



СУПЕРИЗНОСОСТОЙКИЕ УЭЦН



АНДРЕЙ ПЕТРЕНКО

Менеджер проекта Система Новых Технологий ООО «РН-Юганскнефтегаз», ОАО НК «Роснефть»

В качестве объекта для испытаний было выбрано Приобское месторождение, для которого было заказано десять комплектов высокодебитного импортного погружного оборудования компаний Schlumberger REDA (пять комплектов) и Baker Hughes Centrilift (пять комплектов). На момент начала проекта

В 2007 году в ООО «РН-Юганскнефтегаз» в рамках программы Системы Новых Технологий, действующей в «Роснефти», был инициирован проект «МРП-700». Проект, реализуемый на Приобском месторождении, направлен на оценку конструктивных отличий инновационного погружного оборудования при эксплуатации в осложненных условиях от стандартных аналогов, их влияния на увеличение наработки, а также на использование полученных результатов в целях импортозамещения.

Проектное оборудование отличают от серийного более десяти конструктивных решений, в частности, защитные покрытия от Centrilift и инновационный материал 5530 от REDA. На текущий момент наработка на одной из скважин в рамках проекта уже превысила 700 суток.

«Отличия серийного импортного оборудования от проектного»). Можно предположить, что ранее настолько «нафаршированное» новинками оборудование не испытывалось не только в «Роснефти», но и вообще в России.

В настоящее время проведены испытания всех десяти комплектов, из которых на двух получены отказы и еще две рабочие установки были подняты по причине проведения ГТМ. Был выполнен разбор оборудования, проведен анализ надежности и сделан предварительный экономический расчет. Сегодня в эксплуатации находятся шесть проектных установок и ведется мониторинг их работы.

Финансовые потери при отказах скважин складываются из нескольких статей: стоимости самого ремонта, которая зависит от его продолжительности и цены нормо-часа бригады ТКРС, стоимости нового оборудования для замены вышедшего из строя или ремонта старого комплекта в случае целесообразности его восстановления и, наконец, из потерь добычи нефти за время простоя скважины.

Продолжительность простоя может быть от трех суток до десяти и более, в зависимости от объема необходимых доработ. Потери на высокодебитных скважинах могут составлять несколько миллионов рублей. Так, при дебитах свыше 100 тонн сумма потерь может составить примерно 3–5 млн рублей.

Повышая надежность погружного оборудования за счет каких-либо конструктивных решений, необходимо оценивать, насколько это повышает стоимость самого оборудования и окупятся ли в конечном итоге затраты.

Покрытия от Centrilift

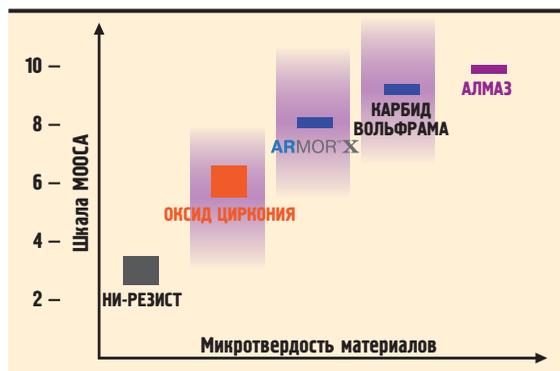
В проекте испытывались защитные покрытия рабочих органов насосов производства Centrilift — ARMOR X и ARMOR I. Покрытие ARMOR X (защита от мехпримесей) представляет собой электрохимически осажденный равномерный защитный слой на поверхности рабочих органов, твердость которого сравнима с твердостью карбида вольфрама (см. «Микротвердость материалов»).

Обладает высокой адгезией к основному материалу — нирезисту. ARMOR I (защита от солеотложений) — полимерный материал, предотвращающий осаждение на поверхности рабочих органов солей и асфальтенов, а также обеспечивающий частичную защиту от коррозии и абразивного износа.

В связи с тем, что заранее сложно было определить, какой из осложняющих факторов в скважине будет превалировать, было принято решение об использовании в составе установки комбинации обоих покрытий.

Было скомплектовано пять насосных секций по 72 ступени на-

Микротвердость материалов



отечественное оборудование на Приобке работало не более 200 суток. Даже импортное серийное оборудование не выдерживало там свыше 340 суток.

Проектное оборудование отличается от серийного более десяти конструктивных решений (см.

