

ОБОРУДОВАНИЕ АО «НОВОМЕТ-ПЕРМЬ» ДЛЯ СИСТЕМ ППД



ХЛЕБОВ Дмитрий Геннадьевич

Начальник группы разработки стенового оборудования
Департамента инновационных разработок АО «Новомет-Пермь»

Предлагаемое АО «Новомет-Пермь» насосное оборудование для систем поддержания пластового давления (ППД) производится как в горизонтальном, так и вертикальном исполнениях. В зависимости от условий эксплуатации горизонтальные установки комплектуются наземным или погружным электродвигателем. К последним относятся, в частности установки с насосом-перевертышем (5, 5А, 6, 7А и 8-го габаритов), которые применяются для закачки пресных пластовых и сточных нефтепромысловых вод. При использовании данной схемы обеспечивается снижение затрат на строительство высоконапорных коммуникаций, что повышает надежность, экологическую безопасность водовода и снижает убытки от его порыва. Также мы предлагаем своим заказчикам установки перевернутого типа и установки в шурфовом исполнении с верхним асинхронным или погружным электродвигателем и расположением насоса в глухом шурфе глубиной 30-50 метров. В случае применения шурфовых установок на устье монтируется серийная скважинная арматура высокого давления. Для управления всеми технологическими процессами применяются станции управления АО «Новомет-Пермь» с комплектующими ведущих мировых производителей электроинженерии, таких как Siemens, ABB, Schneider Electric и др.

К отличительным особенностям наземных установок для систем ППД производства АО «Новомет-Пермь» и блочных насосных станций на их основе следует отнести практическую модульную конструкцию блок-бокса и наличие современной системы автоматизации. Установки данного типа характеризуются высокой фактической наработкой (более 1000 сут), длительным периодом между плановыми ремонтами (до 365 сут), а также простотой монтажа и пуско-наладки оборудования, которые занимают обычно не более 14-21 суток. Каждая станция проходит сборку и полно-

ценные комплексные испытания на испытательном полигоне предприятия-изготовителя и только после этого переводится в транспортное положение и отгружается заказчику. За счет применения частотного регулирования работа насоса поддерживается в точке максимального значения КПД.

Электродвигатель в составе БНС для систем ППД подбирается в зависимости от значений давления на входе. Если диапазон давлений составляет от 0,04 до 15 МПа, то установка комплектуется наземным электродвигателем, а при более высоком давлении (до 21 МПа) – погружным. В обоих случаях мощность БНС составляет до 1000 кВт и более, напор – до 3500 метров.

Также хочется отметить, что в связи с модернизацией узла подвода (появилась возможность восприятия давления на входе до 15 МПа) отпада необходимость использовать УЦГН на основе погружного электродвигателя, что существенно уменьшает габариты УЦГН и БНС.

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ С НАЗЕМНЫМ И ПОГРУЖНЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

В состав горизонтальных установок с наземным электродвигателем входят также насос, эластичная муфта и узел подвода, в который жидкость подается через подводящий трубопровод (рис. 1). Для увеличения производительности БНС можно параллельно установить несколько насосных агрегатов. Подводящий трубопровод оснащен байпасной линией, что позволяет производить ремонтные работы и замену узлов оборудования без остановки насосной установки.

На рис. 2 представлена горизонтальная установка с погружным электродвигателем мощностью 500 кВт, производительностью до 4000 м³/сут и высоким давлением на входе в насос, предназначенная для закачки жидкости в продуктивные нефтяные пластины с целью поддержания пластового давления, также может использоваться для транспортировки жидкости и повышения давления закачки непосредственно на кустовой площадке. Основное ее преимущество заключается в отсутствии утечек закачиваемой жидкости во внешнюю среду. Как и в предыдущем случае, производительность установки возрастает при параллельном подключении нескольких насосных агрегатов.

