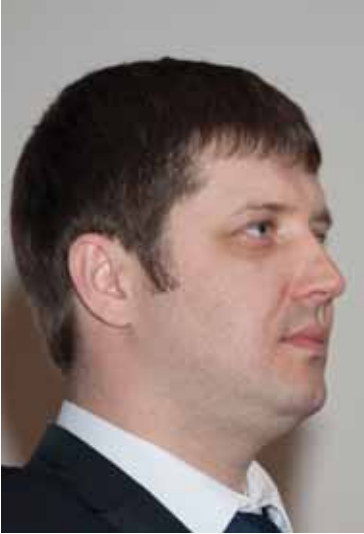




РОСНЕФТЬ:

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА НОВЫХ СКВАЖИНАХ



СЕРГЕЙ ПЕТРЕНКО

И.о. директора
Департамента добычи
ООО «НК «Роснефть — НТЦ»

В 2010 году перед группой специалистов была поставлена задача по организации стабильной эксплуатации новых скважин, вводимых впервые после бурения. Необходимо было организовать достижение максимально возможного потенциала скважины при условии ее стабильной безаварийной эксплуатации. В то время среднее достижение потенциала по новым скважинам составляло около 86%, и первая задача, которую мы перед собой поставили, — достижение минимум 91%, что позволило бы нам исключить возможные потери добычи нефти, возникающие ввиду значительного падения добычи по новым скважинам (неустановившийся и псевдуюстановившийся режим) в первые шесть месяцев эксплуатации (см. «График падения добычи при ВНС»).

В чем, собственно, заключается проблема при работе УЭЦН в новых скважинах? Ввиду ограни-

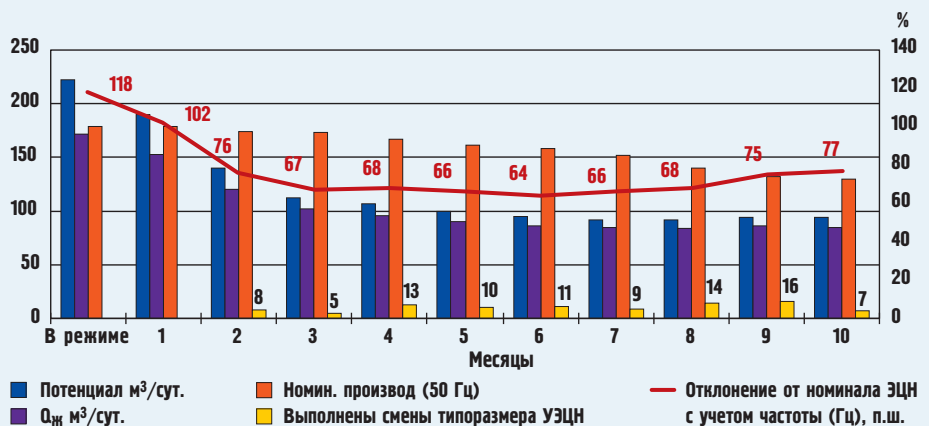
ченности рабочей зоны традиционно применяемого погружного оборудования мы вынуждены изначально спускать УЭЦН за правую границу его рабочего диапазона. В процессе эксплуатации, буквально через три-четыре месяца, рабочая точка, как правило, смещается либо ближе к левой, либо за левую границу эксплуатации ЭЦН. А это, в свою очередь, приводит к следующей ситуации: когда оборудование работает за границей рабочего диапазона, КПД насоса минимальный, в это время начинают происходить локальные нагревы, при которых существенно возрастает риск выпадения солей. К выпавшим и зафиксировавшимся на рабочих органах ЭЦН солям начинают прикрепляться мехпримеси, и это еще более осложняет работу оборудования — существенно изменяются напорно-расходные характеристики, еще более снижается КПД, значительно возрастают температуры и впоследствии происходят всевозможные отказы оборудования.

