

Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Принцип действия сепаратора

В настоящее время на судах мирового флота наиболее распространены судовые дизельные установки, работающие на тяжелых сортах топлива (мазутах).

В процессе хранения топлива на судне оно обводняется и загрязняется механическими примесями (частицы песка, пыли, железной окалины) и в силу этого ухудшаются его характеристики.

Использование топлива с большим содержанием механических примесей приводит к загрязнению форсунок, большому износу плунжерных пар топливных насосов, износу цилиндра - поршневой группы.

Для безаварийной и эффективной работы судовых дизелей при использовании тяжелых сортов топлива (мазута вязкостью до 700 сСт.) необходимо особое внимание к его очистке.

На судне используются три способа очистки тяжелого топлива.

Первый способ - отстой в отстойной цистерне в течение 20-22 часов. За это время тяжелые частицы и вода оседают на дне отстойной цистерны с последующим удалением через спускной кран.

Второй способ (наиболее эффективный) - сепарирование топлива с помощью центробежного сепаратора, где происходит отделение посторонних частиц и воды от топлива и их удаление за счёт разности плотностей компонентов, содержащихся в топливе, с помощью центробежных сил.

Третий способ - фильтрация. Отсепарированное топливо из расходной цистерны топливоподкачивающим насосом под давлением (0,4-0,6) МПа пропускается через топливный фильтр и после него подаётся к топливным насосам дизеля.

• Рассмотрим работу сепаратора тарельчатого типа. На *рис. 1.1* приведена схема барабана - кларификатора и стрелками показано движение топлива. Неочищенное топливо по центральному каналу 3 непрерывно подаётся во вращающийся-

4

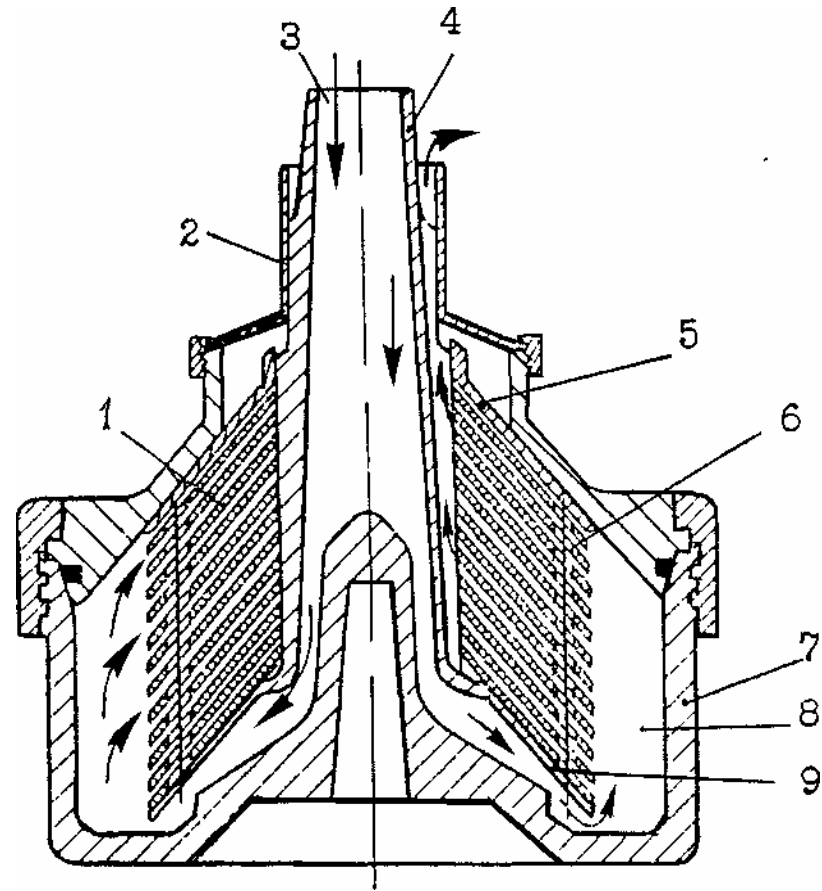


Рис 1.1 Схема барабана - кларификатора.

1 - пакет тарелок барабана; 2 - кларификаторная насадка; 3 - центральный канал; 4 - тарелкодержатель; 5 - верхняя защитная тарелка; 6 - каналы в тарелках (образованные отверстиями в тарелках); 7 - барабан; 8 - шламовая камера; 9 - нижняя сплошная тарелка.

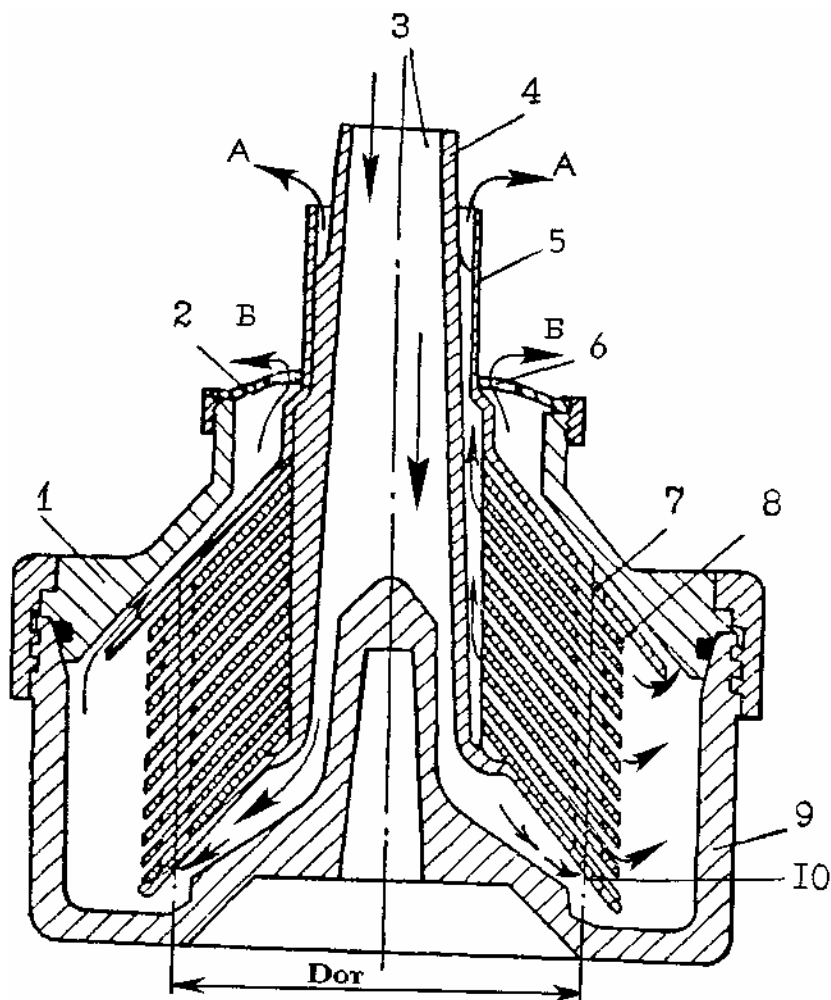


Рис 1.2. Схема барабана - пурификатора.
 1 - крышка барабана; 2 - регулировочная шайба; 3 - центральный канал; 4 - тарелкодержатель; 5 - патрубок для выхода топлива; 6 - отверстие в регулировочной шайбе; 7 - разделительная тарелка; 8 - тарелки сепаратора;
 9 - барабан; 10 - отверстия в нижней тарелке

ся барабан 7. Далее оно поступает к периферии барабана, протекает между тарелками 1 и отводится через кольцевой канал кларификаторной насадки 2, как показано стрелками. Загрязняющие топливо примеси под действием центробежной силы осаждаются на внутренних стенках барабана 7 и на концевых поверхностях тарелок 1.

Если в сепарируемом топливе имеется вода, то она, выделяясь вместе с механическими примесями, заполнит весь грязевой объем 8 барабана, образовав гидравлический затвор, который перекроет путь поступления топлива в межтарелочное пространство 1. По этой причине неочищенное топливо заполнит канал 3 в тарелкодержателе 4 и начнет выливаться из патрубка переполнения. Процесс сепарирования прекращается.

Поэтому при сепарировании обводненных сортов топлива необходимо обеспечить непрерывный отвод из барабана выделяющейся воды.

С этой целью стандартный барабан собирают как пурификатор, схема которого представлена на рис. 1.2.

При такой сборке заменяют верхнюю защитную тарелку 5 и кларификаторную насадку 2 (см. рис. 1.1) на регулировочную шайбу 2 и разделительную тарелку 7 (см. рис. 1.2.). Также меняют нижнюю сплошную тарелку 9 без отверстий (рис. 1.1) на тарелку 10 (см. рис. 1.2), которая имеет отверстия по окружности.

В период пуска сепаратора (для предупреждения выхода неочищенного топлива через отверстие 6 регулировочной шайбы 2) во вращающийся барабан предварительно заливают воду для образования гидравлического затвора. Только после этого можно подавать топливо, которое через тарелкодержатель 3 поступит в каналы 10, имеющиеся в нижней и других тарелках 8, и будет распределяться по межтарелочным пространствам.

Под действием центробежных сил вода, как более тяжелая составляющая, отбрасывается к периферии барабана 9, смешивается с водой гидравлического затвора и отводится через кольцевое отверстие 6 регулировочной шайбы 2 (по стрелке Б), а топливо, как более легкая часть, отес-

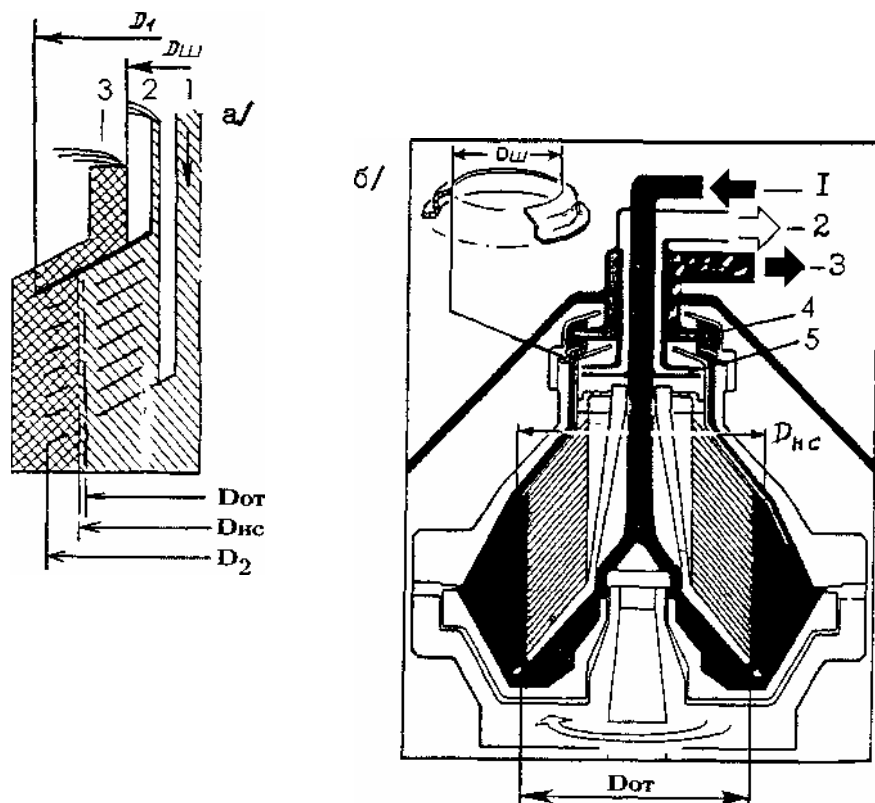


Рис 1.3 Схема
расположения "нейтрального слоя" при правильно
подобранной регулировочной шайбе.

1 - вход неочищенного продукта; 2 - выход отсепарированного топлива; 3 - выход отсепарированной воды; 4 - напорный диск для откачки воды; 5 - напорный диск для откачки топлива; $D_{ш}$ - диаметр регулировочной шайбы; $D_{нс}$ - диаметр "нейтрального слоя"; $D_{от}$ - диаметр отверстий; D_1 - диаметр разделительной тарелки; D_2 - наружный диаметр тарелок.

8

няется к центру барабана и отводится через патрубок 5 разделительной тарелки 7 по стрелке А.

При установившемся процессе сепарирования в барабане создаётся так называемый "нейтральный слой" - условная цилиндрическая поверхность раздела фаз топлива и воды. Обычно диаметр этой поверхности должен быть примерно равен диаметру $D_{от}$ расположенных отверстий 10 в дисках 8, однако он может быть и меньше, и больше $D_{от}$, т.е. "нейтральный слой" может смещаться или к центру барабана 9, или к его периферии.

В обоих случаях возможны отрицательные последствия. В первом - уменьшается сепарирующая поверхность тарелок барабана (снижается эффективность работы) и увеличивается содержание воды в чистом топливе. Во втором случае возможна потеря топлива, т.е. его попадание в отсепарированную воду.

Положение "нейтрального слоя" зависит от гидродинамического равновесия трёх потоков: поступающего топлива и выходящих потоков чистого топлива и воды. Необходимое равновесие достигается регулированием одного потока - отсепарированной воды - с помощью подбора регулировочной сменной шайбы 2. К сепаратору прилагается комплект таких шайб. Они отличаются разными диаметрами выходных отверстий $D_{ш}$.

В качестве иллюстраций к сказанному на рис. 1.3 показана схема расположения "нейтрального слоя" при правильно подобранной регулировочной шайбе. "Нейтральный слой" располагается вблизи цилиндрической поверхности с диаметром отверстий, т.е. $D_{н} = D_{от}$.

На рис. 1.4 приведена схема расположения "нейтрального слоя" при малом диаметре $D_{ш}$ регулировочной шайбы. При этом $D_{н} < D_{от}$, т.е. "нейтральный слой" сместился к оси вращения. Вода заполнила часть сепарирующей поверхности тарелок и она частично попадает в чистое топливо. Этот отрицательный эффект определяет в эксплуатации по запотеванию смотрового стекла. В таком случае необходима остановка сепаратора и замена регулировочной шайбы на больший размер.

