

ВВЕДЕНИЕ

Трубопроводный транспорт нефти в настоящее время является основой российской системы нефтеобеспечения. Система магистральных нефтепроводов представляет собой ключевое звено топливно-энергетического комплекса страны и играет роль важнейшего фактора его стабильности и экономического развития. По нефтепроводам транспортируется 99,5% добываемой в стране нефти на нефтеперерабатывающие заводы России и для экспорта в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Трубопроводный транспорт нефти наиболее экономичен и экологически безопасен по сравнению с другими видами транспорта. Характерной чертой данного вида транспорта является высокий уровень технического оснащения и автоматизации производственных операций.

Повышение показателей работы нефтеперекачивающей станции достигается широким использованием устройств автоматики, телемеханики позволяющей наблюдать за работой насосных станций и управлять технологическими процессами на расстоянии, непосредственно с ЦДП и РДП.

Для поддержания пропускной способности требуется замена всего технологического оборудования.

Начиная с 1999 года в соответствии с прогнозом грузопотоков (прогноз ОАО «Гипротрубопровод» от 26.10.98г.) планируется увеличить перекачку нефти на запад за счет освоения новых месторождений. Прогнозируемый поток будет возрастать с 7.2 млн.т.год в 1999г. до 14.8 млн.т.год в 2010г. Учитывая неравномерность перекачки, достигающей 30-35% - это составит 9.72-20 млн.т. в год.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЛПДС «МОСКАЛЕНКИ»

1.1 Генеральный план

Генеральный план ЛПДС «Москаленки» разработан с учетом существующей застройки предприятия, организации рельефа, а также принципиальной схемы технологических трубопроводов.

Рельеф площадки нарушен, плодородного слоя почвы нет. Площадка занята плотной сетью существующих инженерных коммуникаций.

Ко всем зданиям и сооружениям предусмотрены подъезды с разворотными площадками, увязанные в единую транспортную схему движения по территории ЛПДС.

Ширина проездов принята 3.5 м, радиусы поворота 8 м.

Вертикальная планировка выполнена методом проектных горизонталей через 0.1 м с организацией поверхностного стока дождевых и талых вод на существующие дороги и рельеф.

Таблица 1.1 - Техничко-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Площадь участка (в границе благоустр.)	га	0.443
Площадь используемой территории	га	0.212
Площадь застройки	га	0.0715
Площадь твердого покрытия	га	0.14
Площадь озеленения	га	0.231
Плотность застройки, %	%	16
Коэффициент озеленения		0.52

Уловленная нефть по трубопроводу подается на узел фильтров и закачивается в магистральный нефтепровод.

Рельеф площадки ровный с общим уклоном на северо-запад в сторону озера.

1.3 Назначение ЛПДС «Москаленки»

Технологическая станция ЛПДС «Москаленки» позволяет осуществлять следующие операции:

- перекачку нефти по схеме «из насоса в насос» при пониженном давлении на предыдущей НПС;
- перекачку нефти по магистральному нефтепроводу мимо станции;
- перекачку нефти по магистральному нефтепроводу через емкость;
- перекачку нефти по магистральному нефтепроводу с подключенной емкостью;
- временное хранение нефти;
- внутрипарковые перекачки;
- пуск и прием скребка, пропуск скребка или ВИС без остановки станции.

По технологии нефтеперекачивающая станция может качать нефть как с запада на восток так и в обратном направлении с востока на запад.

1.4 Состав ЛПДС «Москаленки»

В состав технологической схемы ЛПДС «Москаленки» входит основное и вспомогательное оборудование:

- камеры пуска приема скребка;

при изменении направления потока соответственно меняется положение задвижек №№ 78, 81 закрыты, а №№ 79, 80 открыты.

Камера фильтров предназначена для очистки нефти от механических примесей.

В состав камеры фильтров входят два фильтра очистки и коммутирующие задвижки 1П, 2П, 3П, 4П, фильтра работают поочередно один в работе другой резервный, по мере их загрязнения задвижками переводят на резервный а рабочий останавливают для чистки. Задвижка 1П отключает оба фильтра от магистрали, ее нормальное положение закрытое. Камера фильтров подключена к системе откачки утечек для сброса нефти. Задвижка 6П подключает фильтра к сбросной линии.