Понимая суть проблемы, мы разработали удовлетворяющее

нас и понятное для производителей техническое задание. Так, основная задача заключалась в том, чтобы оборудование могло работать в широком диапазоне, исключив вышеупомянутые отклонения от границы диапазона, как в правую, так и в левую зону, что позволило бы исключить отказы или многократные смены оборудования в первые полгода эксплуатации скважины. Задача была поставлена так: при неизменном напоре 2300 м оборудование должно работать стабильно, без ухода в АПВ в диапазоне от 90 до 300 м³/сут., с газосодержанием на входе до 40%, причем без применения газосепаратора, а также могло стабильно работать при высоком содержании КВЧ (до 3000 мг/л).

На первом этапе реализации проекта мы организовали проведение испытания оборудования в РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина. Испытания были проведены по разработанной нами единой методике НК «Роснефть», по которой испытывается и сравнивается оборудование основных производителей, продукция которых

График падения добычи при ВНС



Параметры работы скважин

Производитель оборудования	Скважина	Спуск	Режим работы	КВЧ, мг/л	Достижение потенциала, %	Дата отказа	Наработка	Причина отказа	Причина отказа по ДК
№1	6 431	1	121 (100–172)	123 (max-211)	95 (73–100)	09.12.2012	232	R-0	Экспериментальное оборудование
№2	6 405	1	211 (163–260)	110 (max-241)	75 (70–85)	14.07.2012	28	нет подачи	Конструктивный недостаток оборудования
№3	6 163	1	64 (36–160)	296 (max-596)	87 (78–98)	04.07.2012	133	R-0	Конструктивный недостаток оборудования
№3	6 282	2	135 (72–220)	97 (max-214)	74 (67–78)	20.02.2013	26	э/о	Организационные причины (поставщика)
№3	6 448	1	141 (112–187)	100 (max-290)	97 (89–99)	в работе	312	–	Наработка на 02/04/2013

применяется в нашей компании. Так, были проведены испытания на газоустойчивость ЭЦН, позволившие подтвердить, что разработанное оборудование стабильно работает без газосепаратора; при этом запас надежности (до возникновения срыва падачи) на 20% превышает характеристики, заявленные производителем.

Второй этап — испытания на износостойкость. Применялся состав: кварцевый песок и проппант в соотношении 1:1 содержанием 40 г/л. Данные испытания показали, что потери веса и изменение геометрических размеров были в пределах допустимого, оборудование было вполне работоспособным, изменение НРХ составило около 5%, что абсолютно нас устраивало.

Для исключения рисков разрушения при возможном заклинивании ЭЦН мы инициировали дополнительные ресурсные испытания, при которых полностью забивался механическими примесями насос, останавливался стенд и через определенное время его запускали — так повторялось несколько раз. Затем изучалась структура разрушения: были зафиксированы сколы на рабочих органах, но эти разрушения были не критические, в целом оборудование можно было собрать и вновь запустить в работу.

Третий этап — непосредственно промысловые испытания оборудования. В них приняли участие установки троих производителей, укомплектованные ЭЦН-МИМ. В таблице (см. «Параметры работы скважин») они специально зашифрованы как №1, 2, 3, чтобы не делать ни рекламы лучшим, ни

антирекламы производителям, у которых на данный момент что-то еще не получилось

Производитель №1 у нас отработал в скважине 232 суток, работал в жестких условиях. При коммиссионном разборе после промывки мы обнаружили значительное количество мехпримесей. При этом рабочие органы насоса были практически в полном порядке, размеры находились в пределах допуска, лишь на юбках рабочих колес был зафиксирован незначительный износ, который после соответствующих проверок был признан допустимым, то есть рабочие органы данного насоса можно было спокойно собирать и спускать обратно в скважину. НРХ ступеней изменились в среднем на 10%.

Данный отказ, произошедший по электрической части, позволил разобрать и провести тестирование секций рабочего насоса, эксплуатировавшегося в достаточно сложной скважине.

Следующий производитель, №2, отработал в скважине 28 суток. Мы зафиксировали полное разрушение верхней секции, то есть рабочие органы верхней секции были полностью раздроблены. При этом рабочие органы нижних секций находились в допусках и были пригодными для дальнейшего использования.

