

# БИТВА ЗА РЕСУРС В ОСЛОЖНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Применение погружного оборудования износостойкого исполнения постепенно становится одним из ключевых аспектов работы в условиях осложненного фонда. Вместе с тем, сегодня внедрение установок этого класса сопряжено с рядом проблем, связанных с поиском оптимальных критериев для оценки эффективности на фоне применения базового оборудования.

И все же, по мнению специалистов НОВОМЕТА, именно такие установки способны обеспечить увеличение наработок при осложненном фонде, в то время как резервы для модернизации и совершенствования базового оборудования в этом плане уже исчерпаны. Специалисты предприятия видят выход в применении специально разработанных газосепараторов, центробежно-осевых и мультифазных насосов, вариантов насосов пакетной и компрессионной схем сборки и другого оборудования, адаптированного к работе в условиях повышенной КВЧ и способного в разы увеличить показатели наработки.



## СЕРГЕЙ СЛЕПЧЕНКО

Начальник аналитического отдела  
«Новомет-Сервис»

(по материалам доклада  
«Ресурс оборудования и ранние  
отказы на осложненном фонде»)

Говоря о критериях оценки надежности, следует отметить, что делать соответствующие выводы исключительно по числу отказов — неправильно. Практически все оборудование, отказывающее после 300 суток работы, выходит из строя именно из-за износа. А в случае с износостойким исполнением, насосы без износа поднимались спустя 500, 700 и даже 807 суток беспроблемной эксплуатации.

Это зафиксировано актами подконтрольной эксплуатации. Таким образом, для расчета оценок надежности необходимо учитывать все типы событий: и отказы, и успешно завершённые испытания. Доля отказов должна быть определена по отношению ко всей выборке, по отношению ко всем рассматриваемым установкам в зависимости от наработки.

### К вопросу о критериях

В 2002 году объединение «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» производило замену базового исполнения на износостойкое. Совершенно обыденная ситуация: в связи с переходом на новое оборудование внедрять базовое исполнение практически перестали, а в 2004 году и далее — поставки прежнего оборудования прекратились полностью.

И здесь проявляется себя важный аспект — при выводе оборудования из эксплуатации наработка на отказ дает завышенные оценки. Такова специфика этого показателя, поскольку в расчет попадают только большие наработки. При внедрении оборудования наработка на отказ, наоборот, дает заниженные оценки, ведь в расчет попадают отказы при небольших наработках, которые неизбежны при внедрении.

Соответственно, статистически получилось, что по итогам 2004 года и двух последующих лет — наработка на отказ базового исполнения оказалась намно-

## УСТАНОВКА УВННПИС-15 С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ



го выше, чем наработка на отказ износоустойчивого оборудования (см. «ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»: конструкционная Надежность» и «Наработка на отказ»). В то время как средняя наработка по объединению «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» по установкам с насосами базового исполнения составила 319 суток, а износоустойчивого — 423 суток.

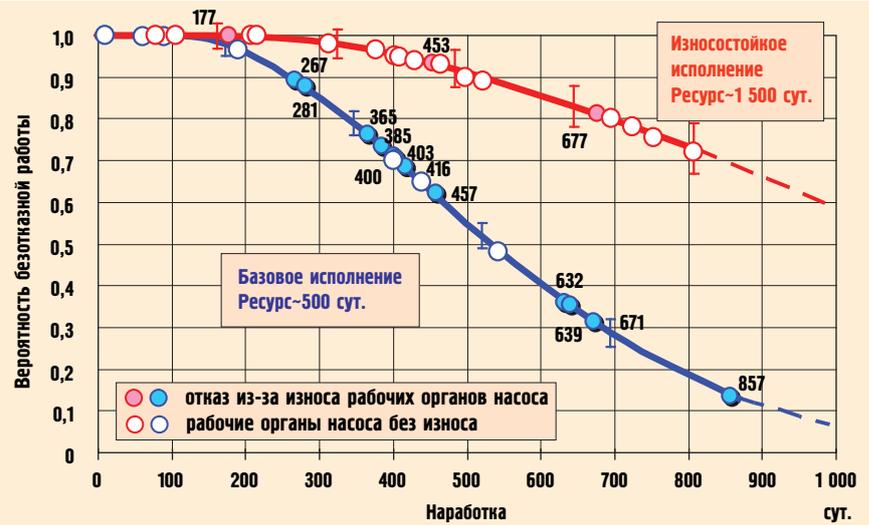
Стоит понимать, однако, что это не общая оценка надежности, а показатель конструкционной надежности, которую можно вычислить по непосредственным отказам оборудования (см. «Конструкционная надежность — потенциал наработки»). Однако так или иначе, износоустойчивое исполнение обеспечивает ощутимо большие наработки, чем базовое.

