

## **РЕМОНТ И ТЕСТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ**

Пономарев Р.Н. (ЗАО «Лукойл –ЭПУ Сервис»), Ишмурзин А.А. (УГНТУ)

На нефтяных месторождениях, относящихся к ООО «Лукойл - Западная Сибирь», широко используются установки погружных центробежных насосов. Несмотря на достаточно высокое качество материального оформления и сборки насосов отечественного производства, наработка на отказ у них относительно низка. Если средняя наработка на отказ по импортному фонду составляет 850 суток, то по российскому фонду – 465 суток. Между тем за 2003 год зарегистрировано более 900 отказов насосного оборудования только при производстве спускоподъемных операций. Насосы отечественного производства таким образом имеют большие неиспользованные ресурсные возможности для повышения эффективности добычи нефти.

Сервисное предприятие ЗАО «Лукойл ЭПУ Сервис» свою политику повышения качества ремонта оборудования прежде всего направляет на устранение его слабых узлов, выявленных при эксплуатации, на совершенствование технического уровня ремонта путем внедрения передовых технологий. И в то же время предприятие свою производственную деятельность этим только не ограничивает, контролирует и рабочий процесс насосов на промыслах после ремонта предприятием.

Технологический регламент по эксплуатации установок электроцентробежных насосов предусматривает довольно жесткие технологические требования на спускоподъемные работы. Тем не менее всякие ужесточения не решает эту проблему.

Повышению уровня качества насосного оборудования способствовало применение международного стандарта ISO 9002. Система управления качеством в соответствии с требованиями ISO 9002 обеспечивает эффективное управление производственными и технологическими процессами, контроль установленных параметров качества на каждом этапе производства, на каждом рабочем месте.

Жесткий метрологический надзор и своевременное обеспечение производства поверенными средствами измерений в соответствии с ISO 9002, обеспечиваемые отделом метрологии, является также эффективным мероприятием по увеличению ресурса работы установок центробежного насоса.

Увеличение наработки на отказ насосного оборудования возможно и путем правильного подбора насосного агрегата к эксплуатационным условиям. Эти условия следующие: большое газосодержание в приемном

модуле насоса; сложность вывода скважин на режим эксплуатации после использования «тяжелой» продавочной жидкости в период освоения скважин; наклонно-искривленный характер скважин; большое количество взвешенных частиц в откачиваемой жидкости.

В зависимости от условий работы отказывают различные элементы, замена которых может вернуть ей не только базовую работоспособность, но и поднять ее до уровня стандартной характеристики. Конструкция погружного агрегата позволяет ремонтировать его по узлам, т.е. отдельно электродвигатель, насос и гидрозащиту. Технология ремонта предусматривает следующие работы:

- по насосу – очистку наружной поверхности; разборку пакета и отдельных узлов; мойку разобранных деталей с применением пескоструйной очистки поверхности; дефектовку разобранных деталей и подшипников; пополнение комплекта вместо забракованных; сборка и тестирование;
- по электродвигателю – помимо типовых работ по очистке и браковке отдельных узлов электродвигателя производятся специфические – ремонт ротора; разборка и ремонт статора; пропиточно-сушильный процесс, пайка стыков электродвигателя;
- по гидрозащите – разборка; дефектовка деталей; сборка и пайка стыков.

Ремонт насоса, двигателя и гидрозащиты завершается компьютерным стендовым тестированием.

Компьютерный стенд тестирования электрических центробежных насосов для добычи нефти предназначен для обкатки, проведения контрольных испытаний в горизонтальном положении и снятия рабочих характеристик секций насосов для добычи нефти отечественного и импортного производства. Управление процессом испытаний и обработка результатов измерений осуществляется компьютером с выдачей протокола испытаний. Информация о проведенных испытаниях хранится в базе данных. Стенд состоит из станины с приводом и водоподводящей головкой; замерного модуля; преобразователя частоты; электрического шкафа; комплекта оснастки и емкостей для воды. После испытаний ЭЦН направляется на стенд для консервации, включающий в себя станину с приводом и каретками, емкость с консервирующей жидкостью, электронасос, стенд очистки жидкости, трубопровод с арматурой.

Компьютерный стенд тестирования электродвигателя типа ПЭД позволяет снятие электрических, механических и вибрационных параметров с применением специальных компьютерных программ и соответствует требованиям международного стандарта системы качества ISO-9002. На стенде производится испытание обмоток высоким напряжением с замером токов утечки и вычислением коэффициента поляризации, замерять время выбега ротора, уровень вибрации.

