

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ ППД, ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ И УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

КОТЕЛЬНИКОВ Павел Владимирович

Заместитель начальника отдела нестандартного оборудования (ОНО)
Департамента Инновационных разработок, АО «Новоцвет-Пермь»

Предлагаемые АО «Новоцвет-Пермь» наземные насосные установки для систем ППД и блочных насосных станций (БНС) на их основе отличаются практичной модульной конструкцией и наличием современных систем автоматизации. Установки данного типа характеризуются высокой фактической наработкой насосного оборудования (более 1000 сут), длительным периодом между плановыми ремонтами (до 365 сут), а также простотой монтажа оборудования, который занимает обычно от 5 до 30 суток. За счет применения частотного регулирования работа насоса поддерживается в точке максимального значения КПД. Наряду с этим сегодня мы предлагаем своим заказчикам несколько вариантов установок электроцентробежных насосов перевернутого типа, а также другие виды оборудования для ППД, включая блоки распределения, измерения и фильтрации (БРИФ), станции утилизации попутного газа и водогазового воздействия на пласт и различные модели установок с улучшенными рабочими характеристиками и доработанными элементами конструкции (установка с магнитной муфтой, узел подвода с возможностью восприятия большей осевой силы).

Рис. 1. Блочные насосные станции на базе горизонтальных насосных установок



Предлагаемые АО «Новоцвет-Пермь» блочные насосные станции (БНС) для систем ППД выпускаются в двух исполнениях: с наземным приводом, где в качестве двигателя используются стандартные общепромышленные или взрывозащищенные двигатели, и с погружным электроприводом (асинхронный или вентильный ПЭД) (рис. 1).

Тип электродвигателя (наземный или погружной) в составе БНС для систем ППД подбирается в зависимости от величины давления на входе станции. Если диапазон давлений составляет от 0,04 до 1,6 МПа, то установка комплектуется наземным электродвигателем, а при более высоком давлении (до 21 МПа) – погружным.

Другое отличие указанных установок друг от друга заключается в наличии торцевого уплотнения. Если конструкция станций с наземным приводом подразумевает использование торцевого уплотнения, то в случае станций с погружным приводом торцевое уплотнение не требуется, так как установка располагается в герметичном кожухе.

УСТАНОВКИ С НАЗЕМНЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

В стандартном случае производительность серийной горизонтальной установки с наземным двигателем составляет до 5000 м³/сут, мощность двигателя – до 1000 кВт, давление на выходе – до 35 МПа, на входе – 1,6 МПа (рис. 2).

К настоящему времени также освоено производство станций с повышенным (до 12 МПа) давлением на входе. Оборудование уже поставляется заказчикам. Помимо этого завершены испытания опытных образцов БНС с давлением на входе до 20 МПа.

Для увеличения производительности БНС можно параллельно установить несколько насосных агрегатов. Подводящий трубопровод оснащен байпасной линией и системой фильтрации жидкости.

Рис. 2. Установки с наземным электродвигателем



Рис. 3. Установки с погружным электродвигателем



УСТАНОВКИ С ПОГРУЖНЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Горизонтальные установки с погружным электродвигателем обладают такой же производительностью (5000 м³/сут), которая, как и в предыдущем случае, может быть увеличена за счет параллельного подключения нескольких насосных агрегатов (рис. 3).

Давление на выходе таких установок может достигать 35 МПа, на входе – до 21 МПа, мощность двигателя составляет 500 кВт.

Как отмечалось выше, за счет абсолютной герметичности установки отсутствуют утечки закачиваемой жидкости во внешнюю среду, что можно отнести к безусловным преимуществам данной конструкции.