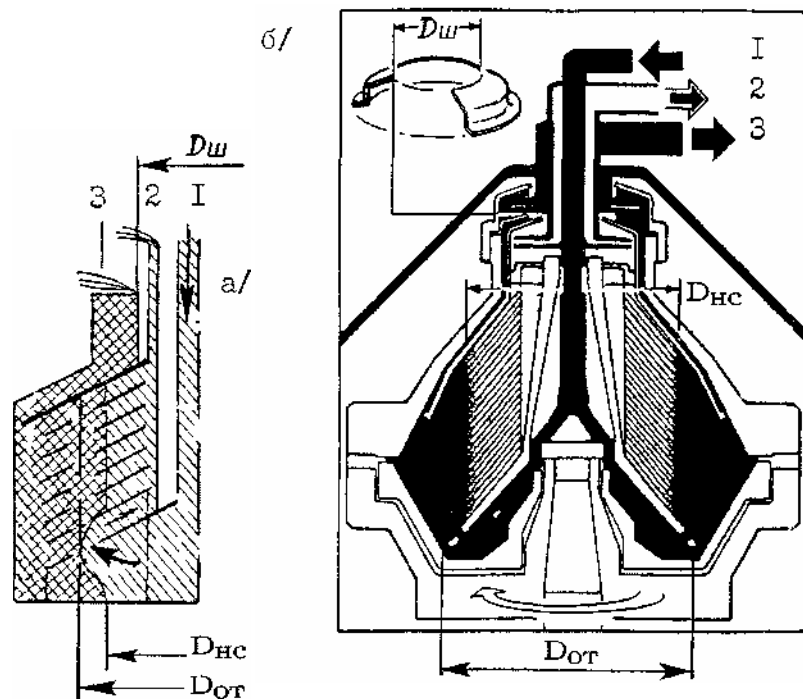


Рис 1.4 Схема расположения "нейтрального слоя" при малом диаметре регулировочной шайбы.

1 - вход неочищенного продукта; 2 - выход отсепарированного топлива; 3 - выход отсепарированной воды; $D_{ш}$ - диаметр регулировочной шайбы; $D_{нс}$ - диаметр "нейтрального слоя"; $D_{от}$ - диаметр отверстий.

На рис. 1.5 показана схема расположения "нейтрального слоя" при излишне большом диаметре регулировочной шайбы. "Нейтральный слой" сместился к периферии барабана. Его диаметр $D_{нс}$ оказался равным наружному диаметру D_1 разделительной тарелки. Поэтому происходит перелив топлива вместе с отсепарированной водой. Это явление замечают в эксплуатации через смотровое окно сборника сепаратора. В таком случае необходимо остановить сепаратор и заменить регулировочную шайбу на меньший размер.

Подбор регулировочных шайб в эксплуатации осуществляют по таблицам и графикам в зависимости от ряда параметров: плотности сепарируемого продукта, наличия в нём воды и температуры сепарирования. Более подробно об этом будет сказано ниже.

На рис. (1.3 - 1.5) показаны напорные диски 4 и 5 (см. рис. 1.3). Они служат для откачки отсепарированной воды и чистого топлива.

Принцип действия напорного диска заключается в следующем: направляющий аппарат неподвижен, а жидкость кольцевым слоем вращается вокруг него вместе с барабаном. Энергия движения вращающейся жидкости преобразуется в напорном диске в давление, которое будет соответствовать требуемому противодействию, например подъёму на высоту. Характерно, что жидкость движется в напорном диске от внешней его поверхности к центру, т.е. диск работает, как центростремительный насос в отличие от центробежного насоса, в котором жидкость движется от центра к наружной поверхности вращающегося колеса. Напорные диски могут создавать давление до 0,25 МПа в зависимости от размеров и числа оборотов барабана.

На рис. 1.6 показана кинематическая схема, которая является общей для большого количества тарельчатых сепараторов.

Корпус сепаратора и электродвигатель находятся на общем фундаменте. От электродвигателя 7 через фрикционную муфту 6 вращение передаётся горизонтальному валу 5,

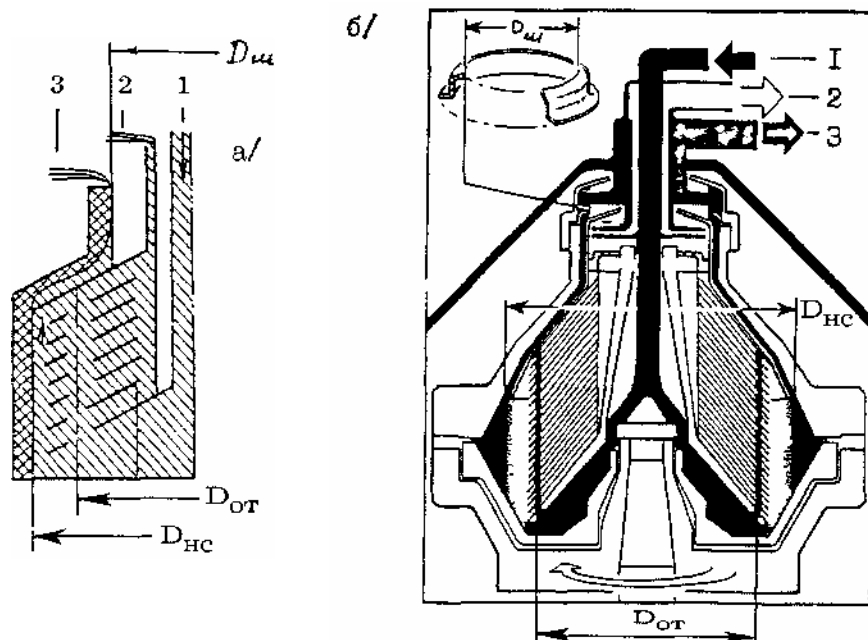


Рис 1.5. Схема расположения "нейтрального слоя" при большом диаметре регулировочной шайбы.
1 - вход неочищенной продукта; 2 - выход отсепарированного топлива; 3 - выход отсепарированной воды; $D_{от}$ - диаметр отверстий; $D_{шт}$ - диаметр регулировочной шайбы; $D_{нс}$ - диаметр "нейтрального слоя".

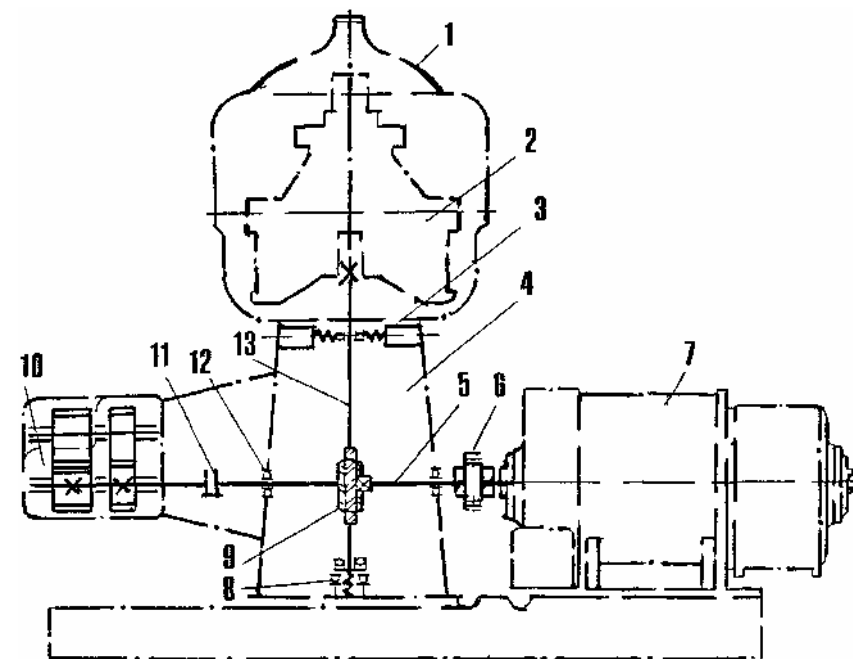


Рис 1.6. Принципиальная кинематическая схема сепаратора. 1 - сборник; 2 - барабан; 3 - верхняя опора; 4 - станина; 5 - горизонтальный вал; 6 - фрикционная муфта; 7 - электродвигатель; 8 - нижняя опора; 9 - червячно-винтовая пара; 10 - шестеренные насосы; 11 - эластичная муфта; 12 - подшипник; 13 - вертикальный вал.

который закреплен в двух подшипниках 12 в станине 4 сепаратора.

На горизонтальном валу находится червячная шестерня, которая входит в зацепление с червяком вертикального вала, образуя червячно-винтовую пару 9, посредством которой осуществляется передача вращения вертикальному валу 13. Он заключен в двух опорах - верхней 3 и нижней 8. Верхняя опора имеет радиальный шарикоподшипник и шесть пружинных амортизаторов, а в нижней опоре размещены радиально-упорные подшипники.

На верхнюю конусную часть вертикального вала насажен барабан 2, закрытый сборником 1, который служит для подвода и отвода сепарируемой жидкости. Он имеет смотровые окошки для наблюдения за процессом сепарирования.

От горизонтального вала 5 через эластичную муфту 11 вращение передается на шестеренные насосы 10. Они служат для подачи жидкости на сепарирование и ее отвода.

На судах мирового флота наиболее распространены сепараторы фирм Альфа-Лаваль, Титан, Вестфалия и Шарплес. Ниже будут рассмотрены конструктивные особенности сепараторов этих фирм.

Глава 2. СЕПАРАТОРЫ ФИРМЫ АЛЬФА - ЛАВАЛЬ (серия МАРХ)

2.1. Компоновка сепараторов

Одним из наиболее распространенных типов сепараторов, устанавливаемых на судах мирового флота, являются сепараторы Альфа - Лаваль. Особенностью сепараторов этой фирмы является увеличенное количество тарелок в барабане без увеличения его габаритов за счет уменьшения межтарелочного зазора на 17 - 22% и применение специальных напорных дисков с профилированными каналами, работающими как центростремительные насосы. Они заменяют откачивающие насосы топлива (масла), воды.

Общий вид сепараторов фирмы Альфа - Лаваль показан на *рис. 2.1* и *2.2*.

Эти рисунки дают общее представление о сепараторах.

Позиции на *рис. 2.1* означают следующие детали:

1-тарелкодержатель; 2-крышка барабана; 3-винт; 4-большая кольцевая гайка; 5-пакет тарелок барабана; 6-барабан; 7-передвижное дно барабана; 8-кольцо управляющее; 9-корпус пружин; 10-распределительное устройство; 11- тормоз; 12-фрикционная муфта; 13-тахометр; 14-пробка заливной горловины; 15-указатель уровня масла; 16-пробка сливной горловины масла; 17-смотровое окошко; 18-крышка сборника; 19-крепежный болт крышки сборника; 20-верхний сборник; 21-нижний сборник; 22-корпус; 23-кран управления; 24-верхняя опора вертикального вала; 25-вал барабана; 26-червяк вертикального вала; 27-патрубок спуска шлама; 28-горизонтальный вал; 29-червячное колесо.

Позиции в скобках соответствуют тем же деталям на *рис 2.12*.

Позиции на *рис. 2.2* соответствуют следующим деталям:

1- рукоятка; 2 - смотровое окно; 3-подвод воды для гидравлического затвора; 4-подвод очищаемого топлива (масла); 5-отвод очищаемого топлива (масла); 6-клапан; 7-ба-

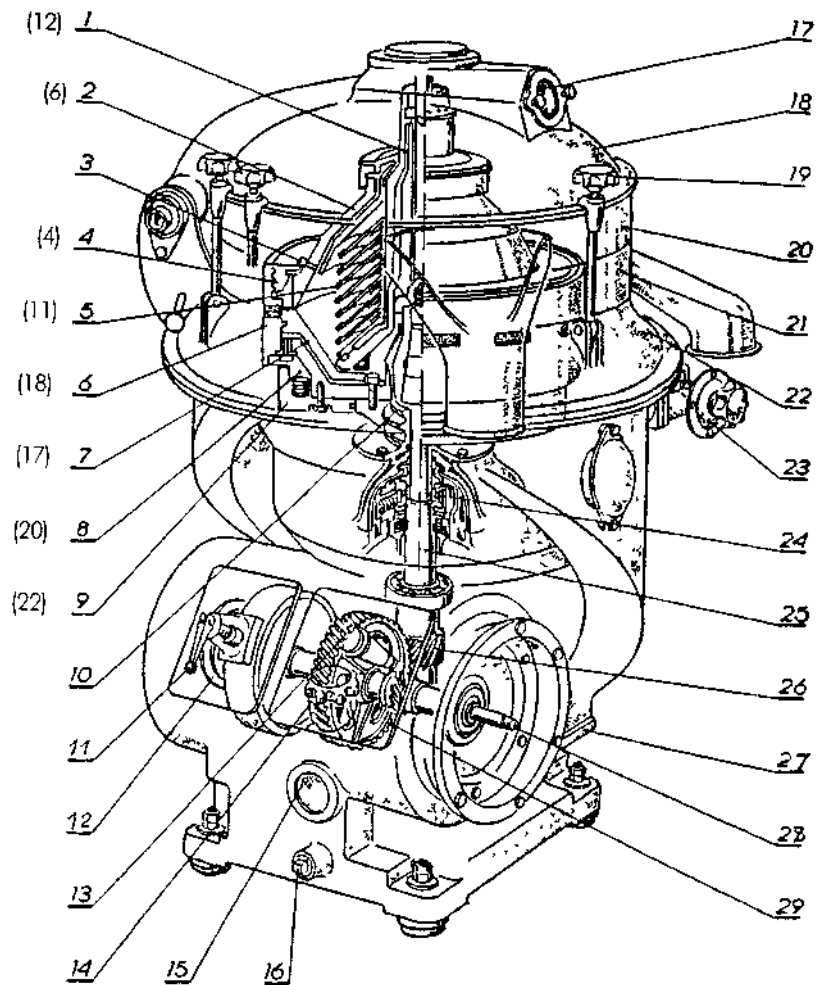


Рис 2.1 Общій вид сепаратора
МАРХ309В-00

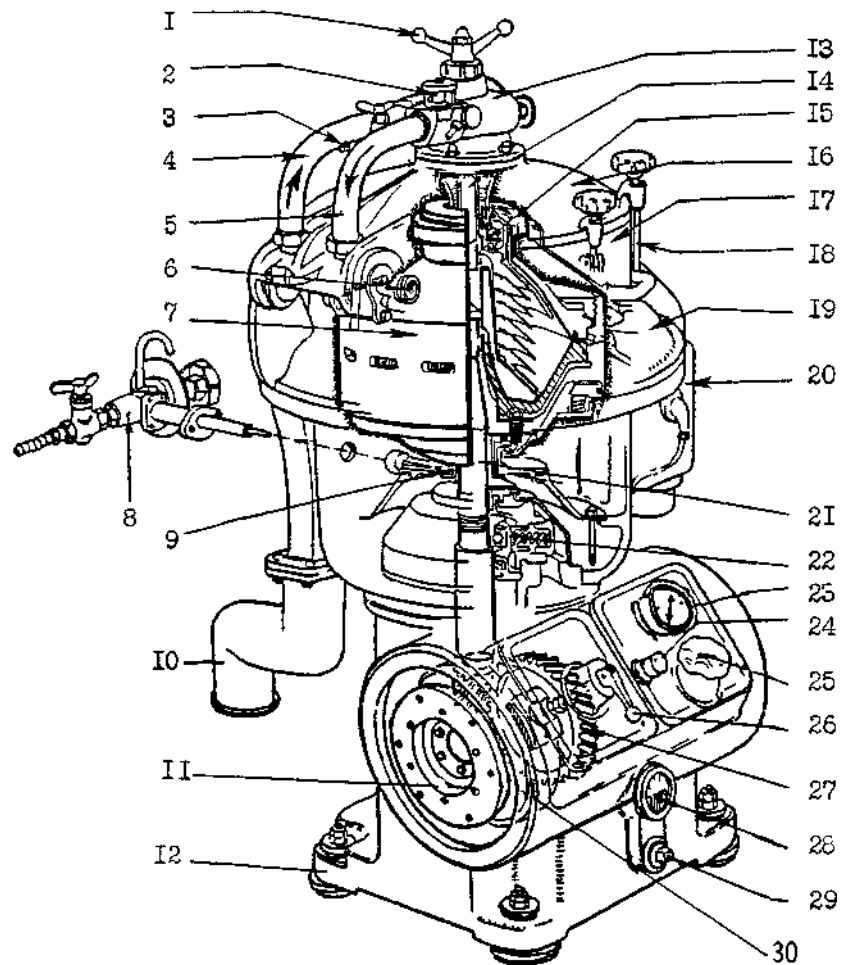


Рис 2.2 Общій вид сепаратора
МАРХ2078-00.