Предохранительные клапана предназначены для предохранения трубопровода и оборудования НПС от превышения давлений выше максимально допускаемых, для каждого оборудования и магистрально части трубопровода согласно карте уставок.

Секция (а) предназначена для защиты трубопровода и рассчитана на давление в трубопроводе равное 33 мПа.

Секция (б) осуществляет защиту размывочной линии резервуарного парка, давление 6 мПа. Обе секции предохранительных клапанов подключены к линии сброса в резервуары.

В состав насосной станции входят 3 магистральных насосных агрегата МНА1-МНА3 и 2 подпорных ПНА1, ПНА2. Каждый агрегат оснащен приемной и выкидной задвижками подключения к магистрали. Между входом и выходом агрегатов и после МНА3 установлены обратные клапана ОКП1-ОКП6, предназначенные для предотвращения обратных ударов при остановке и пуске насосных агрегатов и для предотвращения движения нефти в обратном направлении.

Нефть из линейной части магистрального нефтепровода ТОН –II поступающая с запада попадает на камеры пуска приема скребка (КППС) задвижки №№ 4, 5, если поток нефти идет транзитом то открыта обводная задвижка № 4, а №№ 1, 5 закрыты, если станция в работе то задвижка № 4, закрыта а №№ 1, 5 открыты. Нефть через задвижку № 5 КППС и № 81 камеры переключений поступает на фильтр грязеуловитель, где происходит очистка от механических примесей. В зависимости от способа перекачки после камеры фильтров нефть поступает на входной патрубков резервуара если схема с подключенным резервуаром или для заполнения резервуара, выбор способа производится при помощи задвижек №№ 29, 30, если нефть поступает в резервуар задвижка № 29 закрыта.

Далее через задвижку № 30 подключения резервуара, из резервуара или с приема станции, нефть попадает на прием НПС, в зависимости от выбранных агрегатов открываются агрегатные задвижки у подпорных агрегатов 1Н-4Н и если необходимо у основных 5Н-10Н. Далее через выходной коллектор задвижку подключения № 26 обратный клапан ОКП 15, задвижку переключений № 78 нефть поступает на задвижку КППС №1 и далее в линейную часть нефтепровода.

268 К до 353 К, кинематической вязкостью до 3 см²/с , содержание механических примесей до 0,06 % по объему , размером частиц до 2 мм.

Насосы типа НМ предназначены для эксплуатации в помещениях с положительной температурой. Климатическое исполнение насосов - ХЛ; категория размещения 4 по ГОСТ 15150-69.

Насосы типа НМ - центробежные горизонтальные с двустороннем подводом жидкости к рабочему колесу и двухзавитковым спиральным отводом жидкости от рабочего колеса.

2.2 Вспомогательные системы НПС

Для обеспечения нормальных условий работы магистральных насосов типа НМ и электродвигателей типа АЗМВ в период эксплуатации с заданными параметрами предусматриваются следующие вспомогательные системы:

- 1) система сбора утечек от торцовых уплотнений;
- 2) система разгрузки и охлаждения торцовых уплотнений;
- 3) централизованная система смазки и охлаждения подшипников;
- 4) система вентиляции помещения насосного цеха;
- 5) средства контроля и защиты насосного агрегата.

Все системы имеют закрытое исполнение, рабочие реагенты циркулируют в них по замкнутому кругу.

2.2.1 Система сбора утечек от торцовых уплотнений

Система сбора утечек предусматривается для приема капельных утечек от торцов, возникающих в процессе эксплуатации, а также на случай возникновения на насосах аварийных ситуаций: образования щелей или полного раскрытия их торцов.

сторону от местоположения камеры уплотнения. Гладкая внешняя втулка, связанная с корпусом насоса, имеет предельный проточный канал, сообщающий полость всасывания колеса с камерой уплотнения. Устанавливаемая постоянная циркуляция жидкости по этому каналу через камеру уплотнения обеспечивает необходимое охлаждение торцового уплотнения.

