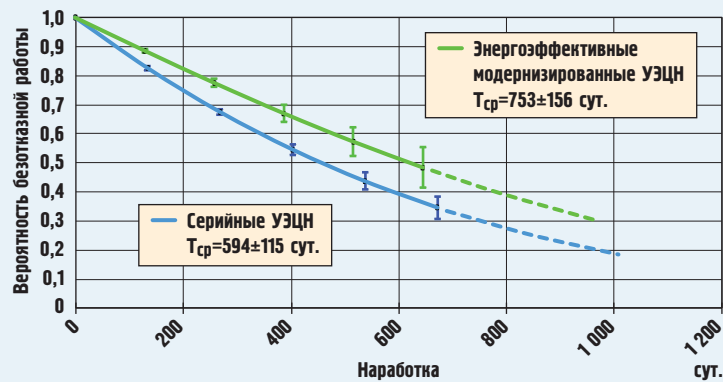
За время эксплуатации у нас был зафиксирован только один отказ энергоэффективной установки по причине отложения солей. В сравнимой по номинальной подаче группе по серийным установкам этих отказов было почти в три раза больше.

К сожалению, на малых подачах у нас работает не так много энергоэффективных установок, чтобы можно было сделать объективные выводы. Поэтому особый интерес представляет то, как

Конструкционная надежность



Общая надежность модернизированных энергоэффективных УЭЦН



в этом смысле будут работать малодобитные энергоэффективные

По нашим текущим оценкам, надежность энергоэффективного оборудования находится на одном уровне с серийным оборудованием

установки, испытания которых запланированы на вторую половину текущего года.

После проведения всего комплекса конструктивных изменений данного оборудования мы прогнозируем значительное увеличение уровня его наработок

Если говорить о конструктивных отказах, то можно заметить следующую разницу: по энергоэффективным установкам в процентном соотношении их

больше. Это, прежде всего, отказы по ПВЭД, ТМС и отказы, вызванные сбоями в работе станции управления.

С другой стороны, необходимо отметить, что сейчас наблюдается снижение количества отказов по износу рабочих органов насоса, что связано, прежде всего, с использованием особой износостойкой — компрессионной — схемы сборки насоса. Как уже было сказано, при внедрении был обнаружен ряд конструктивных недоработок данного оборудования.

К сожалению, все нюансы и особенности вновь изготавливаемого оборудования проверить лишь при стендовых испытаниях не всегда представляется возможным. Поэтому определенная доработка конструкции требуется уже после проведения промышленной эксплуатации. Можно отметить, что при выявлении некоторой причины отказа проводилось тщательное расследование и

принимались соответствующие меры по исключению этих отказов в будущем.

Условно можно выделить два этапа появления таких отказов. В 2011 году первый этап прошел, когда у нас обнаружили отказы по ПВЭД, а также это отказы, связанные с недостаточной надежностью телеметрии. По этим отказам меры были приняты, и в будущем их удалось исключить.

Следующий проблемный период у нас возник летом 2012 года, когда были зафиксированы отказы по недоработке программного обеспечения станции управления. Важно отметить, что в этот период по данному проекту наблюдалась большая грозовая активность, приводившая к нестабильному электроснабжению, что вызывало некорректную работу станции управления при работе с вентильным приводом. Это стало толчком для срочной модернизации программного обеспечения станции управления в случае работы в таких условиях. Проведенная работа позволяет констатировать, что уровень конструктивных отказов резко снизился и уже не превышает этот показатель для серийного оборудования.

Немного о возможностях «NovometStatPro». На слайде представлена оценка конструктивной надежности энергоэффективного оборудования, то есть той надежности, которая определяется исключительно качеством конструкции и ресурсом данного оборудования (см. «Конструктивная надежность»). На графике синей линией указан уровень, который мы по факту сейчас имеем с учетом всех выявленных на сегодня конструктивных отказов.

После проведения комплекса мероприятий в 2011 году конструктивная надежность энергоэффективных установок была повышена до уровня, обозначенного оранжевой линией. И после проведения мероприятий в 2012 году конструктивная надежность уже повысилась до высокого уровня, обозначенного зеленой линией. Этот уровень уже превышает уровень конструктивной надежности для серийного оборудования.



Важно отметить, что это наша оценка, наш прогноз. Конечно, необходимо эти данные подтвердить на отдельной партии оборудования. Обобщая предыдущую часть доклада, хотелось бы отметить следующее: по энергоэффективным установкам мы получили значительное снижение количества эксплуатационных отказов. С другой стороны, по ним больше конструкционных отказов.

Однако после проведения серии мероприятий по решению тех проблем, которые мы обнаружили, можно прогнозировать, что общая надежность этих установок будет заметно выше уровня надежности серийного оборудования. Текущая оценка следующая: общая надежность составляет 750 суток (см. «Общая надежность модернизированных энергоэффективных УЭЦН»).

Сейчас несколько слов о той партии оборудования, на которой были проведены последние конструктивные изменения. Эта партия включает 23 запущенные установки, 20 из них сейчас находятся в работе. Было три подъема: один по ГТМ, один по засорению рабочих органов и один отказ сейчас находится на расследовании.


Текущие оценки надежности по данной партии: наработка на отказ — менее 100 суток, межремонтный период — практически 1,5 тыс. суток. Понятно, что по этим значениям пока объективного заключения сделать невозможно.

Однако у нас имеется подход и к решению таких задач. Это методика оценки пилотных проектов, которая говорит следую-



щее: уровень наработки до подъема этой партии оборудования будет не ниже 650 суток. Это наша минимальная оценка.

Еще один вопрос, волнующий многих: есть ли зависимость надежности установок от частоты вращения? На слайде такие расчеты приведены. Для представи-

тельности выборок мы разделили все установки на три группы по рабочей частоте вращения и провели те же расчеты по общей надежности. Сейчас можем сказать, какого-то отличия в надежности оборудования в зависимости от частоты вращения мы не наблюдаем. 



ДИСКУССИИ

Р.Камалетдинов: В феврале мы проводили семинар «Повышение энергоэффективности добычи нефти». Там был доклад «Газпром нефти» о том, что рабочая группа рассмотрит с точки зрения расчета совокупных затрат на эксплуатацию дальнейшее внедрение ваших установок. Какие результаты?

П.Х.: Окончательного решения еще не принято, группа продолжает работать.

Вопрос: Вы говорили о КПД 69% для установки производительностью 500 кубов. В принципе, многие неэнергоэффективные установки имеют близкие показатели...

П.Х.: Импортные — да. По сравнению с ними у нас полученный эффект был в пределах 5–10% и сводился к применению именно вентильного двигателя. По отечественным производителям эффект был значительно больше.

Вопрос: Какой результат по снижению удельного энергопотребления вы планируете получить при внедрении малодебитных энергоэффективных установок?

П.Х.: Мы прогнозируем эффект порядка 40%, но, конечно, это предстоит уже подтвердить в рамках проведения ОПИ.