рабан сепаратора; 8-управляющий кран разгрузки барабана на от шлама; 9-отбойник; 10-труба для спуска шлама; 11-фланец; 12-станина; 13-входной клапан; 14-входной патрубок очищаемой жидкости; 15-откачивающий напорный диск; 16-крышка сепаратора; 17-коллектор; 18-откидной крепёжный болт; 19-корпус; 20-смотровое окно; 21-вертикальный вал сепаратора; 22-верхний подшипник; 23-тахометр; 24-счётчик оборотов; 25-пробка для залива смазочного масла; 26-рукоятка тормоза; 27-червячное колесо; 28-ука-затель уровня масла; 29-спускная пробка масла; 30-цент-робежная муфта.

Основными узлами сепараторов являются: станина, горизонтальный вал с червячно - винтовым механизмом, вертикальный вал, барабан, сборник.

Назначение, устройство и конструктивные особенности этих узлов будут рассмотрены ниже.

Для обеспечения процесса сепарирования топлива (масла) сепаратор оборудован специальными системами и устройствами. Схема установки сепаратора показана на *рис. 2.3*. Важным элементом установки является водяной бак 1, который располагают на высоте (1,5 - 3,0) м от сепаратора. Он служит для питания системы управления выгрузкой шлама из барабана сепаратора и пополнения утечек воды. Во время работы сепаратора в баке должна постоянно находиться вода. Уровень её поддерживается по водоуказательному стеклу.

Режим сепарирования требует определённой вязкости очищаемого топлива (масла). Она обеспечивается подогревом топлива в подогревателе 4. На схеме стрелками показано движение сепарируемого продукта.

2.2. Вертикальные валы сепараторов

Одним из важных узлов сепаратора, от которого в большой степени зависит надёжность его работы, является при вод. Наибольший интерес представляет конструкция вертикального вала. Имеется ряд отличий в исполнении валов различными фирмами.

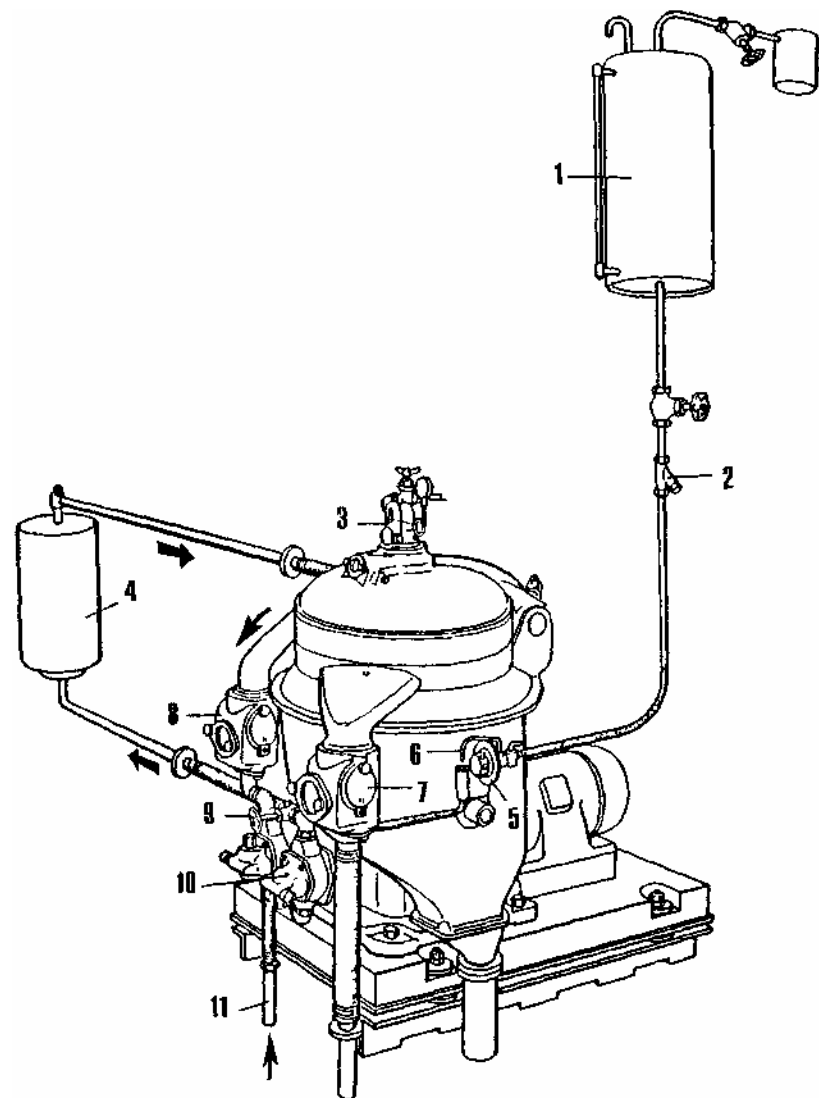


Рис 2.3 Схема установки сепаратора МАРХ309В-00.
1-водяной бак; 2-фильтр; 3-расходомер; 4-подогреватель топлива; 5-кран управления разгрузкой барабана от шлама; 6-вестовая трубка; 7-отвод отсепарированной воды; 8-отвод чистого топлива (масла); 9-кран; 10-подающий насос топлива (масла); 11-входной патрубок сепарируемого топлива (масла).

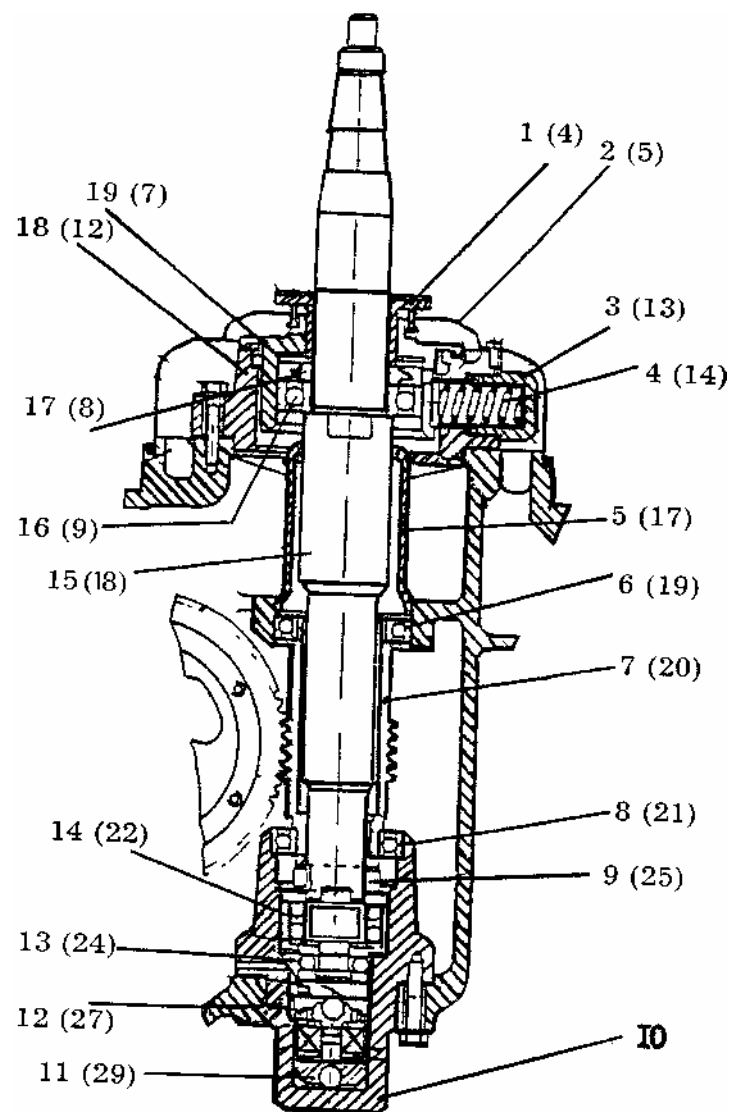


Рис 2.4 Вертикальный вал сепаратора серии МАРХ309В-00 в сборе

Функция вертикального вала заключается в передаче крутящего момента барабану сепаратора с помощью червячно - винтового механизма от горизонтального вала, соединенного с электродвигателем.

Барабан, как правило, имеет относительно большую массу. Она всегда имеет остаточный дисбаланс и, следовательно, конструкция опор вертикального вала должна учитывать это обстоятельство.

Рассмотрим конструкцию и компоновку деталей вертикального вала сепаратора серии МАРХ309В-00, которые представлены на рис. 2.4 и 2.5.

Обозначения на рис. 2.4 соответствуют следующим деталям:

1-маслоотбрасыватель; 2-кожух верхнего подшипника; 3-заглушка пружины; 4-пружина; 5-упорная втулка червяка; 6-подшипник; 7-червяк; 8-подшипник; 9-упорная шайба; 10-корпус упорного подшипника; 11-сферическая упорная шайба; 12-регулирующая шайба; 13-упорный подшипник; 14-качающийся шарикоподшипник; 15-вал барабана; 16-верхний подшипник; 17-дефлектор; 18-корпус пружин; 19-корпус подшипника.

Цифры в скобках соответствуют позициям тех же деталей на рис. 2.5.

На рис. 2.4 видно, что вертикальный вал 15, установлен в 3-х опорах - верхней 19, обычно называемой горловой, средней 6, и нижней, заключенной в корпусе 10.

Верхняя (горловая) опора состоит из корпуса 19, в котором находится шарикоподшипник 16 и радиально расположенные амортизаторы. Пружины 4 прижимаются одним концом к наружной обойме подшипника 16, а другим - упирается в гайку 3. Корпус пружин 18 с помощью болтов крепится к станине сепаратора.

Наиболее важными элементами верхней опоры являются пружины 4. Совместить идеально центр тяжести барабана с геометрической осью его вращения невозможно (всегда имеется некоторый дисбаланс). При разгоне вращающаяся система сепаратора проходит через критические числа оборотов. При этом биение системы (амплитуда ко-

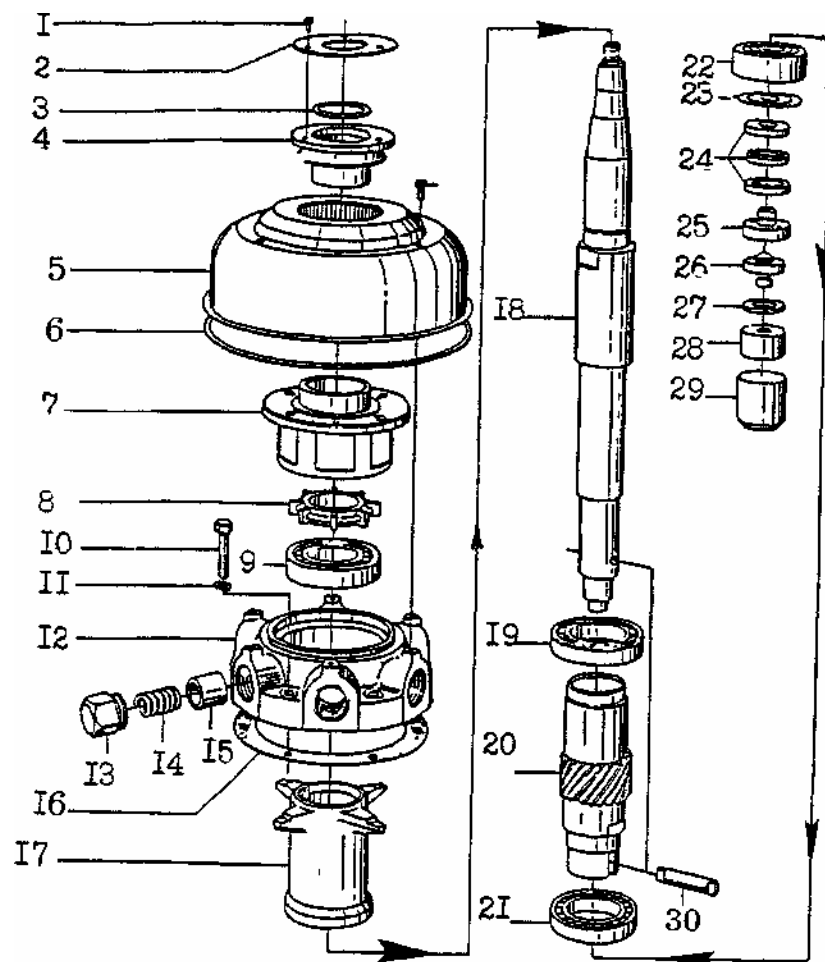


Рис 2.5 Схема детальной компоновки вертикального вала сепаратора серии MAPX309B-00.