2.2.3 Система смазки и охлаждения подшипников

Система смазки подшипников магистральных насосов и электродвигателей на НПС централизованная, циркуляционная, с охлаждением масла воздухом в маслоохладителях.

Оборудование системы смазки поставлено Сумским насосным заводом комплектно с основными насосными агрегатами.

В комплект поставки оборудования маслосистемы к насосам НМ 2500 - 230 входят:

- два шестеренных насоса НМШ-32-10-18/6-1 производительностью 10м³/ч, напором 40 м, с числом оборотов 980 об/мин, с электродвигателем В13256 исполнение ВЗГ, мощностью 5,5 кВт;
- фильтр масляный двойной - поверхность фильтрации 2*300 м²;
- два бака для масла емкостью 0.9 м³ каждый;
- два аппарата воздушного охлаждения АВМ-В-20-Ж-0.6-Б1-В с электродвигателем В100S4 мощностью 3 кВт
- бак аварийный аккумулирующий емкостью 0,8 м³, установленный на высоте 6 м.

Оборудование системы смазки (кроме маслоохладителей) располагается в пристройке к зданию насосной. Коммуникации смонтированы с уклоном в сторону баков для масла .

для подвода и отвода масла и штуцеры для укрепления манометров. Патрон фильтрующий состоит из 44 секций. Степень загрязнения

2) Резервный (при наличии не менее двух агрегатов данного назначения) - автоматический запуск данного агрегата в качестве резервного при неисправности основного;

3) Кнопочный - управление агрегатом (пуск/остановка) с пульта оператора;

4) Местный - управление агрегатом (пуск/остановка) с помощью установленных по месту кнопок;

5) Ремонт - управление агрегатом из любого пункта невозможно.

Для каждой из контролируемых Системой задвижек (кроме приемных и выкидных задвижек насосных агрегатов) предусмотрены режимы дистанционного и местного управления. Режим управления задвижек определяется положением переключателя на соответствующей станции управления. В режиме дистанционного управления возможно управление задвижкой, как с пульта оператора, так и из РДП (при подключении данной задвижки к системе телемеханики), в зависимости от режима управления станцией.

2.2.4 Система вентиляции

В здании нефтенасосной применяется приточно-вытяжная вентиляция с приточной камерой расположенной в нижней зоне и вытяжной камерой расположенной в верхней зоне здания.

Приточные системы механической вентиляции состоят из следующих конструктивных элементов:

- приточной камеры с оборудованием для обработки воздуха и подачи его в помещения;

- сети каналов и воздуховодов, по которым воздух вентилятором распределяется по отдельным вентилируемым помещениям;

- приточных отверстий с решетками;

- регулирующих устройств в виде дроссель - клапанов,

При остановке обоих подпорных или приточных вентиляторов аварийно отключается вся станция.

На ЛПДС «Москаленки» системы включают по два радиальных вентилятора типа ВЦ 4-75, рабочий и резервный.

Для очистки воздуха от пыли при его запыленности более 0,2 мг/м³ установлены фильтры ячейковые типа ФяВ. Подаваемый воздух подогревается до 10°С (в холодный период года) в калориферных установках КВБ-10.

Создание необходимых режимов работы системы обеспечивается воздушной регулировочной заслонкой с электроприводом, установленной на воздухозаборе. Частично закрытое положение заслонки соответствует режиму «продувка», полностью открытая – режимам «закрытие клапана» и «подпитка».

Для продувки электродвигателей включается рабочий вентилятор. Регулирующая заслонка, находясь в частично закрытом положении, обеспечивает перед каждым электродвигателем давление равное 240 – 800 Па (необходимое для открытия продувочного клапана). Продувка осуществляется в течение 10 – 15 мин.

По окончании продувки регулирующая заслонка автоматически открывается, и давление воздуха возрастает до 1100 Па (необходимое для закрытия продувочного клапана).

Закрытие продувочного клапана дает разрешение на пуск электродвигателя. После запуска электродвигателей система обеспечивает их подпитку воздухом.