Отличия серийного импортного оборудования от проектного (МРП-700)

Узел	Серийное импортное	Проектное	
		Centrelift	REDA
Насос	Упроченный вал в нижней секции. Материал рабочих органов — чугун нирезист. Опорный подшипники карбид вольфрама — 3 шт. на секцию насоса	Исполнение Centurion. Усиленные валы в каждой секции. Подшипники в каждой 3 ступени. Покрытие рабочих органов Rimpguard 2 типов – от абразива, солей и коррозии.	Валы каждой секции из материала Инк-718 (почти в 2 раза прочнее стандартн.) Материал колес и аппаратов – 5530 (защита от коррозии)
Газосепаратор	Стандартного исполнения, карбид вольфрама (вставная гильза для защиты от износа)	Износостойкого исполнения, карбид вольфрама, устройство MVP+ (работа с газом до 75%)	Устройство AGH: подшипники карбид кремния, высокопрочный вал (работа с газом до 55%)
Гидрозащита	Стандартного исполнения	№ камерная, 2 эластомерных барьера усиленные пята и вал	Тандемная гидрозащита для повышения надежности (в 2 раза больше объем масла). В протекторе 540 серий-металлические сильфоны для защиты от коррозии и абразивного износа
Двигатель ПЭД	Стандартного исполнения	Термостойкое масло CL-5, резинотехнические изделия свыше +200С	Усиленные подшипники, обмотка из материала Каптон
Погружной кабель	Освинцованный кабель, по всей длине термостойкий +232С	Освинцованный кабель, оцинкованная с 4 сторон броня, по всей длине термостойкий +232С	Термостойкий по всей длине +232С, 4 жила – стальная трубка для подачи на забой ингибитора солеотложений
Датчик	Измеряемые параметры: P, t на приеме, радиальная вибрация	Дополнительно: t обмотки ПЭД, осевая вибрация и ток утечки	Дополнительно: давление на выкиде насоса, t обмотки ПЭД. Осевая и ток утечки

Решения, направленные на защиту от износа вследствие воздействия мехпримесей

соса, из которых одна секция была набрана полностью из ступеней с покрытием ARMOR X, вторая — полностью с покрытием ARMOR I, третья секция комбинированная — поровну с обоими покрытиями. Еще две секции для чистоты эксперимента остались абсолютно стандартными, серийными, без защитных покрытий.

Отказы, конечно, были. Самый первый произошел через 167 суток. Почему так быстро? Условия были очень жесткие, до проекта установка там более 100 суток не работала. Разбор отказавшей установки показал, что износ рабочих органов был действительно сильный. Вместе с тем, визуальный осмотр не выявил поврежденных покрытий. Следов коррозии и

солеотложений также не обнаружено.

Еще одна установка была поднята по причине ГТМ с наработкой 504 суток. Перед ее остановкой наблюдалось некоторое снижение напорно-расходных характеристик, примерно на 10%. По результатам разбора выявлено, что рабочие органы насоса обычного исполнения имеют значительный износ лопаток, втулок, верхних и нижних юбок колеса.

Рабочие органы с защитным покрытием ARMOR I имеют незначительный износ юбок колеса. Рабочие органы с покрытием ARMOR X не пострадали, следов износа, коррозии, солеотложений не обнаружено. Фактически, колеса с покрытиями Centrelift были как новые. Все они пройдут от-

браковку с целью повторного использования.

Материал от REDA

В насосах REDA ступени были изготовлены из нового, очень прочного, коррозионностойкого материала 5530 (см. «Материал рабочих органов REDA»). По прошествии 418 суток один из насосов из-за изменившихся условий эксплуатации также был извлечен из скважины и разобран, при этом установку подняли «живую».

При визуальном осмотре рабочих органов из материала 5530 выявлен незначительный радиальный износ верхних и нижних юбок колеса. Анализ параметров работы УЭЦН показал полное соответствие напорно-



Материал рабочих органов REDA

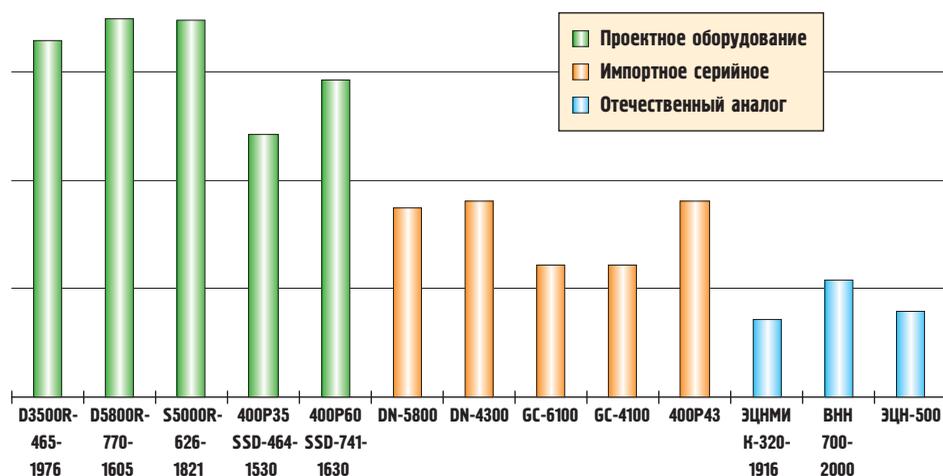
В настоящее время компания «Шлюмберге» предлагает материалы ступеней повышенной прочности двух типов – Нирезист-4 и 5530. Оба материала являются коррозионностойкими, но 5530 подвержен коррозии меньше.