лебаний) значительно возрастает. Пружины 4 демпфируют эти колебания. Упругость пружин устанавливают таким образом, чтобы, с одной стороны, дать системе возможность самобалансировки, а, с другой стороны, обеспечить безаварийное вращение барабана при разгоне и различных кренах судна (исключить возможность задевания вращающихся деталей о неподвижные).

Средняя опора 6 также предназначена для уменьшения вибрации вертикального вала.

Червяк 7 передает вращение от червячного колеса валу барабана 15. Конструктивной особенностью червяка является его свободная посадка на вал 15. Это обеспечивает постоянные зазоры в червячном зацеплении, чем достигается уменьшение износов в процесс эксплуатации.

Узел нижней опоры заключен в корпус 10. Вал нижней пятой опирается на упорный подшипник 13 и через промежуточные (регулируемые) шайбы 12 - на сферическую упорную шайбу 11. Она воспринимает вертикальные осевые нагрузки. Уменьшению этих нагрузок способствует выбранное направление вращения червячного колеса. Оно принимается таким образом, чтобы осевое усилие от передачи крутящего момента было направлено вверх по оси вертикального вала.

В практике эксплуатации сепараторов возникает необходимость разборки и ремонта вертикального вала, в частности для замены подшипников, пружин.

Схема детальной компоновки вертикального вала серии MAPX309B-00 представлена на рис. 2.5. Обозначения позиций соответствуют следующим деталям:

1-винт; 2-накладка маслоотбрасывателя; 3-резиновое кольцо; 4-маслоотбрасыватель; 5-кожух верхнего подшипника; 6-резиновое кольцо кожуха; 7-корпус верхнего подшипника; 8-дефлектор; 9-верхний шарикоподшипник; 10-болт корпуса пружин; 11-пружинная шайба; 12-корпус пружин верхнего подшипника; 13-гайка; 14-пружина верхнего подшипника; 15-упорная направляющая; 16-уплотнение корпуса пружин; 17-упорная втулка червяка; 18-вал барабана; 19-средний подшипник; 20- червяк; 21 -нижний шарикоподшип-

ник; 22-качающийся шарикоподшипник; 23-шайба; 24-подшипник упорный; 25-упорная шайба; 26-упорный штырь; 27-сменная регулировочная шайба; 28-установочная втулка; 29-сферическая упорная шайба; 30-штифт червяка.

Компоновку вертикального вала выполняют в соответствии с приведенной схемой. Вначале запрессовывают средний подшипник 19. Заметим, что перед запрессовкой всех подшипников их необходимо прогреть в масле с температурой 70 - 80°C. Затем насаживают червяк 20 и фиксируют его штифтом 30. Далее компоновку вертикального вала деталями нижней опоры проводят согласно приведенной схеме.

После сборки нижней опоры проверяют правильность посадки её подшипников следующим образом: вал опускают в корпус нижней опоры - при этом червяк должен полностью войти в зацепление с червячной шестерней.

Убедившись в правильности посадки подшипников нижней опоры, продолжают сборку верхней опоры вала согласно этой же схеме, соблюдая последовательность компоновки деталей. Проверяют пригодность уплотнительных резиновых колец 3 и 6. Затем поворачивают корпус 12 верхнего подшипника так, чтобы его боковые поверхности совпадали с отверстиями под заглушки 13.

После полной сборки вертикального вала и установки его на место на него устанавливают корпус барабана и проверяют правильность положения вала по высоте по отношению к верхней кромке корпуса барабана. Способ этой проверки приводится в фирменной инструкции.

На рис. 2.6 представлена конструкция вертикального вала сепаратора серии MAPX2078-00.

Позиции соответствуют следующим деталям:

1-резиновое кольцо (уплотнительное) для верхнего маслоотбрасывателя; 2-болт верхней крышки; 3-крышка подшипника; 4-болт; 5-амортизатор; 6-пружина; 7-гайка пружины; 8-крышка верхнего подшипника; 9-резиновое кольцо крышки; 10-шайба; 11-кольцевая гайка со стопорной шайбой; 12-нижний шарикоподшипник; 13-кольцевая гайка, червяка; 14-червяк; 15-вал барабана; 16-шайба; 17-осевой

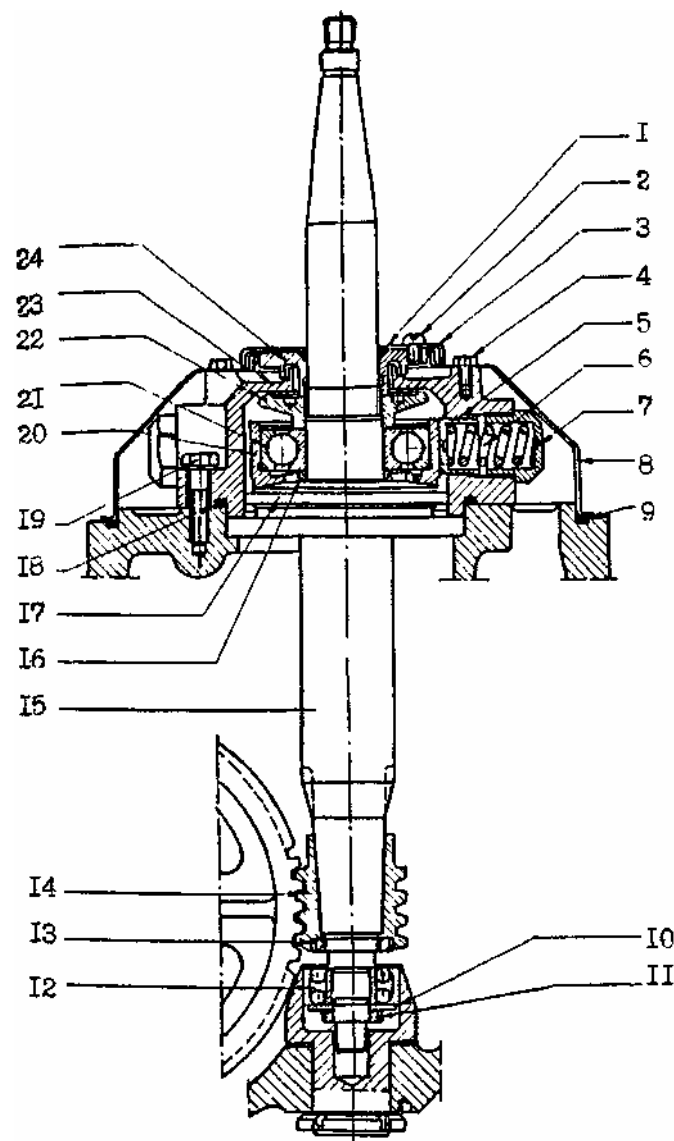


Рис 2.6 Вертикальный вал сепаратора серия MAPX2078-00 в сборе.

амортизатор; 18-резиновое кольцо; 19-болт; 20-корпус подшипника; 21-верхний шарикоподшипник; 22-маслоотбрасыватель; 23-корпус пружин; 24-верхний маслоотбрасыватель. Данный вал отличается от предыдущего. Отсутствует средняя опора и упрощена конструкция нижней опоры, вместо упорного подшипника установлен сферический подшипник 12, который воспринимает радиальные и осевые нагрузки. Схема детальной компоновки в данном случае не приводится. Она, как правило, даётся в фирменной инструкции по эксплуатации сепаратора.

2.3. Горизонтальный вал с фрикционной муфтой

Горизонтальный вал сепаратора предназначен для передачи вращения от электродвигателя через фрикционную муфту вертикальному валу.

Горизонтальный вал в сборе совместно с фрикционной муфтой представлен на рис. 2. 7, а схема его детальной компоновки - на рис. 2.8.

Позиции на рис. 2. 7. соответствуют следующим деталям:

1-поводок; 2-подшипник фрикционной муфты; 3-резиновая эластичная муфта; 4-распорная втулка; 5-подшипник фрикционной муфты; 6-корпус фрикционной муфты; 7-болт; 8-шарикоподшипник червячного колеса; 9-червяк; 10-червячное колесо; 11-шестеренный насос; 12-предохранительный клапан; 13-колпак защитный; 14-ведущая шестерня насоса; 15-крепёжная гайка подшипника; 16-шарикоподшипник; 17-стопорная гайка; 18-горизонтальный вал; 19-колодка фрикционной муфты; 20-тормоз; 21-накладка фрикционной колодки; 22-обод фрикционной муфты.

Позиции в скобках соответствуют рис. 2.8.

Горизонтальный вал 18 (16) установлен в радиальных подшипниках 8 (20) и 16(24). На нём насажено червячное колесо 10 (21), которое с одной стороны упирается в корпус подшипника 8 (20), а с другой е- крепится стопорной гайкой 17 (22). Она фиксируется коническим штифтом (23).

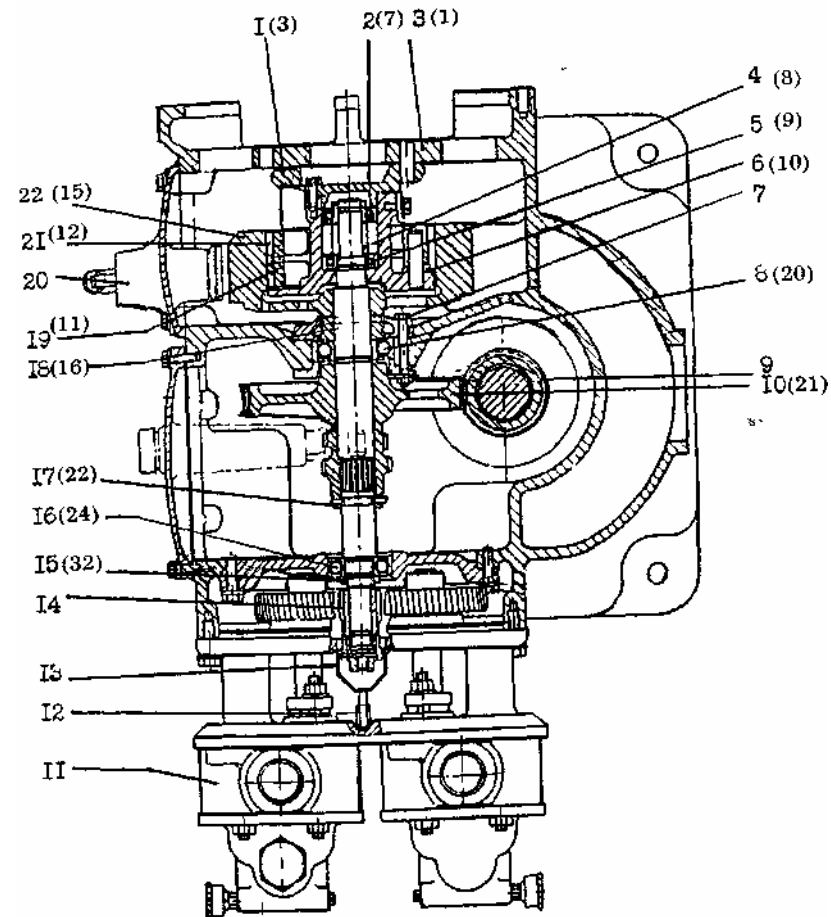


Рис 2.7 Горизонтальный вал в сборе.

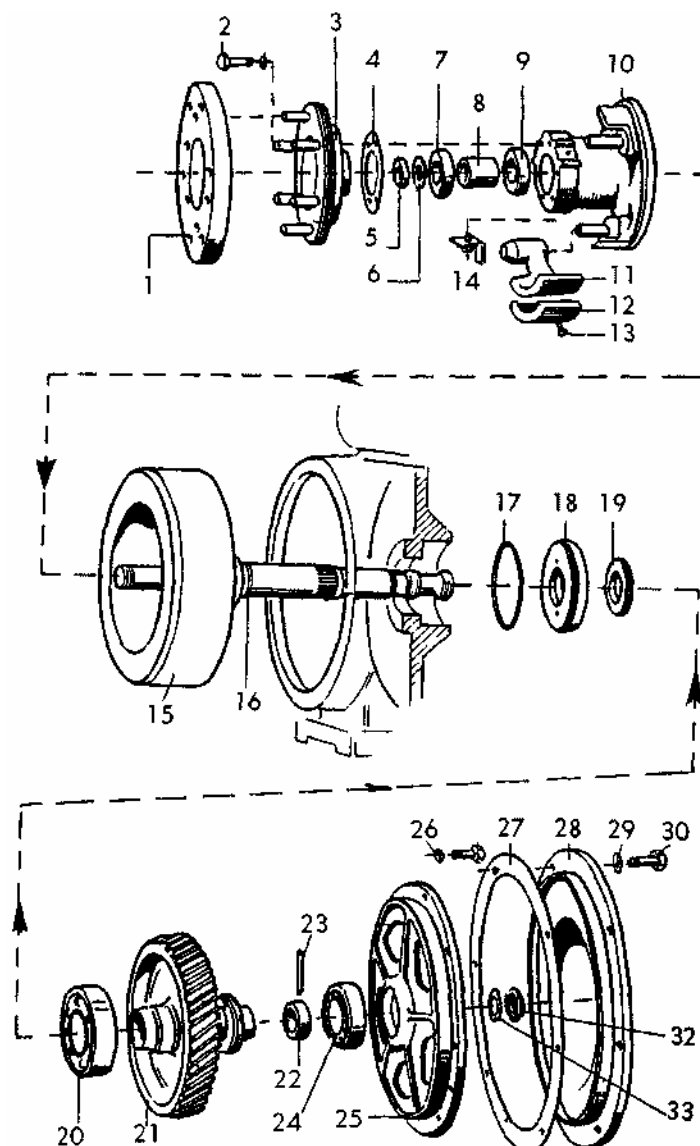


Рис 2 8 Схема детальной компоновки горизонтального вала.

Позиции на рис. 2.8. означают следующие детали:

1-эластичная резиновая вставка; 2-болт; 3-поводок; 4-прокладка поводка; 5-гайка; 6-стопорная шайба; 7-подшипник фрикционной муфты; 8-распорная втулка; 9-подшипник фрикционной муфты; 10-корпус фрикционной муфты; 11-колодка фрикционной муфты; 12-фрикционная накладка; 13-винт крепления; 14-фиксатор колодки; 15-обод; 16-горизонтальный вал; 17-резиновое кольцо; 18-шарико-подшипник; 19-прокладка уплотнительная; 20-шарикопод-шипник червячного колеса; 21-червячное колесо; 22-стопорная шайба; 23-конический штифт; 24-шарикоподшип-ник- 25-корпус шарикоподшипника; 26-шайба; 27-болт; 28-прокладка крышки; 29-крышка привода насоса; 30-шай-ба; 31-болт; 32-крепежная гайка; 33-стопорная шайба.