После разбора производитель признал, что это брак сборки ЭЦН, хотя не исключена такая причина, как неконтролируемый вывод на режим. Так как в начальный период оборудование было запущено на 6000 оборотов в минуту, максимально оно должно было работать до 7500 оборо-

тов в минуту. Производитель в этом случае не организовал присутствие своих специалистов при запуске и ВНР, а также не выдал четкие рекомендации или требования по организации процесса.

Производитель №3 в скважине отработал 133 суток, отказ произошел по причине разрушения гидрозащиты. Когда мы начали разбираться, почему разрушился данный узел, выяснилось, что поставщик поставил гидрозащиту, рассчитанную на 3000 оборотов. При этом, когда при входном контроле оборудования было обращено на данное обстоятельство внимание, нам поступило письменное заверение, что оборудование рассчитано на 6000 оборотов. В результате, можно сказать, также из-за человеческого фактора был получен такой нелепый отказ установки в целом.

По данному оборудованию, как и в первом случае, геометрические размеры рабочих органов находились в пределах допуска, что впоследствии позволило их использовать в секции насоса, эксплуатируемого в другой скважине. Это говорит о ремонтпригодности оборудования. Единственный момент, на который мы обратили внимание производителя, — незначительный односторонний износ защитных втулок. По этому поводу производителю было предложено добавить подшипники, и таких проблем больше не возникало.

При повторном спуске в скважину данной установки производитель №3, как и производитель №2, допустил проведение неконтролируемого ВНР, был допущен форсированный отбор на повы-

шенной частоте, что привело к забитию насоса с последующим разрушением рабочих органов, которые впоследствии, как резец, сточили вал ЭЦН в верхней секции. При этом рабочие органы в нижних секциях остались работоспособными.

Еще одна установка с приводом третьего производителя на текущий момент находится в работе, наработка составляет 312 суток, среднее достижение потенциала достигает 96%. В начальный период эксплуатации мы столкнулись с некорректной работой станции управления — происходили многочисленные остановки, но впоследствии производитель сумел выполнить соответствующие действия, которые позволили эксплуатировать оборудование в штатном режиме. Данная ситуация позволила нам убедиться, что оборудование имеет достаточный ресурс прочности при возникновении нестандартных ситуаций.

Хотя окончательные результаты еще не подведены, но уже на этом этапе промысловых испытаний очевидно, что выбранный нами путь по поиску оптимального обо-

рудования, способного работать в экстремальных условиях, выполняемая при этом все требования к нему, предъявленные и описанные в ТЗ, верный. Понимая это, нами разработаны тезисы технического задания для создания новых решений для работы в скважинах низкодебитного фонда и скважинах с боковыми стволами.

Стоит отметить, что компания «Роснефть» активно развивает направление бурения. Если в прошлом году мы по тому же Юганскнефтегазу» бурили порядка 730 скважин, в этом году — более 1000. И это не единичный случай — все наши дочерние общества активно занимаются бурением, как новых скважин, так и скважин с боковыми стволами.

Поэтому мы заинтересованы в инновационном оборудовании, изготовленном на основе МИМ-технологий или любых других надежных инновационных материалов или других решений, позволяющих создать необходимое оборудование.

Мы призываем всех производителей рассмотреть предложенные нами условия и активно

включиться в процесс по созданию инновационных систем, способных работать в осложненном фонде, в новых скважинах и скважинах с боковыми стволами, а также низкодебитном фонде. Считаю, что это очень актуальное направление, т.к. для работы в обычных, непроблемных, скважинах мы можем как и раньше применять классическое традиционное оборудование. Но само время и избранный путь оптимизации добычи диктуют необходимость создания прорывных революционных технологий, которые позволят организовать стабильную эксплуатацию сложных скважин. И мы заинтересованы, чтобы таких технологий было больше, т.к. только конкурентная борьба способна двигать прогресс. В своей работе я показал, что это возможно, и теперь надеюсь на вашу инициативу и ответственность, и знание дела.