Установки с погружным приводом предназначены для повышения давления закачки жидкости в продуктивные пласты непосредственно на кустовой площад-

Рис. 4. БНС 3x1000-2100 на месторождении ТПП «Ухтанефтегаз» (ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»)



Рис. 5. БНСП 1700-350 на Приобском месторождении ООО «Газпромнефть-Хантос»

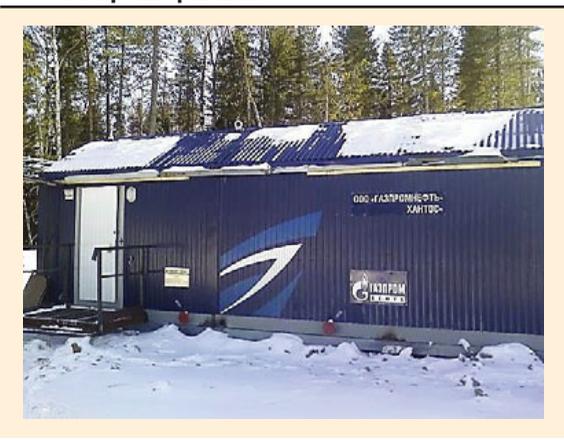


Рис. 6. Высокопроизводительные блочные насосные станции

БНС производительностью 9000 м³/сут (Buzachi Operating LTD)

БНС производительностью 16000 м³/сут (Восточная Сибирь)



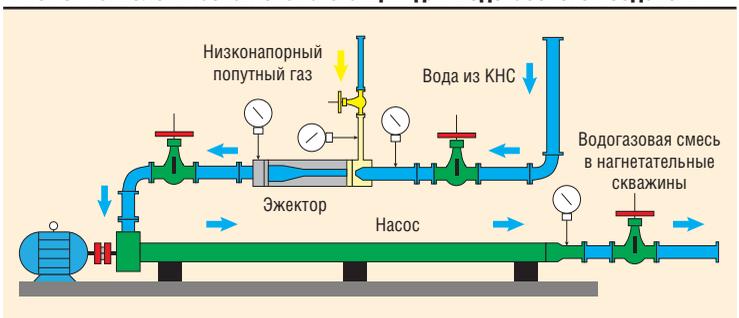
Количество и наименование БНС, поставленных заказчикам за все время выпуска

Компания	Наименование	Начало эксплуатации	Число установок
ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»	УЦГН 25-1600, 59-1200, 79-1200, 130-1600, 340-2000	2002	19
АО «ВТК»	УЦГН 250-2000	2005	6
ООО «ПермТОТИнефть»	УЦГН 130-2000	2005	4
СП «Черногорское»	250-1600	2004	2
ЗАО «НК «Калмистерн»	250-1800	2007	1
ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», ТПП «Ухтанефтегаз»	1000-2100	2009	4
ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», ТПП «Севернефтегаз»	250-2000, 1000-2000, 1000-1250, 500-2000	2009	8
ЗАО «ЛУКОЙЛ-АИК»	БНС 1000-1900	2010	3
ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», ТПП «Севернефтегаз»	БНС 2x1000-1250	2010	2
ООО «Газпромнефть-Хантос»	БНС П1700-350	2010	1
ООО «Газпромнефть-Хантос»	БНС П500-550	2010	1
ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», ТПП «Севернефтегаз»	БНС 2x500-2000	2010	2
ПАО «ВТК»	БНС 8-3500	2010	1
ООО «Газпромнефть-Хантос»	БНСП 800-500 и БНСП 500-550	2011	2
ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», ТПП «Когалымнефтегаз»	УЦГН 8-1400-1900	2012	1
Geonafra (Литва)	УЦГН 8-500-55004-103	2012	1
ЗАО «ЛУКОЙЛ-АИК»	УЦГН 8-1000-1900	2012	1
АО «Татнефтеотдача»	УНВЦ-125-1000	2012	1
ООО «Нафтатехресурс»	УЦГН 8-500-1150/04-103	2012	1
ПАО «Ульяновскнефть»	БНС 4x1000-450	2013	4
ПАО «ЛУКОЙЛ»	УЦГН 8-1400-1900	2013	1
ООО «Газпромнефть-Хантос»	УЦГНП 8-500-550, УЦГНП 8-800-500 и УЦГНП 8-1700-350	2013	3
ПАО «ЛУКОЙЛ»	УЦГН 5А-35-1600	2013	1
ЗАО «Электроснабсбыт»	БНС 3x500x2000	2013	3
АО «РН Холдинг»	БНСП 8x2000-700	2013	1
ООО «Газпромнефть-Оренбург»	УЦГН 8-1600-800	2013	1
АО «Татнефтеотдача»	УЦГН 6А-250-1500	2013	1
Филиал «Газпромнефть-Муравленко»	БНСП 1400-900	2014	1
Buzachi Operating Ltd	БНС 2x3000-700	2014	2
Buzachi Operating Ltd	БНС 3x3000-700	2014	3
ПАО «Оренбургнефть»	БНС 2x1600-1450	2015	2
ООО «Газпромнефть-Оренбург»	УЦГН 8-1600Э-800	2015	1
ООО «Соровскнефть»	БНС 4x1200-300	2015	4
Филиал «ГПН-Муравленко»	БНСП 1000-300	2017	1
ООО «ГПН-Хантос»	БНСП 3200-250	2017	1
ООО «Газпромнефть-Восток»	БНС 2x1750-2100	Запуск ожидается	2
ООО «Газпромнефть-Восток»	БНС 3x1650-2100	Запуск ожидается	3
ООО «ГПН-Хантос»	БНСП 1300-150	2017	1
ТОО «Потенциал-Ойл»	БНС 2x1000-1250	2016	2
АО «Мессояханефтегаз»	БНС 2x500-750	Запуск ожидается	2
Всего установок ППД			101