Горизонтальному валу 18 (16) вращение передается от электродвигателя с помощью фрикционной муфты. В ее состав входит корпус 10 (рис. 2.8), который насажен на вал электродвигателя с помощью подшипников 7, 9 и распорной втулки 8. К наружной поверхности корпуса 10 прикреплены на осях колодки 11 с накладками 12. Колодки удерживаются от осевого сдвига фиксаторами 14.

Работа муфты происходит следующим образом: при вращении вала электродвигателя под действием центробежной силы колодки 11 со своими накладками 12 прижимаются к ободу 15 и передают ему вращение, т.е. ведут его за собой. Вес накладок подобран так, чтобы обеспечивался плавный разгон барабана сепаратора без чрезмерной нагрузки электродвигателя.

В первоначальный момент пуска накладки 12 проскальзывают и обод 15 нагревается, но после того, как числа оборотов горизонтального вала и электродвигателя сравниваются, проскальзывание прекращается и температура муфты постепенно снижается до окружающей среды.

В процессе эксплуатации сепаратора возникает необходимость полной разборки горизонтального вала, например, для замены червячного колеса, шарикоподшипников и других деталей. При этом следует соблюдать последовательность операций согласно рис. 2.8. Сборка

горизонтального вала выполняется в обратной последовательности в соответствии с этим же рисунком. Заметим, что в процессе сборки шарикоподшипники переустановкой следует нагревать в масле до температуры 70 - 80°C.

Замена накладок 12 на фрикционных колодках 11 не требует полной разборки горизонтального вала. Для этого необходимо произвести следующие операции:

- снять защитный кожух фрикционного сцепления и тормоз 20 (рис. 2. 7);
- отжать болты и снять фиксатор 14 (рис. 2.8);
- вынуть колодки 11 через отверстие в крышке тормоза и снять накладки 12;
- вымыть накладки в растворителе жиров и придать их фрикционной поверхности шероховатость драчевым напильником, при наличии дефектов накладки заменить новыми.

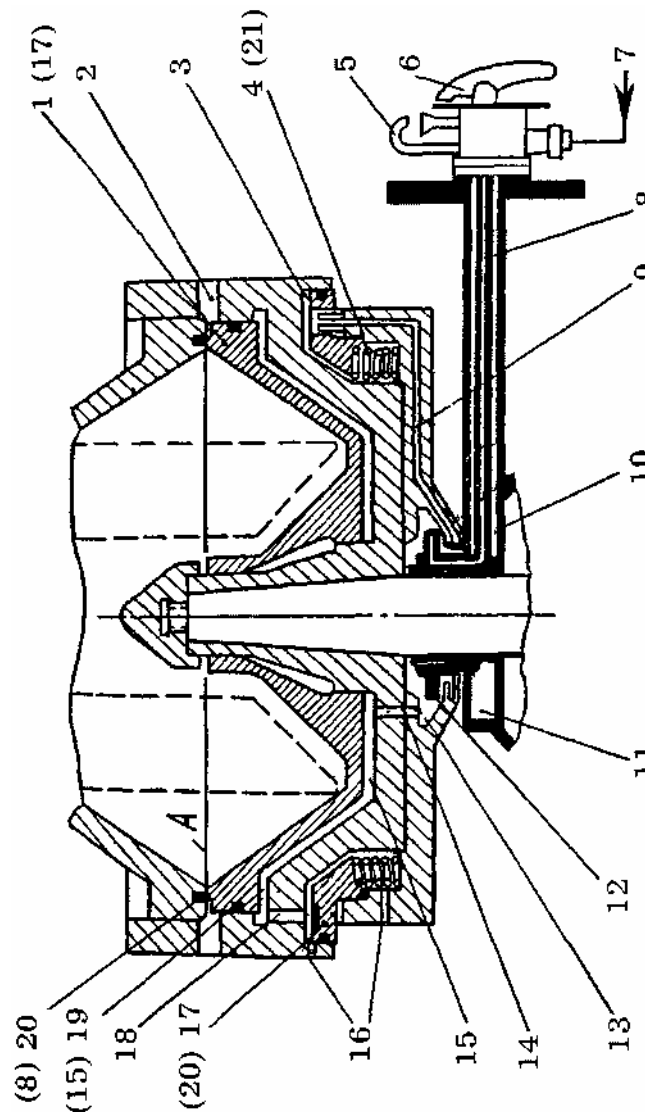
2.4. Барабан сепаратора

Конструкция барабана сепаратора имеет оригинальную особенность. Рассмотрим её.

Для быстрой и эффективной разгрузки барабана (очистки его от накопившегося шлама) он делается разъемным, т.е. имеет подвижное дно в виде поршня, который управляется специальной гидравлической системой.

На рис. 2.9. представлена эта система. Номера позиций соответствуют следующим деталям:

1-подвижное дно; 2-разгрузочные пазы; 3-камера; 4-пружины; 5-вентильная труба; 6-кран управления; 7-подвод воды из водяного бака; 8-труба внутренняя; 9-канал подвода воды в камеру 3; 10-труба наружная; 11-камера; 12-напорный диск; 13-камера; 14-соединительный канал; 15-подпоршневая камера; 16-сопла; 17-управляющее кольцо барабана; 18-соединительный канал; 19-уплотнительное кольцо; 20-уплотнительное кольцо; А - поверхность контакта подвижного дна 1 с уплотнительным кольцом 20. Позиции в круглых скобках соответствуют этим же деталям на рис. 2.12.



• У Схема гидравлического привода подвижного дна барабана сепаратора серии МАРХ.

Рабочей средой является вода. Она подаётся из напорного бачка, расположенного на высоте 1,5 - 2 м, к управляющему крану 6. Он имеет четыре фиксированных положения. Каждый из них соответствует необходимому режиму работы сепаратора.

При пуске сепаратора управляющий кран 6 находится в положении №2 ("выключено"), подвод управляющей воды 7 перекрыт, а барабан сепаратора открыт, т.е. его подвижное дно 1 находится в нижнем положении.

Затем кран 6 устанавливается в положение №3. При этом вода из водяного бачка поступает по внутренней трубе 8 в камеру 11, а из неё по внутреннему каналу в камеру 13 напорного диска 12. Из камеры 13 вода поступает по соединительному каналу 14 в подпоршневую камеру 15.

Подвижное дно - поршень 1 находится при вращении барабана под действием двух основных сил. Сверху на него действуют гидродинамические силы от давления вращающейся вместе с барабаном жидкости и шлама, а снизу - рабочая вода при статическом давлении от напорного бачка. Усилие со стороны воды больше благодаря большей площади поршня и большей плотности воды сравнительно с нефтепродуктами, поэтому дно - поршень 1 перемещается вверх и перекрывает разгрузочные пазы 2, т.е. закрывает барабан.

Напорный диск 12 и его камера 11 играют особую роль в гидравлической системе управления. Вращающаяся в камере 11 вода имеет кольцевую форму, и когда она достигает кромок неподвижного напорного диска 12, то он становится насосом, откачивающим избытки воды из камеры по внешней трубе 10 через управляющий кран 6 к вестовой трубке 5. Появление в ней воды означает, что барабан закрыт, поэтому кран 6 устанавливают в положение №4 "работа" - рабочее положение сепаратора. При этом труба 10 сообщается с водяным баком, а труба 8 перекрывается,

Во время работы сепаратора в камере 13 устанавливается постоянный уровень воды, т.к. напорный диск 12 откачивает избытки её по трубе 10 в водяной бак, а при падении уровня - вода из водяного бака через канал 10 и напорный диск 12 по внутреннему каналу будет переливать-

ся в эту камеру, компенсируя потери воды от испарения и утечек. Давление, развиваемое напорным диском, равно статическому давлению от напорного бачка, т.к. он откачивает в бачёк избытки воды. Поэтому такое - же давление постоянно поддерживается в подпоршневом пространстве 15 и барабан надёжно закрыт с помощью уплотнительного кольца 20.

Очистка барабана сепаратора происходит следующим образом: перекрывают подачу топлива (масла) и через короткое время прекращается выход топлива (по смотровому стеклу). Управляющий кран 6 устанавливают в положение №1 ("разгрузка"). При этом труба 10 перекрывается, а труба 8 соединяется с водяным баком. Вода из него через трубу 8, камеру 11 и внутренний канал начнёт поступать в камеру 13. Уровень воды в ней повысится, т.к. напорный диск больше не откачивает воду (труба 10 перекрыта). Поэтому вода будет поступать по каналу 9 в камеру 3. Когда давление воды превысит усилие пружин 4, управляющее кольцо 17 опустится вниз и откроет каналы 18. Через них вода из подпоршневого пространства 15 выйдет в полость 3 и далее наружу через сопла 16. Дно - поршень 1 барабана опустится вниз и откроет разгрузочные отверстия 2. Шлам и жидкость, находящиеся в барабане, будут выброшены центробежной силой через открывшиеся отверстия 2 с характерным шумом, что будет означать: барабан очищен.

Для возобновления работы сепаратора управляющий кран 6 устанавливают в положение №2. При этом перекрывается труба 8, а вода из камеры 3 вытекает через 5 - 6 секунд через отверстия 19. Управляющее кольцо 17 под действием пружин 4 поднимется и закроет каналы 18.

Далее аналогично вышеописанному управляющий кран 6 устанавливают в положение №3 и удерживают его в этом положении до тех пор, пока вода не начнёт вытекать из вестовой трубы 5. После этого ставят управляющий кран в положение №4 ("работа").

Действие разгрузочного механизма барабана не требует дополнительных насосов. На каждую разгрузку необходимо около 3 л. воды, а при работе сепаратора расход воды составляет (0,5 - 3,0) л/час.

Составной частью гидравлической системы управления подвижным дном барабана является распределительное устройство, через которое подается "управляющая" вода к подвижному дну.

На рис. 2.10. представлена схема детальной компоновки распределительного устройства. Обозначенные позиции соответствуют следующим деталям:

1-затяжная гайка; 2-напорный диск; 3-резиновая прокладка распределительного кольца; 4-распределительное кольцо; 5-нижняя прокладка распределительного кольца; 6-крышка напорного диска; 7-прокладка распределительной втулки; 8-распределительная втулка; 9-направляющее кольцо (уплотнительное); 10-направляющее кольцо крана управления; 11-прокладка, регулирующая положение напорного диска 2 по отношению к верхнему концу вала; 12-установочный штифт; 13-болт; 14-шпильки; 15-прокладка; 16-штуцер крана управления; 17-шайба; 18-гайка; 19-стопорная шайба; 20-прокладка; 21-вставная трубка; 22-втулка; 23-штуцер; 24-штуцер; 25-кран подвода воды; 26-гайка; 27-нипель крана; 28-прокладка; 29-крепежный винт корпуса крана; 30-корпус крана; 31-шкала управляющего крана; 32-стопорный винт; 33-управляющий кран; 34-пружина; 35-шайба; 36-маховик управляющего крана.

Разборка и сборка распределительного устройства выполняется в соответствии с приведенной схемой детальной компоновки. В процессе сборки необходимо проверить:

- не повреждены ли уплотнительные прокладки 3, 5, 7, 11,
- совпадает ли установочный штифт 12 распределительной втулки 8 с отверстием в крышке 6 напорного диска 2;
- совпадают ли отверстия прокладки 5 с соответствующими отверстиями в крышке 6;
- совпадают ли установочные штифты крышки 6 с соответствующими отверстиями в напорном диске 2;
- достаточно ли затянута гайка 1.

После сборки распределительного устройства проверяют правильность установки напорного диска 2 (см. рис

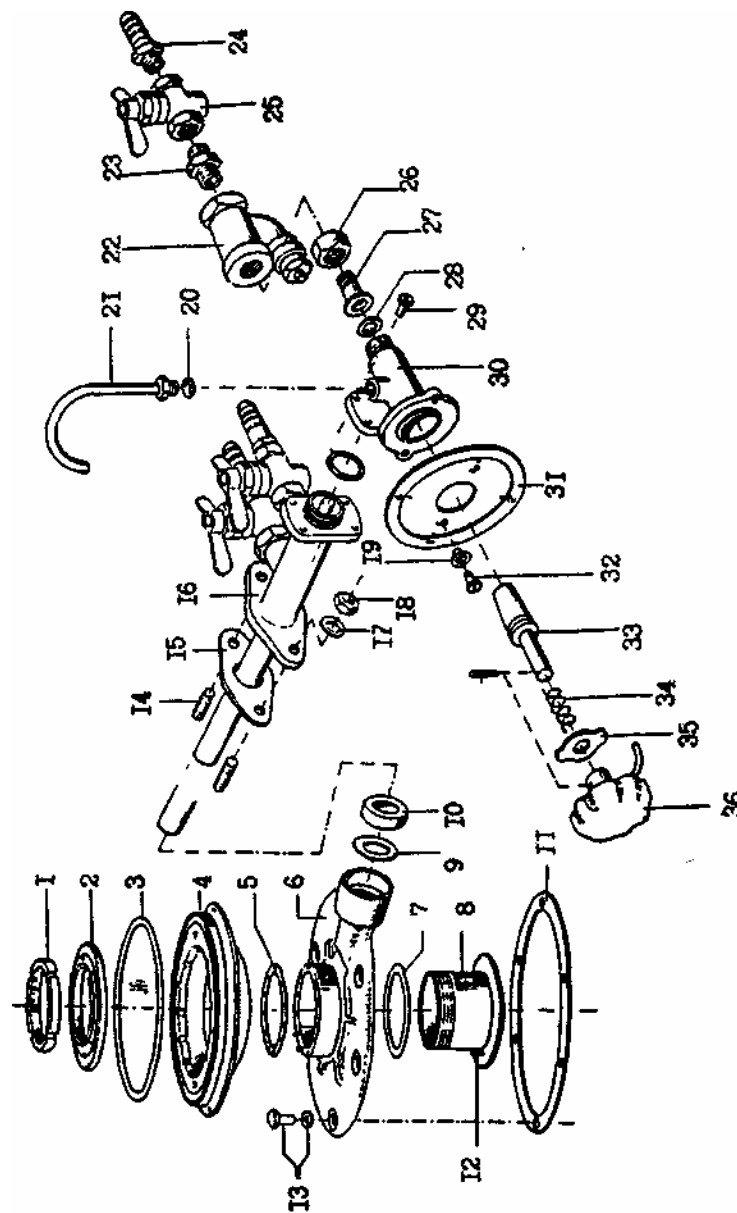


Рис 2.10 Схема детальной компоновки распределительного устройства.