Капитальный ремонт двигателей предусматривает двойную вакуумную пропитку обмотки статора лаком типа ВС-326А, сохраняющим

цементирующее свойство до 220 °С и обеспечивающим длительную работу двигателя при температуре до 205 °С, применение фторопластовой трубки для изготовления пазовой изоляции, также используется специальная конструкция выводных концов ПЭД, обеспечивающая ремонтный запас и сопротивление изоляции не ниже 2000 Ом, соединение обмоток в звезду двигателя в основание, что обеспечивает удобство подключения датчиков. Капитальный ремонт предусматривает 100% замену статорного железа с открытым пазом на статорное железо с закрытым пазом.

Компьютерный стенд тестирования гидрозащиты ПЭД предназначен для обкатки, проведения контрольных испытаний и заполнения маслом протекторов отечественного и импортного производства, с возможностью моделирования реальных процессов эксплуатации погружных электродвигателей. Стенд состоит из основания с тельфером, привода с нагрузочным устройством, системы подготовки и заполнения протекторов и компенсаторов маслом, пневмо-гидросистемы для осевого нагружения; измерительной системы с датчиками давления, температуры, крутящего момента и нагрузки.

Компьютерный стенд тестирования кабельных линий предназначен для обкатки, проведения испытания электрических кабелей высоким напряжением с определением токов утечек. Состоит из корпуса, стандартной 19 дюймовой пылезащищенной стойки; источника высокого напряжения; блока контроля токов утечки; прибора замера сопротивления токопроводящих жил, промышленного компьютера с жидкокристаллическим дисплеем, принтера.

Во всех компьютерных тестированиях управление процессом испытаний и обработка результатов измерений осуществляется компьютером с выдачей протокола испытаний. Информация о проведенных испытаниях хранится в базе данных.

Сервисное обслуживание погружных центробежных насосов с применением новейших технологий ремонта и тестирования позволяет поднять эксплуатационный ресурс работы насосов отечественного производства до уровня импортных насосов, что подтверждается промысловыми данными.

Изменение наработки на отказ импортных УЭЦН приведен на рисунке. Для сравнения рассмотрим аварийность УЭЦН в зависимости от материалов рабочих ступеней насоса отечественного производства. На нефтяных месторождениях, относящихся к ООО «Лукойл - Западная Сибирь» применяются четыре основных материала – это нирезист с фондом – 1525 шт. (47,1 %), чугун – 1004 шт. (31 %), порошок - 449 шт. (13,9 %) и углепластик – 95 шт. (2,9 %). Наибольшее количество аварий приходится на чугун – 161 шт. (85,2 %), на порошок – 19 шт. (10 %), нирезист – 18 шт. (9,5 %) и углепластик – 1 шт. (0,5 %). При самом большом фонде в 2003 году нирезист имеет минимальный процент соотношения количества аварий к фонду – 0,59 %; у углепластика вообще нет аварий; у порошка соотношение

составляет – 1,11 % и у чугуна – 2,69 %. В ТПП «Урайнефтегаз», например, где эксплуатационные условия достаточно тяжелые, самая низкая аварийность не только из – за самого маленького фонда УЭЦН, но и за счет использования нирезиста (95 % фонда УЭЦН).

Аналогичные результаты по наработке имеют и другие узлы, замененные в результате ремонта на более технологичные конструкции.