Рис. 7. Станция для водогазового воздействия на пласт



Рис. 8. Технологическая схема станции для водогазового воздействия



СТАНЦИЯ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО ГАЗА И ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ

В конце 2014 года в АО «Новомет-Пермь» поступил заказ на изготовление станции для утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) и закачки водогазовой смеси в пласт. В рамках данного проекта была сконструирована и изготовлена 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. 7, табл. 2). В соответствии с требованиями заказчика

Рис. 9. Система охлаждения узла подвода для разгрузки большой осевой силы



ке, также они могут использоваться для транспортировки жидкости от одного объекта к другому в качестве перекачивающих насосов.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ

К отличительным особенностям БНС на основе горизонтальных наземных установок производства АО «Новомет-Пермь» следует отнести практичную модульную конструкцию блок-бокса, благодаря которой можно осуществлять транспортировку оборудования абсолютно любым видом транспорта: автомобильным, железнодорожным, водным и другими с соблюдением всех правил перевозки грузов. Монтаж станции производится на быстровозводимый трубчатый фундамент из металлических профилей или подготовленное основание (монолитная железобетонная плита, дорожные плиты) (рис. 4, 5).

Каждая станция предварительно проходит сборку и полноценные комплексные испытания на испытательном полигоне предприятия-изготовителя и только после этого консервируется, переводится в транспортное положение и отгружается заказчику.

В табл. 1 показано количество и наименование БНС, поставленных заказчиком за все время выпуска. На рис. 6 также приведены примеры поставок высокопроизводительных (9000-16000 м³/сут) БНС компаниям-заказчикам.

Таблица 2

Технические характеристики станции утилизации попутного газа и водогазового воздействия на пласт	
Параметры	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

Рис. 10. Блоки распределения, измерения и фильтрации (БРИФ)



оборудование было изготовлено во взрывозащищенном исполнении.

На рис. 8 представлена технологическая схема станции. На входе в закачивающий насос установлен эжектор, в который под давлением от 11 до 19 МПа поступает вода. Параллельно подается попутный газ. Образовавшаяся в результате смешения водогазовая смесь поступает на вход насосной установки и далее закачивается в пласт.

УЗЕЛ ПОДВОДА ДЛЯ РАЗГРУЗКИ БОЛЬШОЙ ОСЕВОЙ СИЛЫ

На протяжении всего срока эксплуатации насосно-оборудования для систем ППД самого пристального внимания с точки зрения поддержания в рабочем состоянии требует узел подвода. На сегодняшний день это наиболее уязвимый элемент любой БНС.

В связи с этим конструкторское бюро АО «Ново-мет-Пермь» разработало и испытало узел подвода с повышенной осевой нагрузкой – максимальным осевым усилием до 8 т (против 4,5 тонн у серийно производимого). Увеличение ресурса стало возможным за счет применения системы циркуляции масла. Также новый узел оснащен дополнительной (принудительной) системой охлаждения (рис. 9).