2.10) по отношению к верхнему концу вертикального вала. Способ проверки показан на *рис. 2.11*.

Для проверки используются специальные шаблоны с максимальным (max) и минимальным (min) размерами. Фактическая высота h должна быть в промежутке между ними.

Проверяют так: ставят шаблон 3 на гайку 1 сначала, например, максимальным размером и проверяют зазор в верхней точке b_1 . Величина h должна быть меньше max, а верхний зазор b_1 должен быть 0,3 - 0,5 мм. Затем шаблон ставят минимальным размером. Величина h должна быть больше min, следовательно возникнет нижний зазор b_2 , величина которого должна быть также 0,3 - 0,5 мм.

Условия проверки могут не выполняться. Если, например, высота h окажется больше размера max (верхний зазор b_2 отсутствует), то напорный диск 2 необходимо поднять путём замены прокладки 11 на другую большей толщины и наоборот.

Для сепаратора МАРХ309В-00 шаблон имеет размеры : max - 176,5; min - 175,5 мм. Для сепаратора МАРХ207S-00. Эти размеры составляют: 149,5 и 148,5 мм.

Рабочей средой системы управления является пресная вода, которая содержит соли жёсткости. При определённых условиях соли оседают в виде накипи внутри трубок. По этой причине обязательно производят проверку чистоты (проходимости) каналов. Если каналы хотя бы частично закупорены, то для растворения налёта накипи надо разобрать кран 33 и напорный диск 2 (см. *рис. 2.10*) и опустить их детали в 10% раствор уксусной кислоты, подогретой до температуры 80°C. Необходимо также проверить чистоту каналов в корпусе барабана и в его передвижном дне.

Проверку чистоты каналов управляющего крана 33 производят следующим образом: поставить его в положение №2, отдать крепежную гайку и вынуть его из корпуса. Повернуть кран в положение №1 - должна быть сильная струя воды из наружной трубы. Далее поставить кран в положение №4, из внутренней трубы должна вытекать струя воды. Если при этом вода будет вытекать из вестовой трубы 21, то это будет означать негерметичность крана 33.

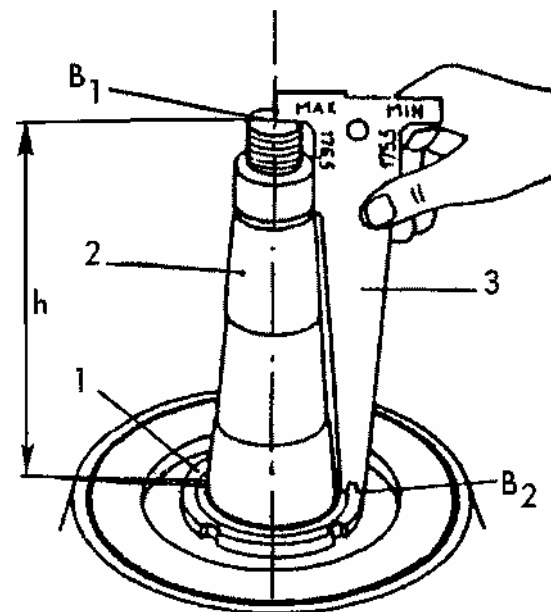


Рис 2.11 Проверка положения напорного диска по высоте h относительно верхнего конца вала. 1-затяжная гайка; 2-вал; 3-шаблон; b_1 -верхний зазор; b_2 - нижний зазор.

Наиболее сложной и ответственной операцией является проверка деталей и внутренних каналов распределительного устройства. В его состав входят напорный диск 12 (см. рис. 2.9), камеры 11, 13, каналы 9, 14 и другие внутренние каналы и детали.

Проверка каналов распределительного устройства производится следующим образом: снимают корпус барабана с вертикального вала, открывают подачу воды из бака и ставят управляющий кран 6 в положение №1. Струя воды должна вытекать из всех отверстий напорного диска 12. Затем кран ставят в положение №3. Вода должна продолжать вытекать, но менее интенсивно, чем при положении №1. Далее проворачивают кран в положение №4. В этом случае струя воды должна вытекать из отверстия на ободу напорного диска.

На рис. 2.12. приведена схема детальной компоновки барабана сепаратора. Обозначения позиций соответствуют следующим деталям:

1-малая гайка; 2-регулировочная шайба (для процесса пурификации); 3-кларификационная насадка; 4-большая гайка барабана; 5-малое уплотнительное кольцо; 6-крышка барабана; 7-большое уплотнительное кольцо; 8-уплотнительное кольцо крышки барабана; 9-верхняя защитная тарелка для режима кларификации; 10-верхняя разделительная тарелка для режима пурификации; 11-пакет рабочих тарелок; 12-тарелкодержатель; 13-колпачковая гайка; 14-шайба; 15-резиновое кольцо подвижного дна; 16-уплотнительное кольцо; 17-подвижное дно; 18-корпус барабана; 19-резиновое кольцо управляющего кольца; 20-управляющее кольцо; 21-пружина; 22-корпус пружины; 23-болт.

Разборка и сборка барабана должна выполняться в соответствии с этой схемой. Поясним кратко некоторые операции.

В корпусе барабана 18 устанавливается подвижное дно 17 с прокладкой 15.

Тарелкодержатель 12 должен устанавливаться так, чтобы штифт, закреплённый на днище барабана, входил в его паз.

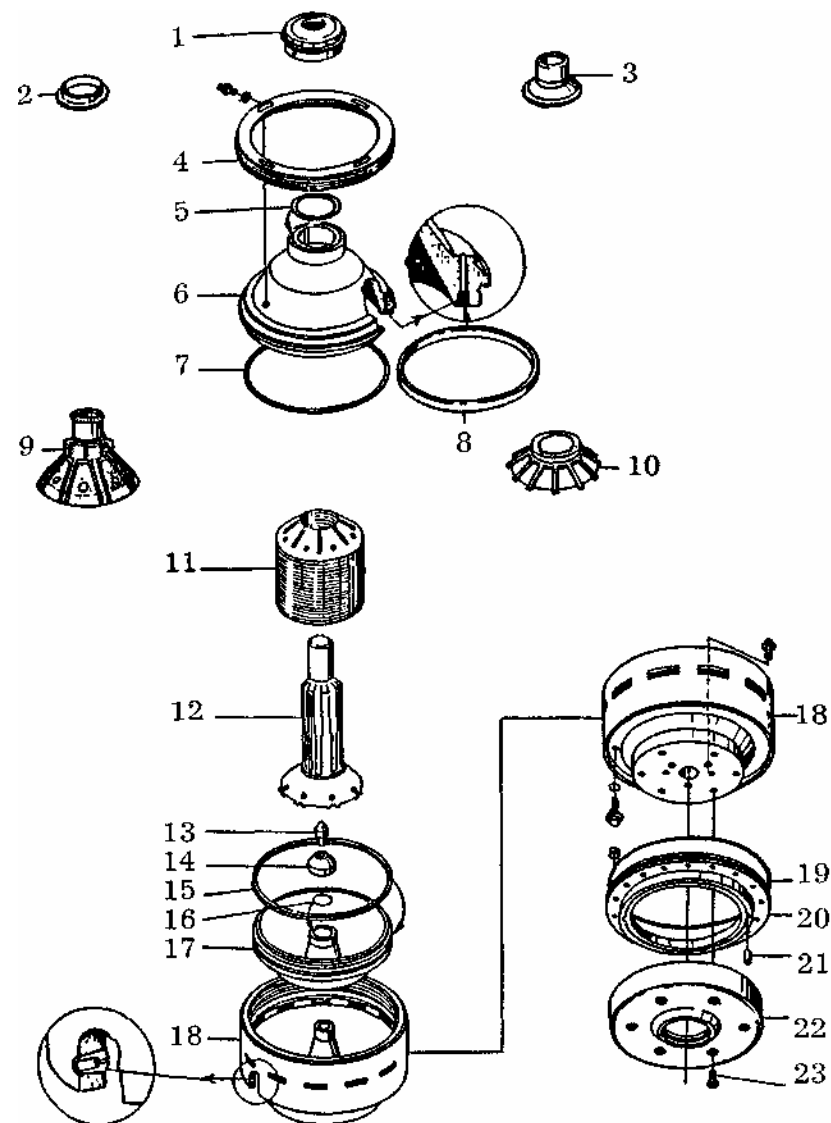


Рис 2.12 Детальная компоновка барабана сепаратора
МАРХ309В-00.

Пакет тарелок 11 надевают на тарелкодержатель в порядке выбитых на них номеров.

Сверху на пакет тарелок устанавливают разделительную тарелку 10 (для режима пурификации) так, чтобы риски с буквами на тарелкодержателе и этой тарелке совпадали.

Корпус барабана 18 закрывается крышкой 6, которая затягивается большой гайкой 4 с левой резьбой. Должное положение крышки 6 относительно корпуса барабана 18 обозначено метками. Уплотнение между корпусом и крышкой обеспечивается резиновым кольцом 7.

На крышку 6 устанавливается регулировочная шайба 2 (для режима пурификации) с уплотнительным кольцом 5 и закрепляется малой гайкой 1 с левой резьбой.

Подвижное дно 17 при перемещении вверх упирается в уплотнительное кольцо 8, установленное в крышке 6. Таким образом обеспечивается герметичное закрытие барабана. Нарушение герметичности является существенной неисправностью сепаратора. Оно может быть связано, как с износом уплотнительного кольца 8, так и с повреждениями, деформацией уплотнительного бурта подвижного дна 18.

Разборка и сборка механизма управления подвижным дном выполняется также согласно приведенной схеме, а работа этого механизма описана выше.

2.5. Техническое обслуживание сепараторов

Центробежные сепараторы подлежат надзору Регистра для обеспечения их технической безопасности. Предусмотрены *первоначальное* освидетельствование, *ежегодное* и *очередное* каждые 4 года.

При *первоначальном* освидетельствовании судовладелец должен предъявить техническую документацию на сепаратор - *сертификат*, выдаваемый на детали и материалы сепаратора при надзоре за их изготовлением на заводе изготовителе. Этот сертификат завод - изготовитель направляет вместе с сепаратором. При установке сепаратора на судне сертификат остаётся на нём для хранения.

После ознакомления с документацией проводится проветзка сепаратора в действии и, если не возникает сомнений в его техническом состоянии, объём разборки узлов и деталей может быть уменьшен или разборка может не потребоваться.

При *ежегодном* освидетельствовании сепаратора производят наружный осмотр и проверку его в действии.

При *очередном* освидетельствовании должна быть произведена дефектоскопия ответственных деталей сепаратора:

- корпуса барабана;
- вертикального вала;
- тарелок;
- гаек барабана.

Далее выполняется осмотр муфты, передачи и буферных пружин, после чего сепаратор должен быть собран и проверен в действии.

В дальнейшем результаты дефектоскопии предъявляются инспектору Регистра при *ежегодных* освидетельствованиях.

В процессе эксплуатации сепараторов их надёжность и эффективность работы зависят от грамотного и своевременного технического обслуживания.

Перед пуском сепаратора необходимо провести его наружный осмотр, убедиться в отсутствии посторонних предметов, а также проверить следующее:

- хорошо ли зажата крышка сепаратора прижимными болтами и закреплён ли напорный диск;
- подготовлена ли система подвода и отвода масла (топлива);
отпущен ли тормоз;
наличие масла в корпусе червячной передачи, уровень масла должен быть выше средней черты смотрового стекла;
наличие воды в напорном водяном баке;
- полностью ли открыт расходомер;
- подведена ли греющая среда (пар или электропитание) к подогревателю масла (топлива);
- положение крана управления, он должен находиться в позиции №2 (выключено), барабан открыт;

- убедиться в правильности выбора и установки регулировочной шайбы согласно диаграмме и инструкции по её подбору;
- закрыт ли текущий клапан сепарируемой жидкости;

Пуск сепаратора осуществляется включением электродвигателя. При этом необходимо иметь в виду, что в период разгона сепаратора муфта сцепления нагревается вследствие проскальзывания её колодок, но после завершения разгона, когда числа оборотов горизонтального вала и электродвигателя сравниваются, муфта охлаждается.

Далее выполняются следующие операции.

При достижении полных оборотов барабана (через 6 - 8 мин. с момента запуска) поставить кран управления в позицию №3 и, когда появится вода из вестовой трубки (барабан закрыт), поставить кран в позицию №4 (работа).

В процессе пурификации для создания гидравлического затвора подводят воду, подогретую до температуры сепарируемого продукта, и прекращают подачу воды, когда она начинает вытекать через смотровое окошко отсепарированной воды. Если же вода вытекает через смотровое стекло отвода масла (топлива), то это означает, что регулировочная шайба имеет малый диаметр или вода подаётся под излишне большим давлением.

Необходимо медленно открывать клапан подачи масла (топлива) на сепаратор, т.к. при быстром открытии может произойти вытеснение воды гидравлического затвора и масло (топливо) поступит в патрубок отсепарированной воды. Это явление характерно, когда сепарируемое топливо имеет большой удельный вес (более $0,9 \text{ г/см}^3$). Напротив при настройке сепаратора на процесс кларификации заполнение барабана масла (топливом) следует выполнять быстро.

Поставить стрелку расходомера спец. ключом на нужный расход, затем отрегулировать топливным краном давление на манометре 0,1 МПа. Заметим, что появление брызг масла (топлива) на стекле смотрового окошка будет свидетельствовать о том, что барабан закупорен шламом. В этом случае необходимо остановить сепаратор и произвести очистку тарелок барабана.

В процессе работы сепаратора следует обращать внимание на следующее:

- возможное попадание топлива (масла) в патрубок отсепарированной воды из - за неправильного выбора регулировочной шайбы (большой диаметр отверстия) или нарушения режима сепарирования (температура, давление);
- температурный режим поступающего масла (топлива), необходимо поддерживать заданную температуру;
- состояние механизма сепаратора, отсутствие вибрации и посторонних шумов, протечек в разъёмах, фланцах, повышенных температур деталей.