В данном проекте я продемонстрировал тот системный подход, который выработала компания «Роснефть»: мы реализуем задачи, начиная от идеи, собираем свои экспертные советы из наших

ДИСКУССИИ

Р. Камалетдинов: *Все-таки, мне кажется, слишком малый объем испытаний и внедрения, что не позволят объективно оценить ресурс установки...*

С.П.: *Изначально, когда мы концепцию выстраивали, мы решили, что у нас будет по две установки каждого производителя. И исходили из выделенного нам бюджета...*

Вопрос: *Когда вы проводили дефектацию, то как вы видите процесс засорения — сначала соль, потом песок, на песок соль дальше ложится? Сэндвич получается, или же все-таки солеотложение свойственно границе раздела твердого тела и жидкости?*

С.П.: *Не было как в классическом виде налипания солей на проточных органах насоса. Они вместе с мехпримесями находились в комках, но во взвешенном состоянии. Когда мы даже прокручивали вал на комиссионных разборах, мы не предполагали, что полностью закупорены рабочие органы. Не было прохода, мы не понимали, как так: крутится вал, прохода нет, разбираем — а тут у нас полное забитие. За счет чего это?*

За счет того, что здесь получается у рабочих органов по этой технологии минимальная шероховатость, то есть, получается шероховатость от 0,63 до 1,25 мкм. И за счет этого не допускается налипание солей.

Вопрос: *Поскольку максимальный нагрев последней ступени, то, значит, максимальное засорение должно наблюдаться на последних ступенях?*

С.П.: *Визуально — да.*

И.Пятов (РЕАМ): *В автомобильную промышленность МИМ-технологии уже пришли... Замечательно, что и вы их применили. Но здесь, я понимаю, надо разделить две задачи. Это собственно материал, из которого делаются данные детали, и геометрия, которая реализуется с помощью технологий. Известно ли, какие материалы поставщик использовал, потому что МИМ-, ПИМ-, СИМ-технологии позволяют иметь от металла до керамики...*

С.П.: *Это композиты. За основу брали молибден, ванадий, хром.*

И.П. *Сейчас это дорого?*


С.П.: *Сейчас это дороже классики, конечно, без вопросов. Из-за этого мы и уходили на высокие обороты (6000, 7500), чтобы сократить количество ступеней...*



лучших специалистов, формируем конкретные техзадания к конкретному фонду скважин, способствуем, чтобы производитель мог в стендовых условиях испытать свое оборудование и затем перейти к испытанию в реальных скважинах.

В нашем случае, при проведении испытания данного оборудования, значительную роль сыграл человеческий фактор. Думаю всем нам — и заказчику, и производителям — нужно еще более внимательно подходить к каждому этапу испытаний, выполняя многократные проверки, чтобы максимально исключить ошибки, которые могут в результате затягивать реализацию проектов, т.к. это прямая упущенная выгода. Для нас, нефтяников, — в потенциально недобытой нефти, для производителей — в охвате новых рынков сбыта.

Текущие выводы по проекту

- Предварительно подтверждена возможность создания энергоэффективного насосного оборудования, способного стабильно эксплуатироваться во вводимых после бурения скважинах;
- Подтверждена возможность стабильной работы оборудования без газосепаратора, по показаниям счетчика электроэнергии зафиксирован газлифтный эффект, способствующий экономии электроэнергии;
- Проведение многочисленных проверок, стендовых испытаний, ПСИ позволило существенно снизить риск нестабильной работы или отказа оборудования (кроме риска человеческого фактора со стороны поставщика);
- Подтверждена потребность в создании оборудования, ориентированного на работу в сложных условиях (низкодебитный осложненный фонд, оборудование для эксплуатации в боковых стволах скважин);
- Для эффективной работы по решению проблемы стабильной эксплуатации осложненного фонда необходимо вовлечение большего числа производителей насосного оборудования, что позволит достичь оптимальных результатов. 

АНАЛИТИКА

ОТ ГРОССМЕЙСТЕРОВ

ОТРАСЛИ



Оценки, прогнозы и рекомендации топ-менеджеров нефтегазовых компаний, независимых корреспондентов Вертикали и отраслевых экспертов