Сравнительный состав сплавов: Состав Нирезист-1: 15% Ni, 6% Cu, 2% Cr, 2% Si; Состав Нирезист-4: 30% Ni, 5% Cr, 5,5% Si, 1,0% Mn, 2,6% C; Состав 5530: 30,5% Ni, 5,3% Cr, 5,1% Si, 2,7% C, а также Mo, V, Mn

Материал	Твердость (Бриннель)	Твердость (Бриннель), тест	Средний коэффициент износа (тест)
Ni-resist I	120-160	129	100%
Ni-resist IV	149-212	138	67%
5530	180-220	216	57%

По результатам разбора комплекта D3500R (наработка 418 сут., остановлена по ГТМ) выявлено:

- 1) Рабочие органы насоса исполнения из материала 5530 имеют незначительный радиальный износ верхних и нижних юбок колеса.
- 2) Анализ параметров работы УЭЦН показал полное соответствие напорно-расходных характеристик без деградации напора перед остановкой скважины



расходных характеристик без деградации напора перед остановкой скважины.

Касаясь условий эксплуатации проектного оборудования, следует отметить, что средним фоном КВЧ было 300–400 мг/л. В процессе вывода скважины на режим и увеличения частоты фиксировались выбросы, которые по ре-

зультатам анализа проб составляли до 1100 мг/л. То есть, условия эксплуатации можно смело отнести к осложненным. Кроме этого, при предыдущих отказах и разборах были случаи солеотложения.

Проводилось также сравнение стандартного и проектного оборудования по наработкам и относи-

тельной стоимости. Стоимость серийного импортного оборудования примерно в 1,5–1,6 раза меньше проектного, отечественные аналоги почти втрое дешевле (см. «Относительная стоимость оборудования»).

Наработка, которую планировалось достичь в рамках реализации проекта «МРП-700», как является из названия проекта, составляет 700 суток. Почему именно эта цифра? Мы провели анализ эксплуатации и отказов аналогичного иностранного оборудования в схожих условиях эксплуатации и выяснили, что за рубежом оно работает 700 и более суток.

В настоящее время в работе находятся шесть скважин. Через четыре дня (по данным на 20.04.2010 — прим. ред.) мы достигнем запланированного предела — 700 суток работы установки. И на следующей конференции я уже буду готов рассказать обо всех скважинах и всех результатах (см. «Наработки по скважинам проекта «МРП-700» на 20.04.2010»).

Предложения в ЕТТ ОАО «НК «Роснефть» к насосам

№	Исполнение насосов ЭЦН	Группа исполнения
		НЗ (ЗП)
1.	Характеристика пластовой жидкости	
1.1.	Пластовая жидкость	Смесь нефти, попутной воды, минеральных примесей и нефтяного газа
1.2.	Плотность жидкости, кг/м ³	700-1400
1.3.	Водородный показатель попутной воды, %	pH 5,0- 8,5 Допускается краткосрочное (до 6 часов) снижение pH до 0.
1.4.	Максимальное содержание попутной воды, %	99
1.5.	Максимальная кинематическая вязкость однофазной жидкости, про которой обеспечивается работа насоса без изменения напора и К.П.Д., мм ² /сек	1
1.6.	Количество агрессивных компонентов, г/л	
1.7.	Максимальная температура перекачиваемой жидкости, °С	150
1.8.	Содержание газа на приеме насоса (по объему), %	
1.9.	Содержание твердых частиц (КВЧ), мг/л	До 2000
1.10.	Микротвердость частиц, баллов по Моосу (ГОСТ 6370-83)	До 7 – для 20% (по объему) абразивных частиц
2.	Требования к конструкции	
2.1.	Конструкция исполнения насосных секций	Пакетный или компрессионный
2.2.	Наличие промежуточных подшипников в секциях насоса (не менее)	Не менее чем через 300 мм.
2.3.	Дополнительные конструкционные особенности	Исполнение шайб рабочих колес, материала радиальных подшипников согласовывается с Заказчиком
2.4.	Тип вала	Валы повышенной прочности (K-monel, Inconel-718)
2.5.	Наличие специальной маркировки на валах	Маркировка валов
2.18.	Требования к материалам рабочих органов	Поверхности РО или радиальных пар трения, ступиц колеса, обработаны защитными покрытиями типа: а) нанесенные газопламенным или детонационным способом металлизированные покрытия от механических примесей, коррозии в) полимерное покрытие от солеотложений, асфальтенов парафиноф с) комбинированные (от мехпримесей и солей)