Если во время работы сепаратора барабан неуправляемо открывается, надо немедленно прекратить подачу масла (топлива) во избежание значительной его потери и выяснить причину неисправности.

При остановке сепаратора, если нет необходимости в быстрой остановке, не следует пользоваться тормозом, т.к. при медленной остановке в барабане сохраняется водяной затвор и при последующем запуске нет необходимости пополнять его. Кроме того, увеличивается срок работы тормозных колодок.

Для выполнения самоочистки барабана сепаратора в процессе работы необходимо выполнить следующие операции:

1. Закрыть кран подачи топлива на сепаратор и открыть байпасный кран для перепуска топлива после подогревателя на всасывание насоса.

2. Повернуть управляющий кран в позицию №1 ("разгрузка") и держать его пока не откроется барабан и шлам будет выброшен с характерным звуком.

3. Поставить управляющий кран в позицию №2 и оставить его в этом положении на 5-6 сек (происходит подготовка к закрытию барабана).

4. Повернуть управляющий кран в позицию №3 и держать его до тех пор, пока вода не начнёт вытекать из вестовой трубки, что означает "барабан закрыт".

5. Поставить кран в позицию №4 ("работа") для продолжения процесса сепарирования.

Для остановки сепаратора необходимо:

1. Закрыть кран подачи топлива на сепаратор и открыть байпасный кран.

2. закрыть кран на трубопроводе всасывания топливно го насоса.

3. Повернуть управляющий кран в позицию №1 для раз- грузки барабана.

4. Поставить управляющий кран в позицию №2 и оста- вить его в этом положении.

5. Выключить электродвигатель и включить тормоз.

Приведём ряд характерных неисправностей и отказов сепараторов серии МАРХ.

1. Барабан не закрывается, хотя управляющий кран на- ходится в позиции №3 ("закрыто").

Причинами могут быть:

- отсутствие воды в водяном баке или закрыт клапан для её поступления;
- неисправность управляющего крана или каналов подвода воды от него к механизму управления подвижным дном;
- неисправность самого узла управления подвижным дном;
- поломка пружин управляющего кольца в механизме управления;

2. Барабан сепаратора не открывается. Причины анало- гичны п.1.

3. Насос не подаёт достаточного количества топлива:

- засорен фильтр,
- подсос воздуха во всасывающем трубопроводе;
- не полностью закрыт байпасный клапан после подогревателя.

4. Гидравлический затвор вытесняется:

- большой диаметр регулировочной шайбы;
- недостаточная подача воды;
- нарушено уплотнительное кольцо под регулировочной шайбой;
- нарушено уплотнительное кольцо в плоскости прилегания подвижного дна;
- деформирована плоскость прилегания самого подвижного дна. Эта неисправность устраняется проточкой на токар ном станке плоскости прилегания с минимальным снятием

материала и хорошей центровкой на станке подвижного дна.

5. Большое количество топлива (масла) попадает в пат- рубок отсепарированной воды:

- большой диаметр регулировочной шайбы;
- нарушение режима сепарирования (давление и температура топлива);
- вытесняется гидравлический затвор.

6. Некачественная очистка топлива (масла):

- несоответствующая регулировочная шайба при пурифи кации;
- барабан сепаратора вращается с меньшими оборотами. Проверить: отпущен ли полностью тормоз. Свободно ли вращается барабан, неисправность электродвигателя, отсут ствие повреждений фрикционных накладок;
- закупорена шламовая полость барабана - остановить сепа ратор очистить барабан;
- слишком большая производительность сепаратора;
- несоответствующая температура сепарируемого продукта. Её следует поддерживать равномерно в течение всего процесса очистки.

7. Повышенная вибрация и утечка масла из картера винто - червячной пары. Причина состоит в том, что в процессе работы сепаратора - нижний стакан вертикаль- ного вала может проворачиваться из - за срезки стопорно- го штифта. В результате такого дефекта стакан разбивает своё посадочное место, нарушается герметичность картера и происходит утечка масла.

Для устранения дефекта необходима разборка сепара- тора и вертикального вала, проточка посадочного места нижнего стакана и замена стопорного штифта.

8. При сборке горизонтального вала возможна непра- вильная установка стопорного кольца (шайбы). Если она поставлена другой стороной (т.е. повёрнута на 180°), то червячное колесо смещается по оси от своего положе- ния, нарушается центровка винто - червячной пары и происходит интенсивный износ зубьев пары. Для устра- нения данного дефекта требуется разборка горизонталь-

ного вала, проверка и установка стопорной шайбы на своё место.

9. Фрикционная муфта - со временем происходит износ диска с нарушением гладкой поверхности, появляются борозды, зазубрины. Необходимо снять диск сцепления и проточить его до исчезновения следов износа.

10. Фрикционная муфта - отверстия резиновой вставки эластичной муфты разбиваются пальцами поводка.

Для устранения дефекта необходима замена эластичной муфты совместно с пальцами поводка.

11. Барабан сепаратора имеет много ответственных уплотнений, изготовленных из специальной маслостойкой резины. Износ этих уплотнений неизбежно приводит к неисправной работе и отказам сепаратора. Для восстановления его работоспособности необходима замена уплотнений. Заметим, что в ЗИПе всегда должен быть полный набор фирменных уплотнений.

Для надёжной работы сепаратора требуется постоянное внимание к вращающимся деталям: их осмотр, ревизия, очистка и смазка.

Рекомендуются следующие сроки ревизии и очистки.

- | | |
|---|--|
| 1. Барабан сепаратора, комплект тарелок, крышка барабана. | После каждой продолжительной работы или раз в неделю. |
| 2. Система управления. | Производить ревизию всегда при снятии барабана с вала. |
| 3. Фильтр в системе подвода управляющей воды. | Вскрытие и очистка раз в месяц. |
| 4. Каналы системы управления, кран управления. | Ревизия, очистка от накипи раз в три месяца. |
| 5. Корпус червячной передачи. | При замене масла. |
| 6. Привод вертикальный и горизонтальный. Подшипники. | Раз в год. |

Смазка деталей сепаратора выполняется в следующие сроки:

- | | |
|---|---|
| 1. Корпус червячной передачи. | После каждых 1500 часов работы сепаратора смена масла в картере. |
| 2. Барабан сепаратора: поверхности скольжения и ступица корпуса барабана. | Всегда при монтаже, касторовым маслом. |
| 3. Резьба крышки барабана под малую кольцевую гайку. | Всегда при монтаже, касторовым маслом. |
| 4. Резьба большой прижимной кольцевой гайки. | При каждой сборке, касторовым маслом. |
| 5. Болты в дне корпуса барабана. | Каждый раз при надевании корпуса барабана на вал, консистентная смазка. |
| 6. Пазы для резиновых колец подвижного дна, крышки барабана. | При каждой сборке элементов управления, консистентная смазка. |
| 7. Резьба клапанных гнезд, установочный винт большой кольцевой гайки. | Всегда при монтаже, консистентная смазка. |

Глава 3. СЕПАРАТОРЫ ФИРМ ТИТАН, ВЕСТФАЛИЯ И ШАРПЛЕС 3.1. Сепараторы фирмы Титан

Устаревшие образцы сепараторов (например марки "СМ") этой фирмы были несаморазгружающимися.

Ниже рассмотрим конструктивные особенности саморазгружающегося сепаратора CNS-70. Кинематическая схема этого сепаратора соответствует принципиальной схеме, приведенной на рис. 1.6, а конструкция его барабана показана на рис. 3.1.

Номера позиций соответствуют следующим деталям:

1-подвижное дно; 2-разгрузочные пазы; 3-камера; 4-канал; 5-камера; 6-камера; 7-форсунка; 8-форсунка; 9-форсунка; 10-канал; 11-канал; 12-клапан; 13-канал.

Принцип работы барабана понятен из рисунка. Он аналогичен другим барабанам. Неочищенное топливо подается по центральному каналу тарелкодержателя (по стрелке "А"), проходит через отверстия нижней тарелки и распределяется в межтарельчатом пространстве, где происходит очистка топлива.

Шлам и вода отходят к периферии барабана, а чистое топливо к его центру. Отвод чистого топлива и отсепарированной воды указаны стрелками.

В данном случае барабан работает в режиме пурификации, но он может быть собран для работы в режиме кларификации.

Рассмотрим процесс разгрузки барабана от накопившегося внутри него шлама. Для этого перекрывают подачу топлива к барабану и переключают управляющий кран так, чтобы подать воду к форсунке 7. через которую она поступает в камеру 6 и далее по каналу 10 к клапану 12. Он подпрыгивает и открывает выпускной канал 11. При этом вода из подпоршневой камеры 3 выходит через каналы 13 и 11 наружу и подвижное дно 1 опускается вниз, открывая разгрузочные пазы 2. Шлам выбрасывается через эти пазы из барабана.

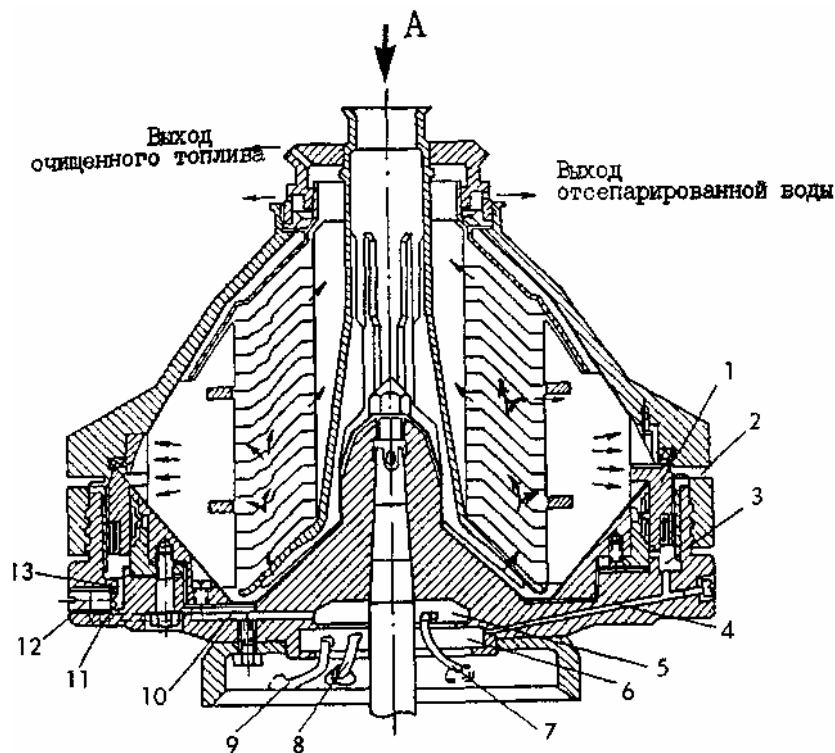


Рис 3.1 Конструкция саморазгружающегося барабана сепараторов фирмы Титан.

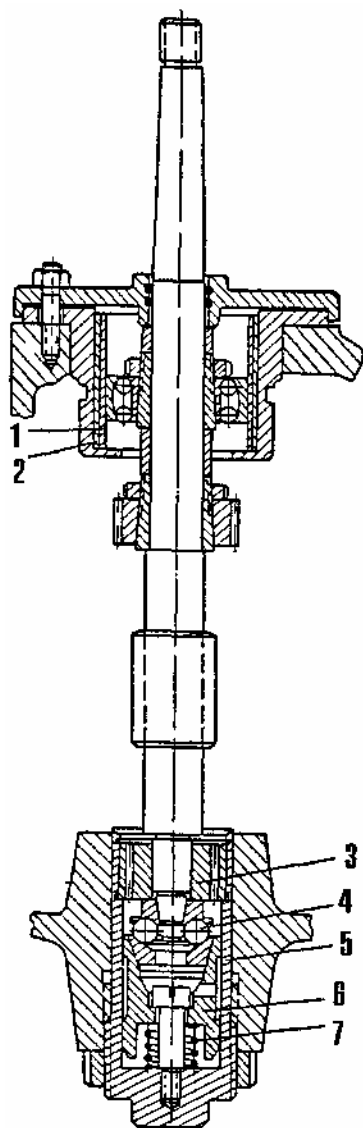


Рис 3.2 Вертикальный вал сепараторов фирмы Титан.

Для закрытия барабана необходимо поставить управляющий кран в такую позицию, при которой вода направляется к форсунке 8. Она подаёт воду в камеру 6, из которой вода поступает по каналу 4 в камеру 3, расположенную под подвижным дном 1. Под давлением воды подвижное дно перемещается вверх и перекрывает разгрузочные пазы 2. Герметичность закрытия барабана обеспечивается резиновым уплотнением.

После закрытия барабана подача воды нужна для компенсации её утечек. Для этого управляющий кран переключается и вода подаётся к форсунке 9, имеющей меньшую пропускную способность. Сепаратор готов к работе.

Далее подаётся в барабан вода для создания гидравлического затвора и после этого открывается кран для подачи топлива в сепаратор. Процесс сепарирования продолжается.

Для обслуживания механизма подвижного дна сепаратор типа CNS - 70 имеет постоянно работающий насос пресной воды производительностью 200 л/час и давлением 0,15 МПа. Вода потребляется из бака ёмкостью 150 м³ и после использования в гидравлическом приводе отводится в тот же бак. Расход воды значительный.

Другой особенностью сепараторов фирмы Титан является конструкция вертикального вала (рис. 3.2)

Верхняя (горловая) опора не имеет пружин. Амортизация колебаний вала осуществляется за счёт посадочных зазоров втулок 1 и 2. Создаваемая при вращении вала масляная плёнка между посадочными поверхностями служит своего рода демпфером.

Нижняя опора состоит из специального упорного подшипника 4, опирающегося на подпятник 6, который амортизируется пружиной 7. Роль нижнего радиального подшипника выполняет бронзовая втулка 3. Вертикальное перемещение вала обеспечивается за счёт закрывания стакана 5 в станине.

Такая конструкция вертикального вала проста и надёжна, но требует тщательной балансировки барабана и высокой усталостной прочности вала.