УСТАНОВКИ ПЕРЕВЕРНУТОГО ТИПА

Насосные установки перевернутого типа (УЭЦНПТ) предназначены для закачки в пласт пресных, пластовых и сточных нефтепромысловых вод. Данные установки изготавливаются на базе серийного оборудования АО «Новомет-Пермь», что существенно сокращает срок производства и способствует повышению качества сервисного обслуживания. Применение уста-

Рис. 1. Состав установки с наземным электродвигателем

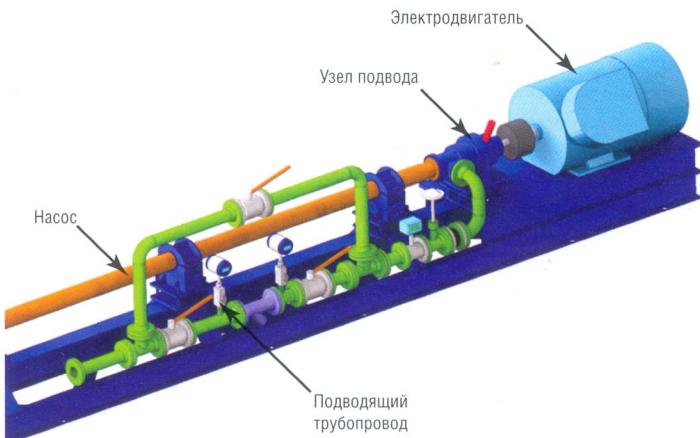
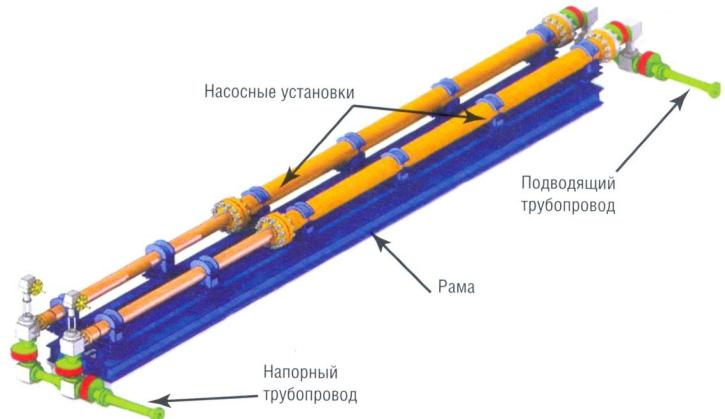
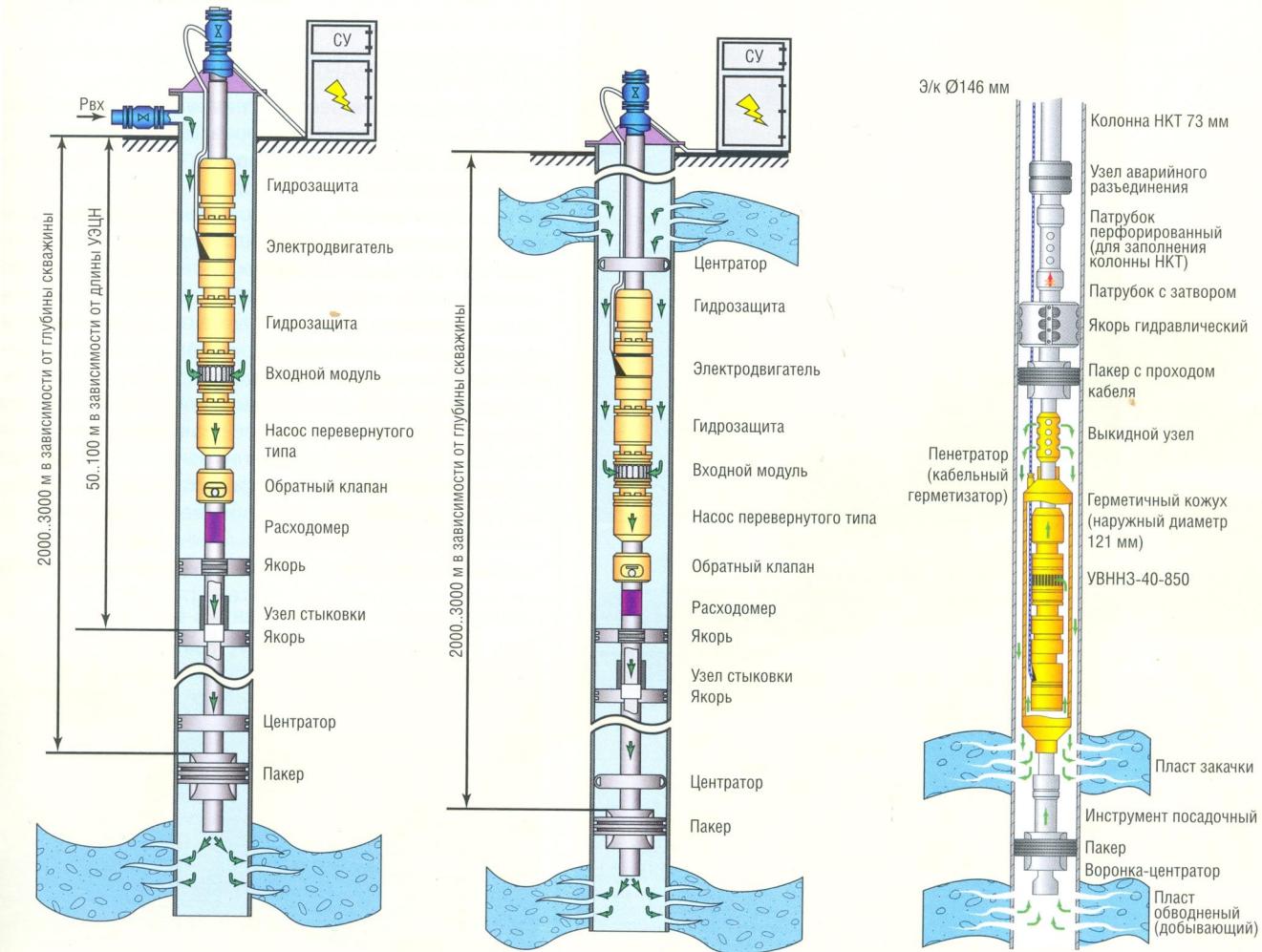