ВОПРОСЫ ИЗ ЗАЛА

Вопрос: А вы как-то специально готовили скважины перед спуском оборудования?

А.П.: На таких высокодебитных скважинах ремонты стараются проводить очень быстро. Каждые сутки простоя обходятся дорого — у меня дебиты скважин достигали 350 тонн в сутки. Но, с другой стороны, если мы плохо подготовим скважину, можем загубить оборудование. В большинстве своем никакого особого подхода не было, стандартный комплекс мер — отбивка забоя, очистка... В двух случаях работали колтубингом, там, где скважины были совсем пересыпаны.

Реплика: Хорошо бы постараться получить у американцев свойства этих покрытий, а может быть, и самим их изучить. Тогда мы сможем сформулировать требования нашим производителям, и, возможно, будет организовано производство более дешевых аналогов в России.

Ведущий: А российские заводы что скажут?

Ремарка: А я сейчас верну перчатку. Два года тому назад мы вышли на «Роснефть» и предложили им пилотный проект — поставить 40–50 установок, взяв на себя обязательства по МРП — 600 суток. Они сначала согласились, а потом отказались участвовать в этом проекте, аргументировав отказ тем, что 30% стоимости, на которые предложенное нами оборудование дороже стандартного, для них неподъемны. А здесь нам говорят о трехкратном удорожании проектного оборудования по сравнению со стандартным российским!

Ремарка: И все-таки покрывать четвертый нирезист — это как масло масляное. Завтра появится пятый нирезист, давайте тоже его покроем. В иностранных добывающих компаниях есть качественные показатели металлов, такие как ударная вязкость или пластичность, применяемые при работе на жидкости с большим содержанием мехпримесей.

А вы на этот металл, который прошел все испытания на многих мировых площадках, еще наносите покрытие. Какой в этом смысл? Если бы вы это покрытие нанесли на серый чугун, потом сравнили бы с непокрытым СЧ и показали экономию за счет этого покрытия, вот это было бы логично.

А.П.: Эти покрытия не были разработаны специально под наш проект. Они производятся серийно, и есть такие условия эксплуатации, где 100%-но только эти покрытия работают. Если отечественные производители покроят такими защитными покрытиями хоть серый чугун, хоть порошок, и это будет стоить всего на 20% дороже, мы однозначно будем покупать такие установки.

Ремарка: Еще во времена перехода ЮКОСа к «Роснефти» «Ижнефтепласт» с Дмитрием Маркеловым в «Юганскнефтегазе» занимался проблемами покрытий в течение нескольких лет и получил отрицательный результат. Вы показали результаты, полученные на насосе с высоким дебитом, и лихо, по результатам работы всего пяти установок, стали менять технические условия, чего мы добиваемся много лет. Там есть море нерешенных проблем, о которых вы, возможно, не знаете.

Если мы рассмотрим работу покрытий на малодебитных скважинах, где все проточные каналы закрыты, то каким бы полимером вы ни прикрывали все это хозяйство, покрытие, основанное на адгезионных способах крепления, все равно будет отшелушиваться, и это проверено практикой. Мы не четыре, не пять — мы сотни установок ставили, и в итоге отказались от покрытий.

А.П.: Я сейчас как раз работаю под непосредственным руководством Д.В.Маркелова. Почему то, что не получилось у вас, не может получиться у других компаний?

Подводя некоторый итог, можно утверждать, что применение защитных покрытий, в частности, рабочих органов насосов является достаточно перспективным направлением. Уже подготовлены и внесены предложения по изменениям и дополнениям Единых технических требований (ЕТТ) компании к насосам (категория НЗ с защитным покрытием), учитывающие повышенную сложность условий эксплуатации оборудования (см. «Предложения в ЕТТ ОАО «НК «Роснефть» к насосам»).

Для отечественных заводов-производителей это, наверное, некоторый вызов. Centrilift или REDA в дополнительном пиаре не нуждаются, а вот российским за-

Наработки по скважинам проекта «МРП-700» на 20.04.2010