### Износоустойчивые насосы

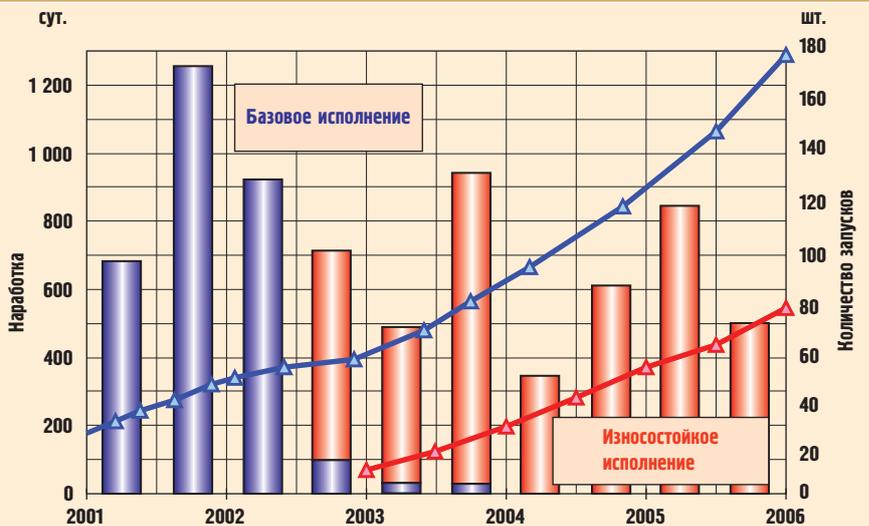
Когда НОВОМЕТ начинал работу по обслуживанию фонда скважин Ноябрьского региона компании «Газпром нефть», одним из первых предложений стало внедрение ремонтных насосов, собранных по износоустойчивой схеме с дополнительными радиальными подшипниками. Первые насосы показали сравнительно хорошие результаты. Так, один насос отработал 138 суток, затем последовал подъем в связи с проведением ГТМ. При разборе оборудования, ни износа промежуточных подшипников, ни износа ступеней выявлено не было. Уровень КВЧ в этом случае был сравнительно низок, но все же превышал норму для базового исполнения.

Износ был получен при наработке в 231 сутки, но уже при гораздо большем КВЧ. В настоящее время собраны и запущены в эксплуатацию 265 таких насосов. И пока в пределах наработки 316 суток

## ООО «ЛУКОЙЛ-ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ»: КОНСТРУКЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ



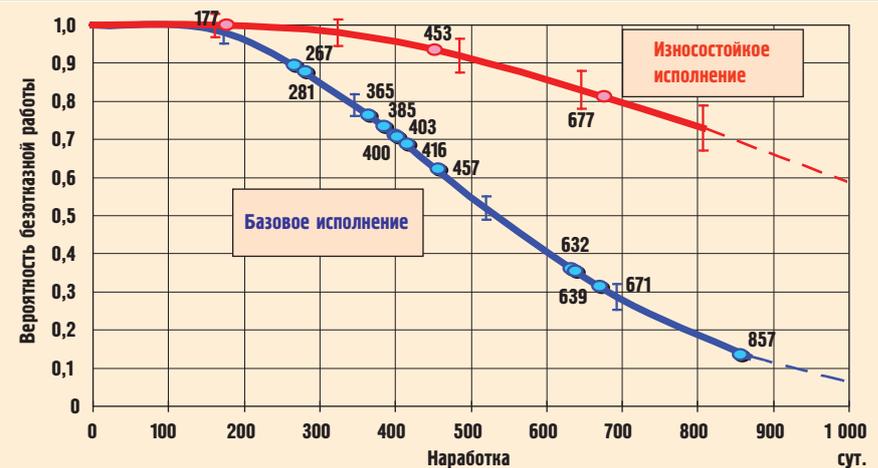
## ООО «ЛУКОЙЛ-ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ»: НАРАБОТКА НА ОТКАЗ



зафиксирован всего один отказ, вызванный износом рабочих органов, что можно считать очень хорошим показателем. Таким образом, эта схема рассматривается специалистами НОВОМЕТА как одна из реальных возможностей увеличения наработки по Ноябрьскому региону (см. «ПДН «Холмогорнефть»: конструкционная надежность ремонтных насосов»).