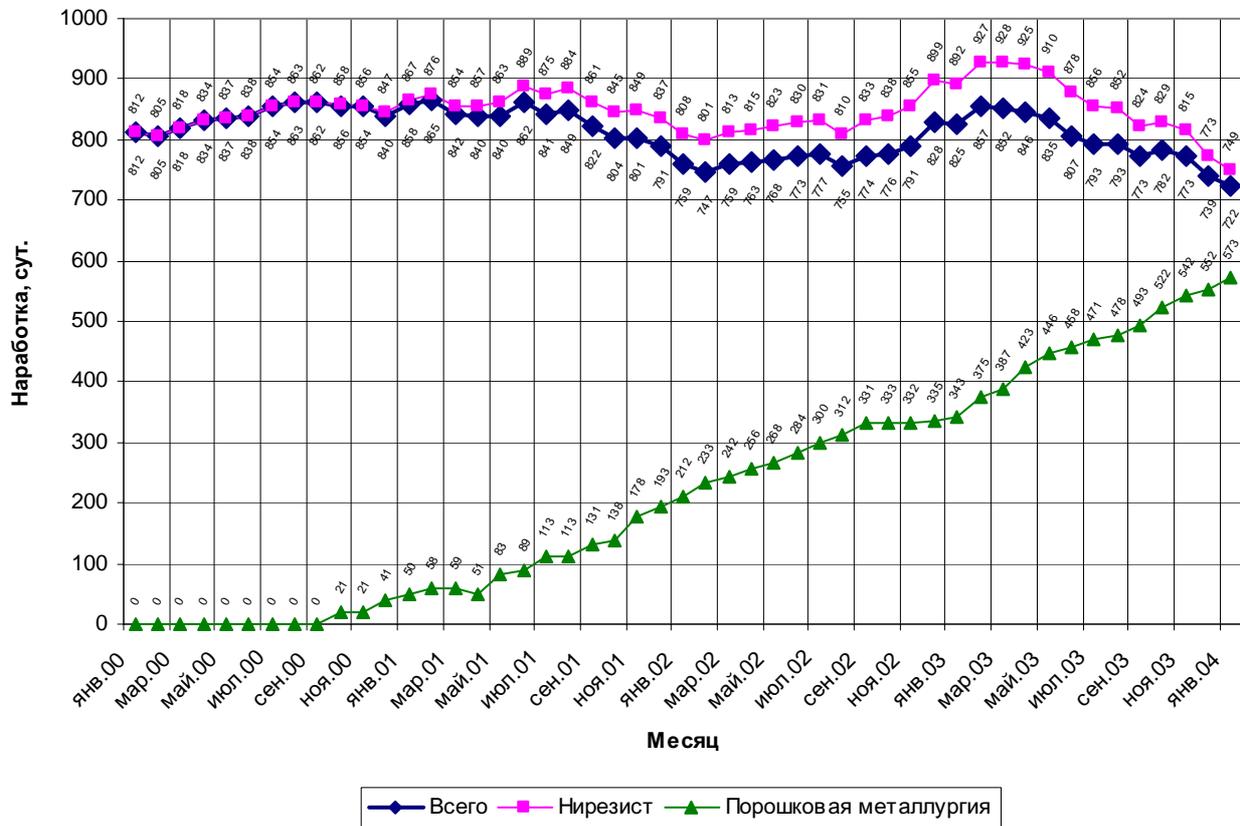


Рисунок 1 – Изменение наработки на отказ импортных УЭЦН

Отказы с порывами диафрагм, приведенные в таблице 1, показывают несколько иную картину. Около 20% отказов связаны с ремонтом, т.е. с деятельностью ЗАО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис», но это связано с организационной стороной, т.е. невозможностью одновременно заменить старый тип гидрозачиты на более совершенный, а также с применением экспериментальных конструкций, не прошедших длительные промышленные испытания. Например, в начале 2003 г. специалистами ООО «Привод – ПЭУ» (г. Лысьва), был разработан комплект запасных частей для модернизации гидрозачиты 1Г51 в гидрозачиту, аналогичную по принципу работы с П92Д – П92МТВ. Аналогичную модернизацию произвели специалисты ООО «Новомет», разработав простейшую конструкцию протектора МП51Е. В его верхний и нижний ниппель встроены дополнительные клапаны для сброса избыточного давления. В настоящее время они проходят промышленные испытания на месторождениях. При ремонтах насосов до выявления приоритета используются все конструкции.

Таблица 1 - Причины и количество отказов с порывами диафрагм  
с 01.01.2001 г. по 01.11.2003 г.

Причины отказов	Количество отказов			
	Всего	КНГ	ЛНГ	ПНГ
1. По вине подрядных организаций	3,5	0,5	2	1
Не связанные с нарушением технологий	30	19	10	1
2. Связанные с заводским браком	3	3	0	0
3. Связанные с деятельностью ЗАО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис»	115	63	47	5
4. Связанные с нарушением технологии подземного ремонта скважин	7,5	4,5	1	2
4. Связанные с нарушением эксплуатации скважин	377	110	234	33
5. Связанные с энергоснабжением	13	0	13	0
6. Связанные с ЦТБ	5	4	1	0
Итого	554	204	308	42

Исследованию в промышленных условиях подвергались также торцевые уплотнения гидрозакриты: 2Р25, фирмы «ДК» и ООО НПК «Герметика». Наилучшие результаты показали торцевые уплотнения фирмы «ДК». Если первые торцевые уплотнения типа 212R3025 на основе графита не всегда выдерживали ударную нагрузку, то на последних моделях типа 212R4 по надежности не уступают зарубежным аналогам.

### Заклучение

Для постоянного совершенствования ремонтного производства в ЗАО «Лукойл – ЭПУ Сервис» была создана документированная система управления качеством в рамках требований международного стандарта ISO 9002. Все ремонтные работы и обслуживание нефтепогружного оборудования ЗАО «Лукойл – ЭПУ Сервис» выполняет в соответствии с этим стандартом. Постоянный контроль работы насосного оборудования, использование более надежных конструкций узлов при ремонте и облуживание его в процессе эксплуатации дает положительные результаты. Динамично развивающаяся конструкторская работа по совершенствованию отдельных узлов и элементов дает возможность выбирать их в соответствии с требованиями условий эксплуатации.. Благодаря тесной работе с заводами был достигнут очевидный прогресс, результатом которого является неуклонный рост наработки на отказ оборудования отечественного производства.

### Использованная литература

Отчет ЗАО «Лукойл – ЭПУ Сервис» за 2001 – 2003 годы.