Рис. 2. Состав установки с погружным электродвигателем

новки перевернутого типа позволяет снизить затраты на строительство и эксплуатацию высоконапорных коммуникаций, что, в свою очередь, повышает надежность, экологическую безопасность и снижает убытки от порыва водовода.

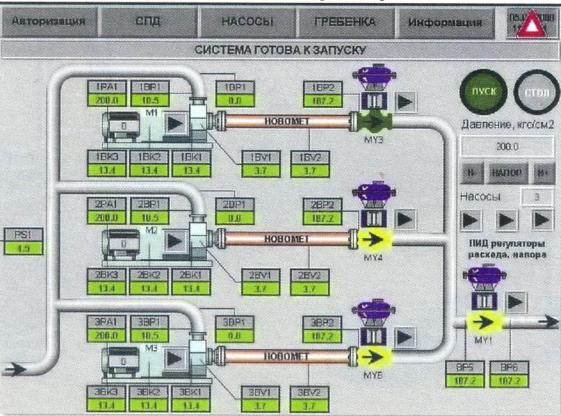
Компоновки комплектуются двумя насосами – ЭЦНБА-500Э-2100' (верхний) и ЭЦНПТБА-225Э-2000 (нижний) – ПЭД с двусторонним выходом, погружным расходомером и изолирующим пакером с проходом для жидкости.

На рис. 3 представлены различные варианты применения данных установок для систем ППД месторождений. Установки могут применяться для одновременного подъема жидкости на поверхность и закачки рабочего агента в нижележащий пласт.

**Рис. 3. Варианты применения установок перевернутого типа для ППД**

Внедрение установок перевернутого типа

№	Месторождение	Установка	Дата запуска	Состояние	Текущая наработка, сут
1	Ветлянское	УВННПТ5-79-1850/14-010	18.08.2010	В работе	840
2	Желябовское	УВННПТ5-59-1550	29.05.2012	В работе	755
3	Кинзянское	УВННПТ5-79-1800	03.06.2012	В работе	750
4	Кинзянское	УВННПТ5-79-2400	03.06.2012	В работе	750
5	Кудиновское	УВННПТ5-79-1850/14-010	16.11.2012	В работе	619
6	Субботинское	УВННПТ5-59-1550	13.05.2012	В работе	206
7	Кинзянское	УВННПТ5-79-2400	01.07.2012	В работе	157
8	М. Кахановское	УВННПТ5-125-1700	18.10.2012	В работе	48
9	Верхнечонское	УВННПТ5а-400-1200/04-043	04.05.14	В работе	50
10	Верхнечонское	УВННПТ5а-240-1200/04-050	07.05.14	В работе	47
11	Верхнечонское	УВННПТ5а-400-1200/04-050	12.05.14	В работе	42

Рис. 4. Станция управления**Рис. 5. Сенсорная панель контроллера СУ**

Внедрение данного оборудования началось в 2010 году. За прошедшие пять лет заказчикам поставлено более 40 комплектов УЭЦНПТ. На данный момент все они находятся в работе, максимальная текущая наработка составляет 840 суток (табл. 1).

СТАНЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

Для управления всеми технологическими процессами применяется станция управления (СУ) (рис. 4). С помощью СУ можно производить пуск и остановку электродвигателей

в штатном режиме, регулировать частоту вращения электродвигателя насоса, контролировать рабочие параметры насосных установок, выполнять аварийную остановку при нарушении работы агрегатов, архивировать и хранить данные, а также передавать информацию на пульт диспетчера (рис. 5). Станции управления собираются из комплектующих Siemens, ABB, Schneider Electric и других производителей с мировым именем. Программное обеспечение изготавливается под индивидуальные требования заказчика, а удобный и интуитивно-понятный интерфейс позволяет оператору без длительного обучения немедленно приступить к эксплуатации станции.

На рис. 6 показана БНСЗx1000-2100 на месторождении ТПП «Ухтанефтегаз» (ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»)

Рис. 6. БНСЗx1000-2100 на месторождении ТПП «Ухтанефтегаз» (ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»)

Рис. 8. Модульная установка центробежного горизонтального насоса (УЦГН)



КОЙЛ-Коми). Конструкция станции – модульная, что позволяет транспортировать ее автомобильным или железнодорожным транспортом с соблюдением всех правил перевозки грузов. БНС устанавливается на специальный быстровозводимый фундамент из металлических профилей. Поскольку станции поставляются в максимальной готовности («под ключ»), сроки монтажных и пусконаладочных работ составляют, как правило, не более 14 суток.

На Приобском месторождении ООО «Газпромнефть-Хантос» была установлена БНСП 1700-350 – станция на базе насосной установки с приводом на основе погружного электродвигателя (давление на входе – 190 атм, на выходе – 225 атм) (рис. 7).

МОДУЛЬНАЯ УСТАНОВКА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАСОСА

Наряду с обозначенными выше видами оборудования сегодня мы также производим и поставляем горизонтальные модульные установки на базе центробежных насосов (УЦГН) (рис. 8). Модульная конструкция позволяет без проблем производить замену двигателя, убирать или добавлять дополнительные секции насоса и тем самым повышать напор установки.

За счет универсальной конструкции на раму может быть смонтирован любой двигатель (независимо от мощности), а также любой насос (независимо от длины и габарита). Высота насоса регулируется с помощью опор, которые передвигаются вдоль оси.

По умолчанию установка поставляется в корпоративном цвете АО «Новомет-Пермь», однако, по требованию заказчика может быть выполнена в любом другом цвете.

Данные установки поставляются начиная с 2002 года. За это время различным заказчикам, включая зарубежные компании, было поставлено 83 УЦГН и изготовленных на их основе БНС. Несколько блочных

**Рис. 7. БНСП 1700-350 на Приобском месторождении
ООО «Газпромнефть-Хантос»**



насосных станций (БНС3х3000-700 Buzachi Operating LTD) были отгружены одной из нефтедобывающих компаний Республики Казахстан (рис. 9). Оборудование обладает следующими характеристиками: номинальная производительность одной установки составляет 3000 м³/сут, номинальное давление на выкиде насоса – 7 МПа (700 м), давление на входе насоса – 0,038 МПа (3,8 м), диаметр подводящего трубопровода – 250 мм. БНС укомплектованы асинхронным электродвигателем производства компании ABB.

СТАНЦИЯ ДЛЯ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В конце 2014 года в АО «Новомет-Пермь» поступил заказ от одной из основных российских нефтедобывающих компаний на изготовление станции для утилизации попутного газа и закачки водогазовой жидкости в пласт. В рамках данного проекта была сконструирована и построена станция со следующими характеристиками: производительность закачивающего насоса – 1600 м³/сут, давление на выкиде – 14,5 МПа (1450 м), давление на входе в насос – 7 МПа, производительность по газовой составляющей – до 20 000 м³/сут, мощность электродвигателя – 500 кВт (рис. 10, 11, табл. 2).