Волнует потребителя и вопрос ресурса установок в целом. В конце прошлого года специалистами НОВОМЕТА, совместно с сотрудниками отдела по работе с механизированным фондом «Юганскнефтегаза», был проведен расчет конструкционной надежности насосов. Расчет проводился по критериям отказов узлов, принятых в «Юганскнеф-

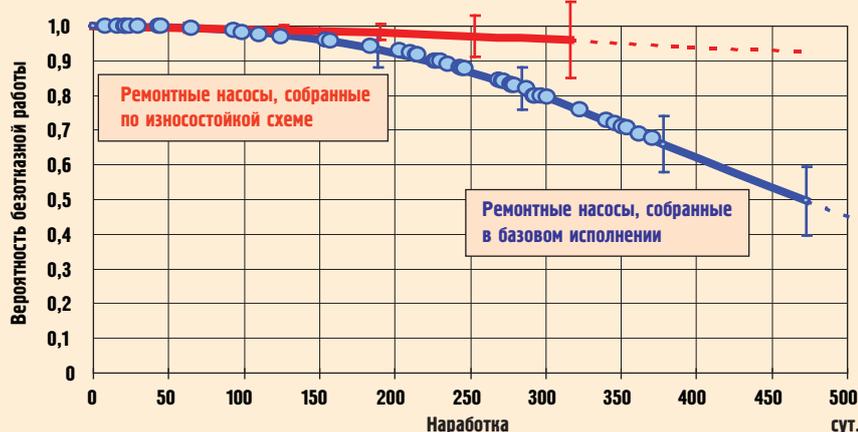
## ООО «ЛУКОЙЛ-ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ» КОНСТРУКЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ – ПОТЕНЦИАЛ НАРАБОТКИ



## ПРЕДЛОЖЕНИЯ «НОВОМЕТ-НОЯБРЬСК» ПО УВЕЛИЧЕНИЮ НАРАБОТКИ НА 2006 Г.

1. Внедрение технологий ремонта, повышающих надёжность оборудования:
  - сборка ремонтных насосов в износостойком исполнении;
  - внедрение нового технологического оборудования;
  - запуск испытательных стендов.
2. Отработка технических решений в рамках пилотных проектов, согласованных с ТПДН.
3. Расширение службы супервайзеров.
4. Изготовление кабельных линии – термостойкий кабельный удлинитель + термостойкая вставка требуемой длины согласно расчетам по программе подбора.
5. Подбор УЭЦН по программе NovometSel-Pro для ЧРФ.

### ТПДН «ХОЛМОГОРНЕФТЬ»: КОНСТРУКЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ РЕМОНТНЫХ НАСОСОВ



тегазе». Иными словами — это не случай признания вины завода в отказе установки, а констатация такого состояния узлов оборудования, которое «Новомет» признал отказом.

Перед экспертами была поставлена задача — определить, на какой уровень наработок может выйти оборудование до наступления этих отказов. Расчеты показали, что отдельные узлы выдерживали порядка 1 000 суток, а вся установка в целом — не менее 660 суток. Результаты расчетов были опубликованы.

### В условиях повышенной КВЧ

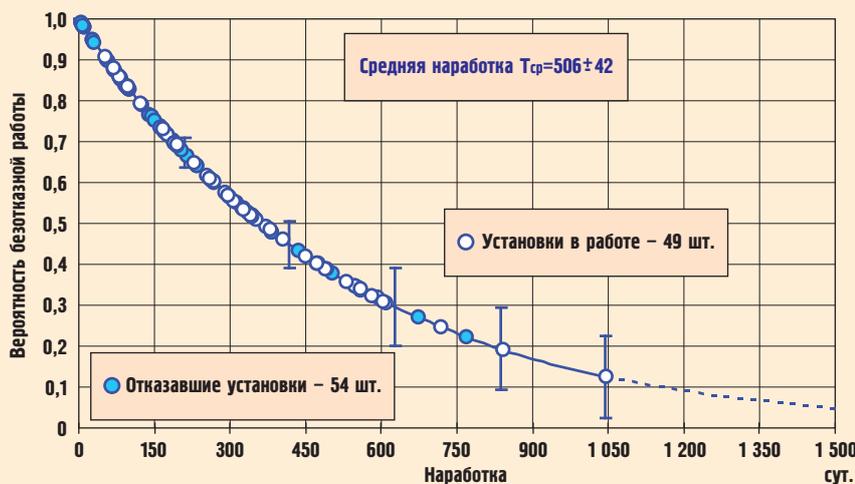
Применительно к более сложным условиям эксплуатации, когда КВЧ составляет порядка 1 000 мг/л, требуется оборудование с особо высоким уровнем конструкционной надежности: специально разработанные газосепараторы, центробежно-осевые и мультифазные насосы. НОВОМЕТ производит такое оборудование и предлагает также вариант насосов пакетной схемы сборки, когда пакет ступеней опирается на узел из радиального и осевого подшипников. Также производятся насосы компрессионной схемы сборки: рабочие колеса жестко закреплены на валу, а ступени в пределах секции представляют собой единый пакет.