Рис. 11. Конструктивные особенности и комплектация БРИФ

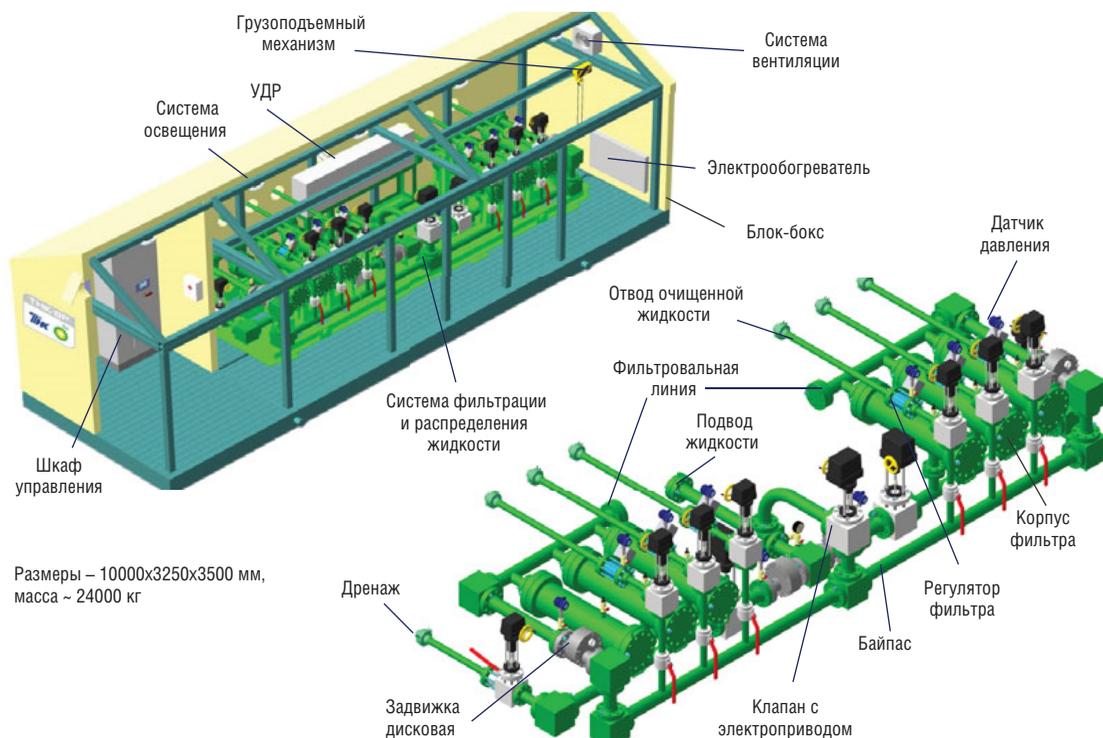
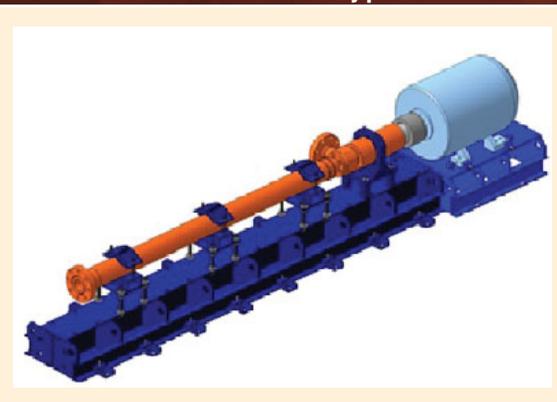


Рис. 12. Установка с магнитной муфтой

БЛОКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, ИЗМЕРЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ (БРИФ)

Наряду с указанными видами оборудования АО «Нововет-Пермь» поставляет заказчикам блоки распределения, измерения и фильтрации (БРИФ), обладающие расширенным набором функций (рис. 10), среди которых следует выделить возможность очистки пластовой воды или других технологических жидкостей от механических примесей, возможность дозированной заправки ингибитора и распределения воды по скважинам системы ППД; функции измерения, регулирования и архивирования параметров технологического процесса в базу данных.