Система рассчитана на одновременную продувку, закрытие клапана и последующую подпитку всех четырех электродвигателей, включая электродвигатель насосного агрегата, находящегося в горячем резерве. Перед каждым электродвигателем установлена воздушная заслонка с ручным управлением. При помощи этих заслонок осуществляется дополнительная настройка системы при необходимости работы с

- 80⁰ С – температура максимальная (*max*) аварийная.

Измерение температуры осуществляется датчиками типа НСХ-50, 50^{0й}-градуировки, при изменении температуры меняется сопротивление датчика и по трех проводной линии (каналу) передается в контроллер системы “ЭМИКОН” в модуль ввода аналоговых сигналов ЕАІ-03А.

- защита герметичности торцового уплотнения:

Контроль за утечками из торцевых уплотнений насосов необходим в связи с тем, что превышение допустимого уровня утечек служит сигналом разрушения торцевых уплотнений. Утечки скапливаются в корпусе этих уплотнений, откуда отводятся по общему коллектору в емкость, при превышении утечки нефти или масла через торцевые уплотнения насоса, сигнализатор СУ1-01 формирует сигнал авария для остановки МНА.

- защита от чрезмерных вибраций:

Приборы контроля вибрации ВВК008 “КАСКАД” предназначены для контроля за вибрацией магистрального агрегата, контроль вибрации осуществляется по 5 точкам, три у магистрального насоса и две точки электродвигателя:

- Передний подшипник насоса;
- Задний подшипник насоса;
- Корпус насоса;
- Передний подшипник электродвигателя;
- Задний подшипник электродвигателя;

Прибор контроля вибрации “Каскад” контролирует вибрацию по двум пределам:

- Аварийный – 6 мик/сек;
- Аварийный максимальный - 7,5 мик/сек.

Насосные агрегаты и электродвигатели установлены на общих фундаментах с металлическими опорными рамами.

Входной и напорный патрубки насоса НМ 2500-230 , направленные в противоположные стороны от оси насоса, расположены в нижней части корпуса , что обеспечивает удобный доступ к ротору и внутренним деталям насоса без отсоединения патрубков от технологических трубопроводов.

Присоединение входного и напорного патрубков к технологическим трубопроводам выполнено сваркой.

Горизонтальный разъем корпуса насоса между нижней и верхней его частями уплотнен прокладкой.

Корпуса насосов рассчитаны на предельное рабочее давление 7,5 МПа.

Обвязка насосов выполнена последовательно с подключением резервуаров. В обвязке предусмотрены вспомогательные трубопроводы для охлаждения подшипников насосов, сбора утечек, дренажа насосов.

Для циркуляции масла в системе охлаждения подшипников используется маслосистема, установленная в пристроенном к насосному цеху блоке.

Оборудование маслоустановки:

- шестеренные насосы 2 шт. НМШ32-10-18/6-1;
- воздушный холодильник 3 шт. АВМ-В-20-Ж-0.6-Б1-В/4-4-1.5;
- фильтр двойной;
- бак расходный – 2 шт. объемом по 0.9 м³.

Маслосистема для самотечного стока масла от подшипников насосов и электродвигателей расположена на 1,3 м ниже уровня пола насосного цеха. Бак аварийного запаса масла, объемом 0.8 м³, установлен на высоте 6 м.

4 РАБОТА ОСНОВНЫХ УЗЛОВ НАСОСНОГО АГРЕГАТА

4.1 Принцип работы центробежного насоса

В центробежных насосах (рис. 4.1) жидкость движется в осевом направлении от всасывающего патрубка к центральной части рабочего колеса. В рабочем колесе поток жидкости поворачивается на 90° и симметрично относительно оси вращения растекается по каналам вращающегося колеса 1, образованным стенками переднего и заднего дисков 10 и рабочими лопастями 2. Рабочие лопасти передают жидкости энергию привода насоса. Статическое давление в ней и ее скорость возрастают. Из рабочего колеса 1 поток жидкости выходит под некоторым углом к касательной его наружного диаметра. Общее направление движения потока при этом совпадает с направлением вращения рабочего колеса. Далее по спиральному отводу 3 жидкость поступает в конический диффузор 4, где ее кинетическая энергия преобразуется в потенциальную.