Компрессионная сборка была реализована в высокодебитных погружных установках 8-го габарита производительностью от 500 до 4 000 м<sup>3</sup> в сутки. Первые такие установки были сделаны еще в 2004 году и продемонстрировали неплохие результаты. Одна из первых установок отработала почти 1 000 суток в одном из подразделений компании ТНК-ВР.

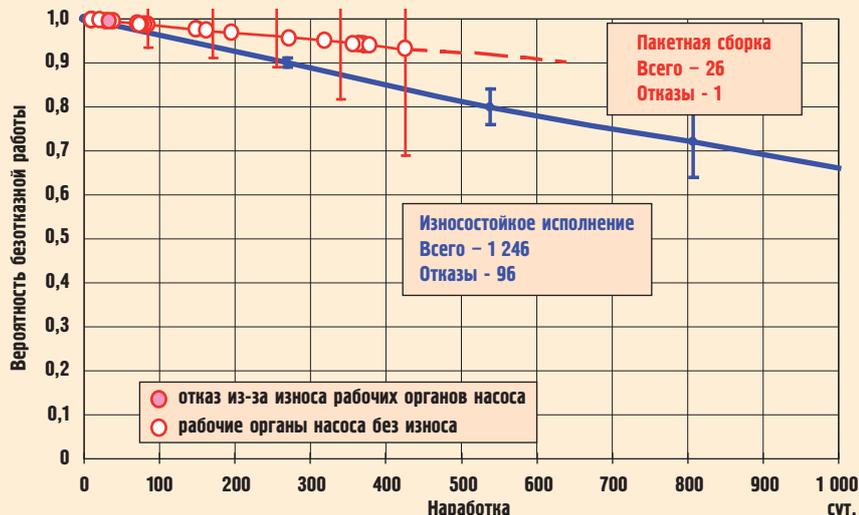
Применялись они и ЛУКОЙЛом, показав наработку намного выше, чем традиционные установки 16-го габарита, используемые для подъема воды. В настоящее время НОВОМЕТ серийно выпускает установки производительностью до 4 000 м<sup>3</sup> в сутки. Большое количество таких установок эксплуатируется в объединении «Сургутнефтегаз».

К началу марта этого года в эксплуатацию запущено 103 установки, из них в работе на сегодня находится 49. Их средняя наработка до подъема составляет 506 суток (см. «Сургутнефтегаз»: установки 8 габарита). Если посмотреть на график вероятности безотказной работы, то большая часть действующего фонда функционирует при нара-

### «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»: УСТАНОВКИ 8 ГАБАРИТА



### «РН-ЮГАНСКНЕФТЕГАЗ»: НАСОСЫ ПАКЕТНОЙ СБОРКИ



## ЮГАНСКНЕФТЕГАЗ: НАСОСЫ ПАКЕТНОЙ СБОРКИ



м/р Восточно-Сургутское  
скв.531/18

ВНН5А-159-2100/04-103

Наработка – 1 сут.  
Нет подачи



м/р Киньяминское  
скв.241/203  
Наработка – 371 сут.

ВНН5А-240-2150/04-103

Рабочие органы списаны по износу

ботках 300–500 суток, но есть и установки с наработками под 1 000 суток.

Характерно, что при эксплуатации высокодебитных установок обнаружился ряд проблем, ограничивающих наработку. Прежде всего, это отсутствие контроля над работой установок и повышенный вынос мехпримесей. Речь идет даже не о песке, а о камнях. Выявленные проблемы потребовали определенной модернизации оборудования, прежде всего, гидрозашиты и двигателей. А вот по насосам особых проблем выявлено не было.