БРИФ поставляются в блок-боксах, в которых размещаются следующие системы: очистки (1 или 2 каскада); измерения и распределения; а также автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП). Последняя обеспечивает распределение рабочей жидкости по добывающим скважинам с измерением и регулированием технологических параметров; сбор, архивирование, обработку и

отображение информации на панели оператора. Также реализовано управление (в том числе ручное) и контроль состояния электрооборудования и его отключения в аварийных ситуациях.

Кроме этого, предусмотрена защита силовых цепей от токов короткого замыкания и перегрузок. Дополнительно все блок-боксы комплектуются вспомогательными системами, например, системой грузоподъемных механизмов, отопления, освещения, вентиляции и др. Более подробно конструктивные особенности и комплектация БРИФ показаны на рис. 11.

Рис. 13. Реализованные проекты

Рис. 14. Реализованные проекты в 2016-2017 гг.



ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ

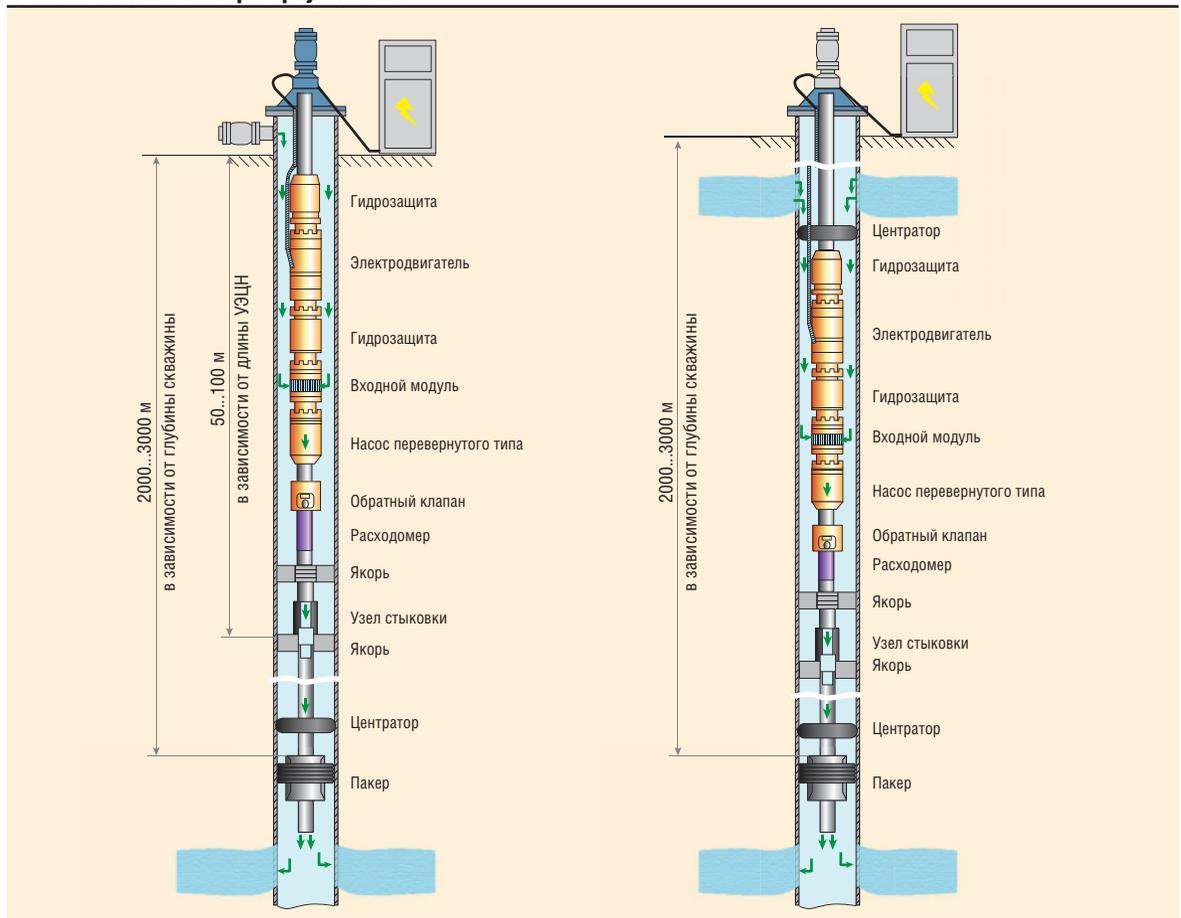
Вопрос: Павел Владимирович, на какое давление рассчитаны фильтры, применяемые в составе БРИФ?