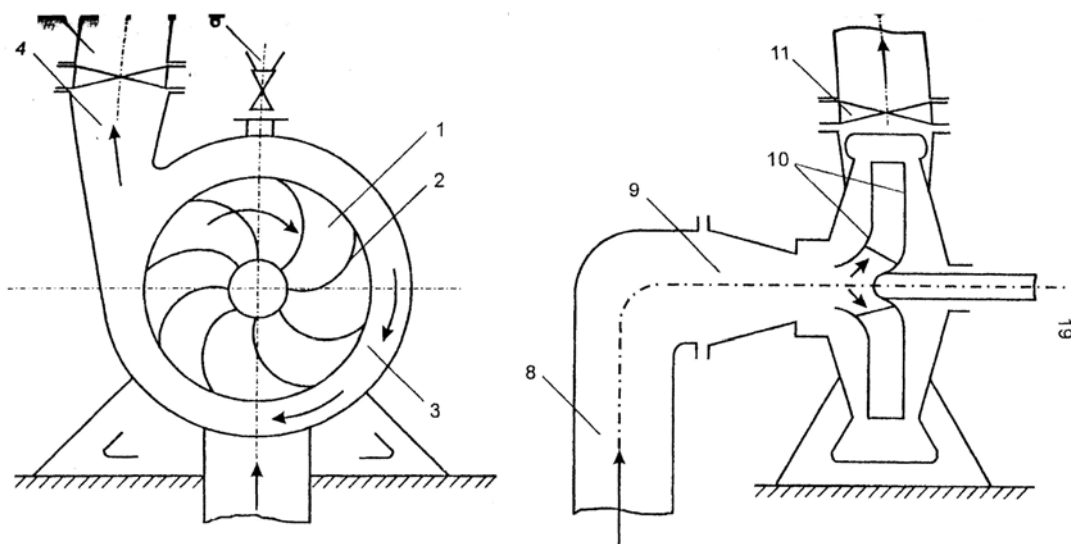


Рисунок 4.1 – Схема центробежного насоса

выхода вала из корпуса насоса применяются торцовые уплотнения 9. Основным подшипником является подшипник скольжения 10. Разгрузку ротора от осевых усилий обеспечивает рабочее колесо с двухсторонним входом, Остаточные осевые нагрузки воспринимаются радиально-упорным подшипником 1. Разгрузка торцовых уплотнений осуществляется с помощью труб 8, соединенных с камерами уплотнений, отделенными от входной полости насоса разделительными втулками 13. При помощи труб 12 осуществляется отвод утечек из камер сбора утечек. Насос соединяется с двигателем при помощи зубчатой или пластинчатой муфты 11. Приемный и напорный патрубки расположены в нижней части корпуса и направлены горизонтально в противоположные стороны. Конструкция насоса обеспечивает надежную работу при их последовательном соединении. Система смазки насосов централизованная с принудительной подачей масла. Системы сбора утечек и разгрузки торцовых уплотнений герметизированы, закрытого типа.