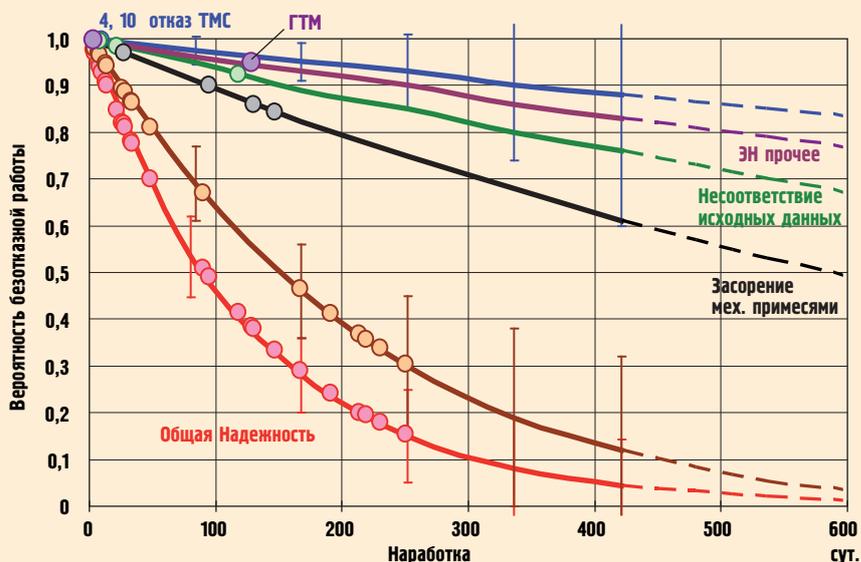
Насосы пакетной схемы сборки эксплуатировались «Юганскнефтегазом». Было запущено 26 насосов, в основном 5А габарита. В настоящее время демонтировано 19 насосов и лишь в одном случае был отмечен полный износ рабочих органов насоса. Характерно, что уровень КВЧ в рассматриваемом случае составлял почти 9 000 мг/л, а скважина неоднократно подвергалась соляно-кислотным обработкам (см. «РН-Юганскнефтегаз»: насосы пакетной сборки).

### Проблемы: ответ производителя

Здесь возникает вопрос о необходимости фирменного сервиса. По информации из базы данных сервисного предприятия, проводившего ревизию этого насоса, он был списан по причине износа ступеней. По факту износ составил менее 0,1 мм, что укладывается в пределы на сборку ремонтных насосов. По сути дела был выброшен годный насос. Кроме этого, был выявлен ряд случаев, когда насос забивался пропантом. В этой ситуации даже пакетная сборка не обеспечит его работоспособность. Таким образом, высокий ресурс оборудования сам по себе не достаточен для обеспечения хорошей наработки на осложненном фонде.

Одна из ключевых проблем отказа при небольших наработках — отложения солей, вызванные засорением мехпримесями. Отказы происходят в пределах наработок: насос не успевает изнашиваться, и либо заклинивает, либо у него забиваются проходные каналы. Для предотвращения такого рода отказов со стороны производителя может быть предложено дополнительное оборудование в составе ПСМ для предотвращения попадания мехпримесей в насос. Это шламоуловители, пенометаллические фильтры, щелевые фильтры, которые могут использоваться как входной модуль, либо как скважинный фильтр, устанавливаемый под двигатель.

## ТНН-ВР, БЕ «ОРЕНБУРГ»: СТРУКТУРА ОБЩЕЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОКАТ «НОВОМЕТ» 2004-2006 ГГ.



Одна из последних разработок в этой сфере, совместная разработка НОВОМЕТА и «Сургутнефтегаза», — это погружной сепаратор мехпримесей с принципиально новой схемой защиты насоса от песка. Вместо привычных фильтров для отделения примесей здесь используется принцип сепарации. Для предотвращения соляных отложений предлагаются глубинные дозаторы и химические реагенты.

Таким образом, оптимальная установка для работы на осложненном фонде будет состоять примерно из следующих узлов: двух типов фильтров, контейнера с ингибиторами против солеотложения, насоса износостойкого исполнения и термостойкой кабельной линии. Подобная комплектация себя полностью оправдывает: средняя наработка по скважинам ОАО «Мохтикнефть» выросла с 58 до 236 суток.

## КОМПРЕССИОННАЯ СХЕМА СБОРКИ НАСОСА

Условный габарит	Подача, м³/сут.	Габарит установки, мм	Максимальная мощность, кВт	Максимальный напор, м
8	500	204	300	3 000
	750		450	3 000
	1 000		550	3 000
	1 600		700	1 900
	2 000		700	1 600
	2 500		700	1 200
	3 000		700	1 100
	4 000		700	800