Рис. 9. БНС3х3000-700 Buzachi Operating LTD



Рис. 10. Станция для водогазового воздействия



В соответствии с требованиями заказчика оборудование было изготовлено во взрывозащищенном исполнении (B1A) и оснащено энергоблоком (комплектной трансформаторной подстанцией) мощностью 250 кВт.

На входе в заканчивающий насос установлен эжектор, в который под давлением от 11 до 19 МПа поступает вода (рис. 12). В это же время (параллельно) подается

Рис. 11. Технологическая схема станции для водогазового воздействия

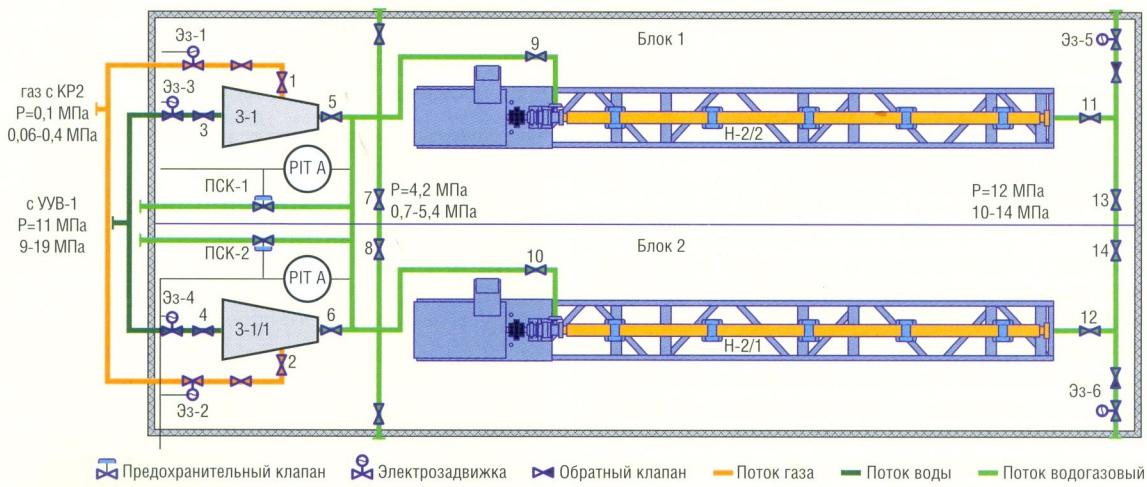


Рис. 12. Конструкция эжектора

- | | |
|----------------|--------------------------------|
| 1 - корпус; | 6 - держатель под сопло; |
| 2 - фильтр; | 7 - сопло диафрагменной формы; |
| 3 - шпилька; | 8 - вставка; |
| 4 - гайка; | 9 - камера смешения; |
| 5 - прокладки; | 10 - диффузор |