Павел Котельников: Фильтры выдерживают перепады давления до 5 атм. За счет пенноникелевой подложки и размещенного сверху фильтрующего элемента достигается высокая тонкость фильтрации. Если фильтрующий элемент выполнен на основе щелевого фильтра, то перепад давления может достигать до 20 атмосфер.

Вопрос: С какими проблемами вы сталкивались или продолжаете сталкиваться при эксплуатации насосных установок в ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»?

П.К.: Прежде всего, хочу отметить, что установки работают до сих пор. Говоря о причинах случившихся отказов, стоит отметить, что наиболее уязвимым элементом обслуживаемых установок стал узел подвода, вышедший из строя в результате усталостного разрушения и среза шлицов на валу, а также утечек через торцовое уплотнение.

Рис. 15. Установка перевернутого типа



УСТАНОВКА С МАГНИТНОЙ МУФТОЙ

Еще одна наша разработка – горизонтальная наземная установка с магнитной муфтой с повышенной производительностью (до 5000 м³/сут) и давлением на входе до 21 МПа. В числе других отличительных особенностей данной установки следует назвать абсолютную герметичность конструкции, меньшую длину по сравнению с погружным электроприводом (рис. 12). Одним из недостатков применения магнитной муфты является уменьшение КПД (до 70%) при высоком входном давлении. Это обусловлено увеличением толщины защитного экрана и как следствие снижением напряженности магнитного поля.

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ БНС

На данный момент нашей компанией выпущено свыше 100 горизонтальных насосных установок. Практически все установки в настоящее время находятся в работе.

На Шумовском, Чернушинском, Уньвенском, Курбатовском и Альняшском месторождениях с 2004 года эксплуатируются в общей сложности более 10 БНС (рис. 13). На Когалымском (ПАО «ВТК») и Южно-Ягунском (ТПП «Когалымнефтегаз») месторождениях установки были введены в эксплуатацию в 2006 и 2012 годах соответственно.

В 2016-2017 годы было реализовано несколько проектов, в том числе для ТОО «Потенциал Ойл» (Республика Казахстан) и АО «Мессояханефтегаз». В первом случае заказчику была поставлена БНС на базе двух горизонтальных насосных установок с максимальной производительностью 2600 м³/сут и максимальным напором 1340 м каждая. Мощность приводов составляет 315 кВт.

В 2016 также была поставлена БНС на базе двух горизонтальных насосных установок со следующими характеристиками: максимальная производительность установок – 1400 м³/сут, максимальный напор – 860 м, мощность привода (2 шт.) – 110 кВт, давление на входе насоса – 12 МПа (рис. 14).

УСТАНОВКИ ПЕРЕВЕРНУТОГО ТИПА (УЭЦНПТ)

Предлагаемые АО «Новомет-Пермь» 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 установок перевернутого типа позволяет снизить затраты на строительство и эксплуатацию высоконапорных коммуникаций, что, в свою очередь, повы-

шает надежность, экологическую безопасность и снижает убытки от порыва водовода. Различные схемы оборудования позволяют производить закачку как с поверхности, так и из вышележащего водоносного пласта (рис. 15).

Внедрение оборудования началось в 2010 году, и всего за прошедшие семь лет заказчиком поставлено более 60 комплектов УЭЦНПТ.

Помимо этого, сегодня заказчиком также поставляются перевернутые установки двухстороннего действия, предназначенные для одновременного подъема жидкости на поверхность и закачки в нижележащий пласт (рис. 16). Комплектовки комплектуются двумя насосами: верхним и нижним. Первое внедрение установки в такой комплектации состоялось в 2013 году. ♦

Рис. 16. Установка двухстороннего действия