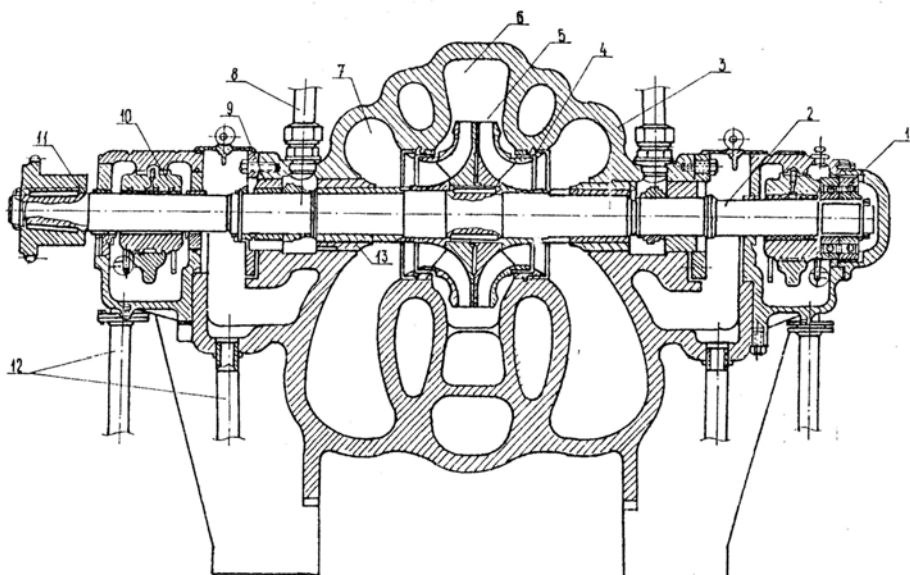


Рисунок 4.3 – Схема основного магистрального насоса

Таблица 4.2 – Характеристика насосов НМ 2500-230

Показатель	Подача, м³/ч	Напор, м	Доп.кавитационный запас, не менее, м	К.п.д., не менее, %	Масса, кг	Мощность насоса, кВт	Мощность двигателя, кВт
НМ 2500-230	2500	230	32	86	5350	1570	1600

Таблица 4.3 – Характеристика насосов 20НДсН

Показатель	Подача, м³/ч	Напор, м	Доп.кавитационный запас, не менее, м	К.п.д., не менее, %	Мощность двигателя, кВт	Скорость вращения вала, об/мин
20НДсН	2200	43	5	87	315	730

Графические характеристики насосных агрегатов показаны на рисунках 4.2 и 4.3

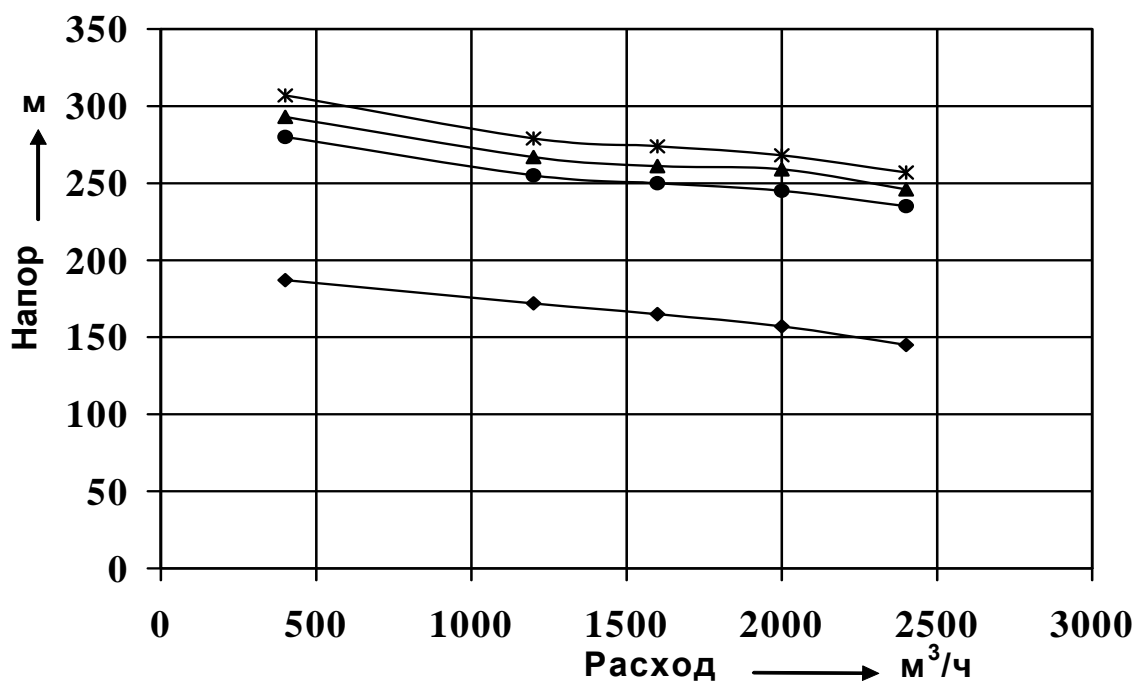


Рисунок 4.2 - Характеристика насосного агрегата НМ 2500-230:

- ◆ с ротором 345 мм;
- с ротором 430 мм;
- ▲ с ротором 440 мм;
- * с ротором 450 мм

5 СИСТЕМА РАЗГРУЗКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ ТОРЦОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ

Устройства, уплотняющие выход вала насоса из корпуса как в процессе работы, так и при остановках агрегатов, находятся под воздействием динамического или статического напора. В основных насосах, перекачивающих нефть, величина напора в камерах уплотнений колеблется от двух – трех десятков до 700 ÷ 800 метров.

При последовательном соединении насосов в первом насосе напор в камере уплотнения минимален, а в третьем максимален. Работа уплотнения под большим давлением снижает надежность узла уплотнения. Поэтому для снижения напора в камерах уплотнения до допустимых значений предусматривается система гидравлической разгрузки с отводом части перекачиваемой жидкости по специальному трубопроводу в зону пониженного давления.

Система разгрузки торцов насосов осуществляется путем отвода части перекачиваемой нефти после лабиринтных уплотнений валов в резервуар сбора утечек, либо в приемный коллектор НПС. Наличие постоянной циркуляции жидкости из полости всасывания через щелевые уплотнения и полость камеры торцового уплотнения обеспечивает не только снижение напора в камерах уплотнений, но и охлаждение деталей торцового уплотнения.

Обвязка насосных агрегатов и системы разгрузки уплотнений вала при последовательном соединении основных насосов получила название групповой. Основным недостатком этой системы является снижение КПД установки из-за значительной величины перетока жидкости по линии разгрузки.

С появлением торцовых уплотнений, обеспечивающих необходимую надежность работы насосного агрегата, при напорах в

6, жидкость поступает в полость всасывания колеса 7. Независимо от порядка работы насоса в последовательной схеме переток жидкости по трубопроводу 4 составляет величину, в десятки раз меньшую по сравнению с групповой системой разгрузки уплотнений и зависит только от разности напоров на всасывании насоса и всасывающей полости центробежного колеса. При этом циркуляция жидкости не влияет на объемный КПД насоса, так как происходит переток жидкости из полости всасывания насоса в полость всасывания центробежного колеса.

На ЛПДС «Москаленки» применена импеллерная система охлаждения торцовых уплотнений. Вместо обычных щелевых уплотнений устанавливается втулка с винтовой нарезкой, которая при вращении вместе с валом насоса создает динамический напор, действующий в сторону противоположную местоположению камеры уплотнения.

Гладкая внешняя втулка, связанная с корпусом насоса, имеет предельный проточный канал, сообщающий полость всасывания колеса камерой уплотнения. Устанавливаемая постоянная циркуляция жидкости по этому каналу через камеру уплотнения обеспечивает необходимое охлаждение торцового уплотнения. В этой системе циркуляция жидкости также не влияет на величину объемного КПД насоса. Применение подобных динамических уплотнений в насосах, перекачивающих маловязкие нефтепродукты, вызывает необходимость создания винтовой нарезки как на вращающейся, так и на неподвижной втулках.

Импеллер устанавливается вместо щелевого уплотнения в промежутке между камерой торцового уплотнения и полостью всасывания насоса.

Литература

1. Колпаков Л.Г. Центробежные насосы магистральных нефтепроводов – М., Недра, 1985. С. 4 – 16, 35 - 47 .
2. Мастобаев Б.Н., Руфанова И.М. Эксплуатация насосных станций – Уфа: УГНТУ, 2000. – С.16 – 77.
3. Галлеев В.Б., Карпачев М.З., Харламенко В.И. Магистральные нефтепродуктопроводы - М., Недра, 1976. С. 73 - 120
4. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию Уфа, 2004.
5. Методические указания. Вспомогательные системы насосных станций Уфа, 1986.