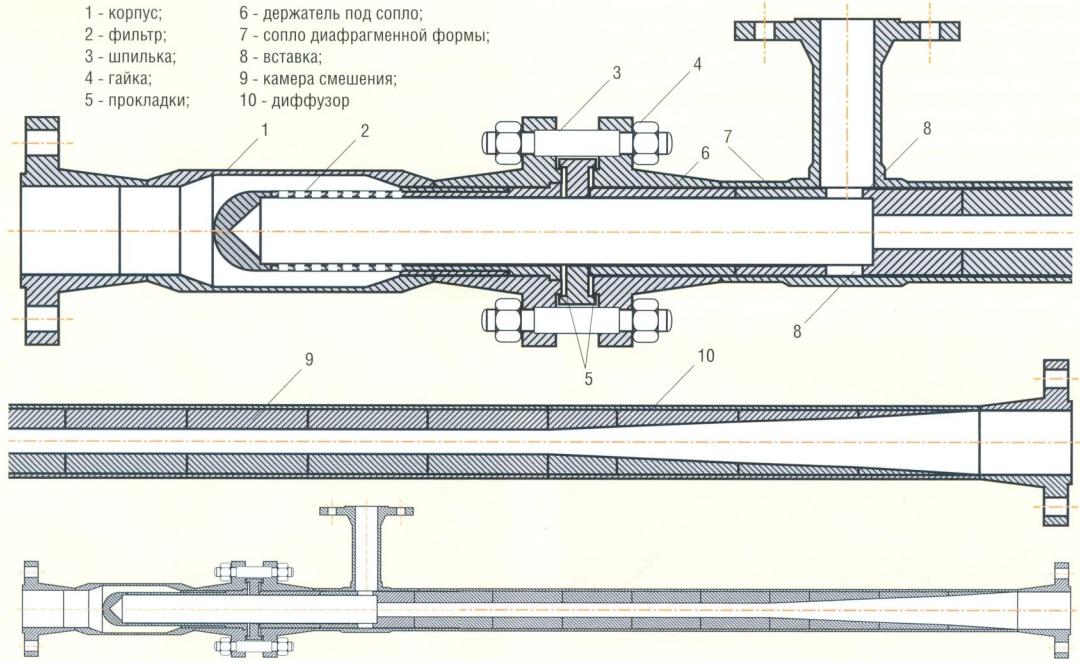


Табл. 2

Технические характеристики станции для водогазового воздействия	
Наименование параметра	Значение
Подача одного насоса на смеси (вода + газ), м ³ /сут	1688 (макс. 1769)
Газовый фактор в стандартных условиях	7,38
Номинальное значение напора на смеси насоса, м	770 (макс. 1900)
Номинальный напор на смеси, м	770 (1900)
Входное газосодержание, %	14,9 (макс. расч. – 19,3)
Давление на входе в насос, кгс/см ²	30-55 (190 – аварийная ситуация)
Число оборотов двигателя, об/мин	2400-3600
Номинальная мощность двигателя, кВт	500

газ. Образовавшаяся в результате смешения фаз водогазовая смесь поступает на вход насосной установки.

Эжектор также произведен АО «Новомет-Пермь», технические параметры его работы приведены в табл. 3.

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

На данный момент фонд обслуживаемых нашей компанией горизонтальных насосных установок насчитывает 32 единицы (табл. 4). В частности, это 12 УЦГН открытого типа, смонтированные в 2002-2003 годах на Кокуйском и Логовском месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». Все установки в настоящее время находятся в работе.

На Шумовском, Чернушинском, Уньвенском, Курбатовском и Альняшском месторождениях с 2004 года эксплуатируются в общей сложности 10 БНС. По состоянию на ноябрь 2014 года наработка установок ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» с момента сдачи в эксплуатацию составляет более 4000 суток.

На Южно-Ягунском (ТПП «Когалымнефтегаз») и Когалымском (ООО «ЛУКОЙЛ-АИК») месторождениях установки были введены в эксплуатацию в 2012 и 2010 годах соответственно. Претензий к работе оборудования также нет.

Говоря о причинах отказов оборудования на фонде ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», стоит отметить, что наиболее уязвимым элементом обслуживаемых установок стал узел подвода, выходивший из строя в результате усталостного разрушения и среза шлицов на муфте, слома-

Табл. 3

Технические характеристики эжектора	
Наименование параметра	Значение
Пассивная среда	Газ
Диапазон расхода газа в стандартных условиях, м ³ /сут	2266-20000
Давление газа на приеме, кгс/см ²	0,8-4,0
Расход жидкости для одного эжектора, м ³ /сут	1535
Давление жидкости перед соплом эжектора, кгс/см ²	110
Давление жидкости на выходе из эжектора, кгс/см ²	37-54,3 (рабочее значение – 42,2. При входном давлении 110 кгс/см ² и расходе газа 11329 м ³ /сут). 54,3 (при входном давлении в установку 190 кгс/см ² и расходе газа 20000 м ³ /сут)

Табл. 4

Обслуживаемый фонд установок ОАО «ЛУКОЙЛ» в 2014 году		
Предприятие	Месторождение	Число установок
ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»	Шумовское (ЦДНГ-9)	6
	Кокуйское (ЦДНГ-10)	10
	Уньвенское (ЦДНГ-11)	1
	Логовское (ЦДНГ-12)	2
	Чернушинское (ЦДНГ-1)	1
	Курбатовское (ЦДНГ-1)	1
	Альняшское (ЦДНГ-3)	1
ЗАО «Перм-ТОТИнефть»	Гарюшки	4
ЗАО «ЛУКОЙЛ-АИК»	Когалымское	4
ТПП «Когалымнефтегаз»	Южно-Ягунское (ЦДНГ-2Я)	2
Итого		32

Табл. 5

Причины отказов оборудования в 2014 году на фонде ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»

№	Месторождение, скважина	Тип оборудования	Отказавший узел	Причина отказа	Комментарии
1	Шумовское, куст №42	БНС 130-1550	Узел подвода	Срез шлицов на муфте	Усталостное разрушение
2	Шумовское, куст №46	БНС 130-1250	Узел подвода	Большие утечки торцового уплотнения	Отключены защиты (возможно, перегрев)
3	Кокуйское, скв. 802	УЦГН 25-2100	Узел подвода	Слом вала узла подвода	Усталостное разрушение
4	Кокуйское, скв. 802	УЦГН 25-2100	Насос	Нет напора, расхода	Забитый канал проходной части аппаратов и рабочих колес
5	Кокуйское, скв. 426	УЦГН 59-1200	Узел подвода	Физический износ	Износ, некачественная подготовка воды
6	Кокуйское, скв. 1181	УЦГН 79-1150	Узел подвода	Большие утечки торцового уплотнения	Отключены защиты (возможно, перегрев)
7	Кокуйское, скв. 806	БНС 180-1500 (Centrilift)	Узел подвода	Большие утечки торцового уплотнения, перегрев	Некачественная установка торцевого уплотнения
8	Логовское, 1210С	201УЭЦНАКИГБА-160-1500	Электродвигатель	Клин, работа без смазки подшипников	Клин, работа без смазки подшипников
9	Чернушинское, скв. 386	БНС 130-1800	Насос	Отсутствие защит	Работа без воды
10	Курбатовское, БКНС-0111П	БНС 350-2000	Насос	Отсутствие защит	Работы без воды
11	Альняшское, БКНС-0308П	БНС 350-2000	Насос	Отсутствие защит	Работа без воды

вала, а также утечек в торцовом уплотнении (табл. 5). В ряде случаев отсутствие напора и забивание каналов проходной части аппарата и рабочих колес (по причине плохой подготовки воды) приводили к выходу насоса из строя.

По результатам комиссионного разбора и детального анализа каждого случая отказа было принято решение о замене шлицев и муфт, а в нормативные документы внесено требование об обязательной ревизии и чистке торцового уплотнения узла подвода при проведении плановых ТО. До заказчика были доведены сведения о некачественной подготовке воды, про-

веденены работы по восстановлению и проверке работоспособности защит (табл. 6).

В заключение хотелось бы обозначить общие проблемы при обслуживании установок. В первую очередь, это некачественное обслуживание оборудования предыдущими компаниями-подрядчиками (в результате возникла необходимость восстановления станций управления, защиты узлов датчиков). Во-вторых, трудности с поиском и приобретением ЗИП производства Centrilift. И, в-третьих, это засорение фильтров мехпримесями вследствие низкого качества подготовки воды. ♦

Табл. 6

Отказавшие узлы оборудования и принятые меры

№	Отказавший узел	Проведенные мероприятия
1	Узел подвода: 1. Срез шлицов в муфте шлицевой 2. Утечки торцового уплотнения	1. Установлена новая шлицевая муфта 2. Принято решение об обязательной ревизии и чистке торцового уплотнения и узла подвода при каждом ТО
2	Насос УЦГН: 1. Нет напора, расхода (забиты проходные каналы рабочих колес и аппаратов секций насоса) 2. Отсутствие защит	1. Заказчик информирован о качестве подготовки воды 2. Проведены работы по восстановлению и проверке работоспособности защит
3	Торцовое уплотнение: 1. Установка БНС 180-1500 (некачественная установка торцового уплотнения в узле подвода Centrilift)	1. Проведена ревизия. Торцовое уплотнение заменено согласно инструкции компании John Crane
4	Электродвигатель: 1. Клин (отсутствие смазки в подшипниках)	1. В соответствии с договором обслуживание электродвигателя установок открытого типа не входит в перечень работ, проводимых специалистами ООО «Новомет-Сервис» 2. Будет проведено согласование и доработка договора