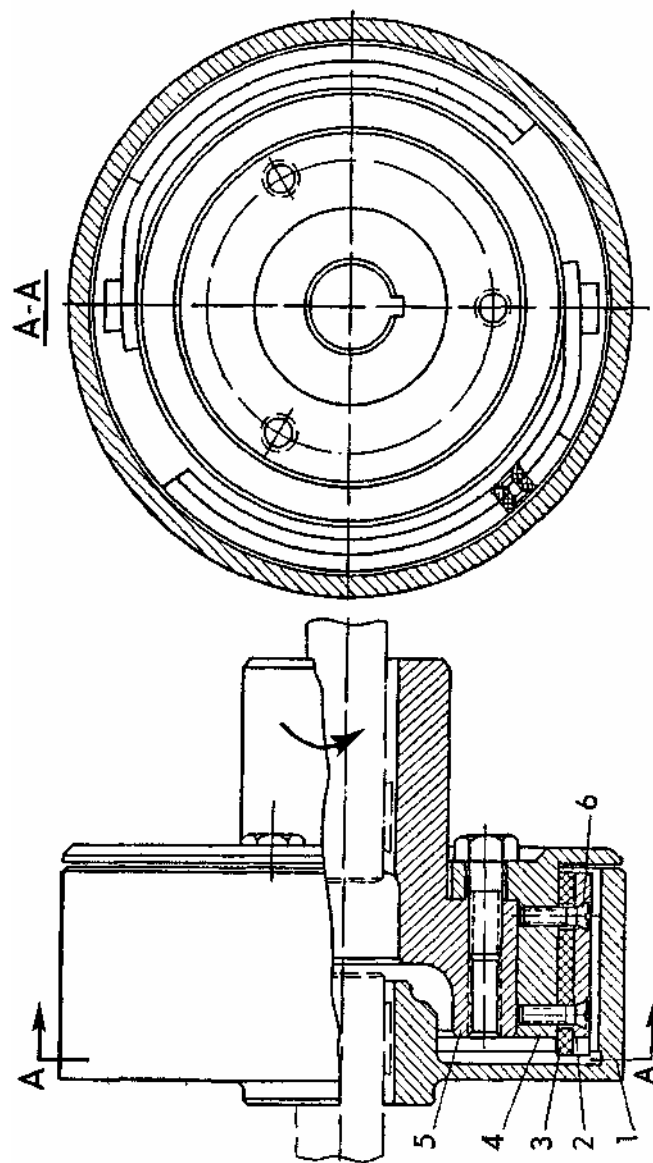


Рис 3.3 Фрикционная муфта сепараторов фирмы Титан.

Фрикционная муфта сепараторов фирмы Титан имеет также характерную конструкцию (рис.3.3). К ведущей ступице 5 прикреплена обойма 4. К ней прижимными планками 2 и винтами 6 закреплены две наборные фрикционные ленты 3. При вращении ступицы 5 эти ленты под действием центробежных сил прижимаются к ведомому ободу 1 и передают ему вращение. Такая конструкция муфты отличается простотой и компактностью. Она обеспечивает плавную работу механизма. В период разгона требуется менее точная соосность вала электродвигателя и горизонтального вала по сравнению с другими конструкциями и типами фрикционных муфт.

3.2. Сепараторы фирмы Вестфалия

Рассмотрим конструктивные особенности сепараторов этой фирмы. На рис.3.4. приведена схема барабана.

Принцип действия барабана не отличается от вышеописанных и приведенных ранее. Во время пуска сепаратора подвижное дно 1 находится в нижнем положении и разгрузочные пазы достаются открытыми. Когда сепаратор разовьет рабочее число оборотов, открывают управляющий кран и подают воду в камеру 8. Из этой камеры вода через каналы 9 (диаметр 5 мм) и один канал 7 (диаметр 4 мм) поступает в камеры 3 и 6. Из камеры 3 вода начинает выливаться наружу по каналам 4,5,12 и 13, а из камеры 6 по каналу 10.

После заполнения камер 3 и 6 водой маневровый кран закрывают. При этом вода из камеры 3 вытекает полностью, а из камеры 6 вытекает та часть воды, которая находится между осью вращения и каналом 10. Оставшаяся вода в камере 6 создаёт давление, под действием которого подвижное дно 1 поднимается и закрывает разгрузочные отверстия 2.

Подвижное дно имеет резиновые уплотнения 14 по внутренней стороне с тарелкодержателем 15 и по внешней стороне 11 с корпусом барабана 17. Крышка 19 барабана зажимается большим кольцом 18. Она имеет уплотнение 16 с подвижным дном 1.

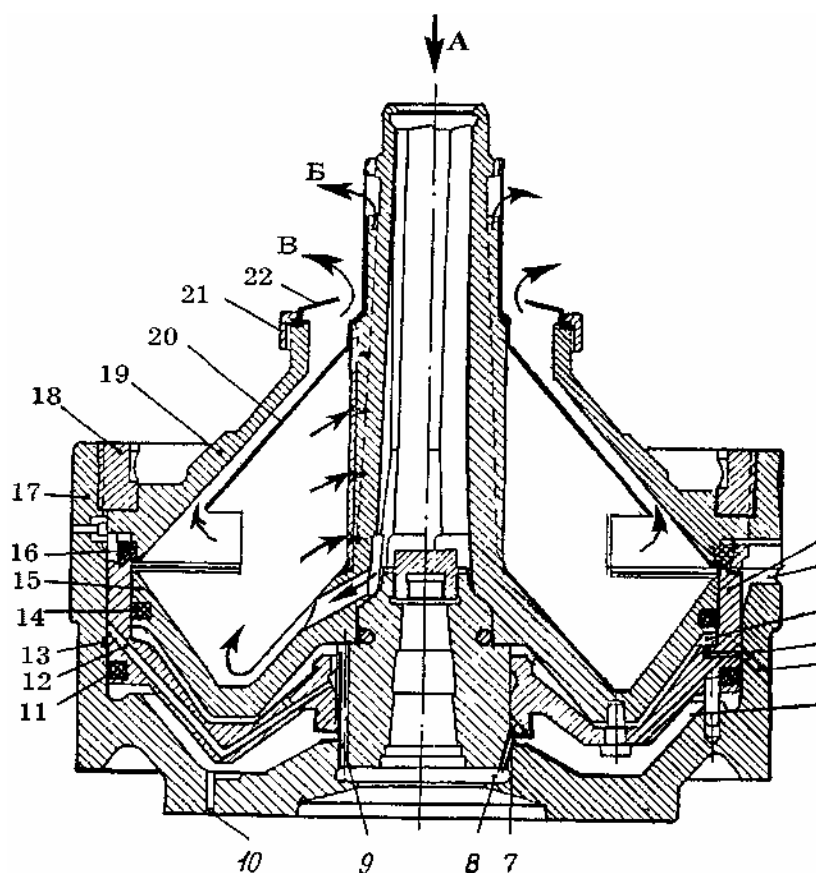


Рис 3.4 Конструкция барабана сепараторов фирмы Вестфалия,

После закрытия барабана в него подают воду для создания гидравлического затвора и затем открывают клапан для подачи топлива в сепаратор по стрелке "А". Происходит процесс сепарации, очищенное топливо отводится по стрелке "Б" а отсепарированная вода по стрелке "В" через регулировочную шайбу 22, закрепленную малой гайкой 21. Канал для отвода воды создается верхней разделительной тарелкой 20. Для осуществления разгрузки барабана закрывают подачу топлива и вновь открывают управляющий кран и подают воду в камеру 8, откуда она по каналам 9 и 7 аналогично описанному выше поступает в камеры 3 и 6. Однако пропускная способность восьми каналов 9 выше, чем одного канала 7 и, кроме того, канал 4 пропускает только часть воды, поступающей в камеру 3. Поэтому вода накапливается в камере 3, создается давление и подвижное дно опускается вниз, открывая разгрузочные пазы 2. Шлам и грязная вода выбрасываются из барабана.

В процессе разгрузки барабана может частично удаляться и топливо вместе со шламом. Для предотвращения этого после перекрытия подачи топлива в сепаратор подают значительное количество воды, которая вытесняет топливо (смещает границу раздела "вода-топливо") к оси вращения. После этого управляющим краном дают воду для открытия барабана.

После разгрузки барабана управляющий кран закрывают, вода вытекает из камеры 3, а оставшаяся в камере 6 вода поднимает подвижное дно 1 и закрываются разгрузочные пазы 2.

Для работы гидравлического привода подвижного дна предусмотрен напорный бак на высоте 1,5 - 2 м от уровня управляющего крана. Расход воды на одну разгрузку составляет 15 - 20 л. Эта вода отводится из чаши станины и используется повторно.

После остановки сепаратора вода из камеры 6 вытекает, подвижное дно опускается в нижнее положение под действием силы тяжести. Усилие, развиваемое водой в камерах 3 и 6, составляет 20 - 25 тонн. Разница между усилиями в камерах 3 и 6 при открытом барабане - около 5 тонн. Время подачи воды при первоначальном закрытии барабана и при Разгрузке составляет 5 - 8 сек.

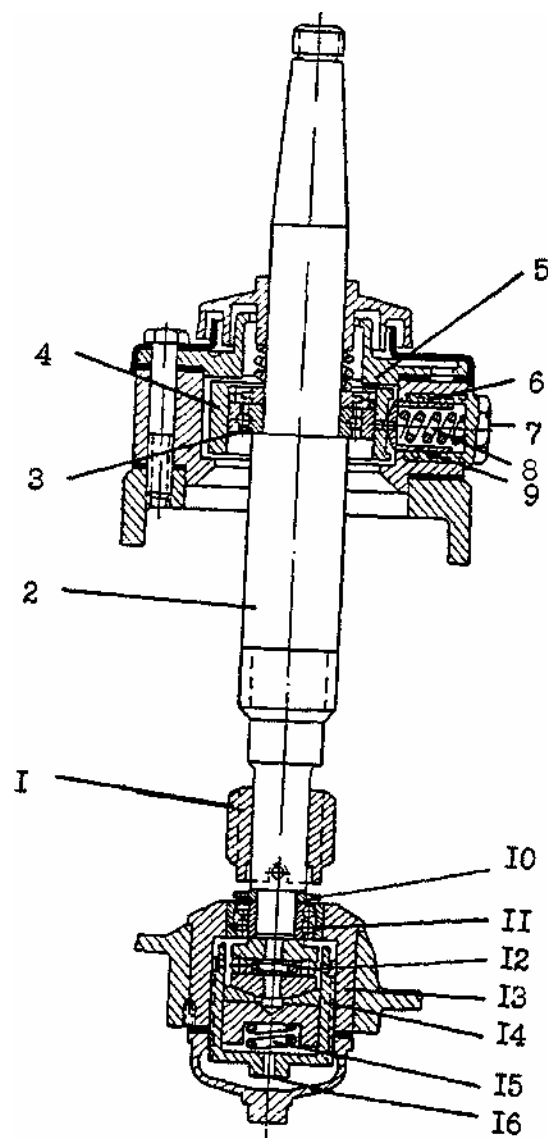


Рис 3.5 Вертикальный вал сепараторов фирмы Вестфалия.

Барaban сепаратора насаживается на конус вертикального вала, схема которого представлена на рис. 3.5.

Вертикальный вал 2 заключён в двух опорах: верхней (горловой) и нижней.

В корпусе верхней опоры находится радиальный подшипник 3 в обойме 4, а в корпусе 5 радиально расположены втулки буфера 9. Он прижимается к обойме 4 пружиной 8, которая закреплена упорным болтом 7. Буферная втулка 9 перемещается в направляющей 6. Количество буферов - шесть.

Нижняя опора состоит из радиального подшипника 11 и сферического подшипника 12, помещённых во втулки 13 и 14. Нижний конец вертикального вала опирается на сферический упорный подшипник 12, который в свою очередь опирается на втулку с пружиной 15, смягчающую вертикальные толчки и колебания вала.

В целях регулирования перемещение вала по вертикали осуществляется ввинчиванием регулировочной шайбы 16 в корпус нижней опоры. Защитная шайба 10 предохраняет подшипник от попадания в него сверху грязи и продуктов износа червячно - винтовой передачи.

Конструкция вертикального вала проста и достаточно надёжна в работе. Основным его недостаток состоит в том, что червяк 1 находится непосредственно на валу. Постоянно меняющееся межцентровое расстояние при колебаниях вала создаёт тяжёлые условия работы червячно - винтовой пары и вызывает её дополнительный износ.

3.3. Сепараторы фирмы Шарплес

Саморазгружающие сепараторы являются сепараторами с периодической разгрузкой, т.к. для разгрузки барабана каждый раз приходится прерывать процесс обработки. Разгрузка сепаратора происходит за 3 - 5 секунд, но переключение магистралей топлива (масла) и воды может занять ещё 3-7 минут. Требуется также некоторое время для восстановления числа оборотов барабана, которое при разгрузке каждый раз падает.

Кроме этого барабаны сепараторов с периодической разгрузкой имеют относительно сложную конструкцию с подвиж-

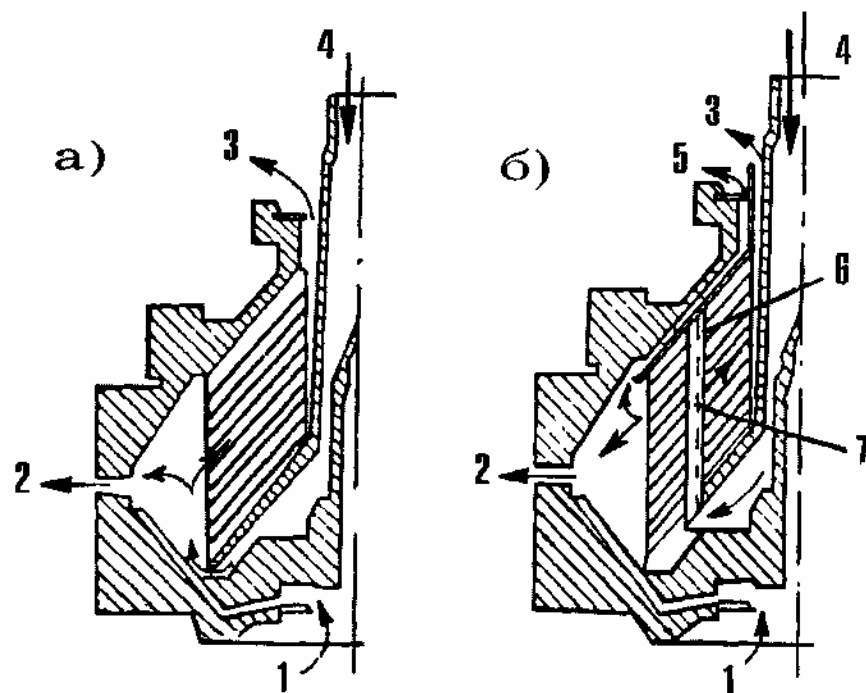


Рис 3.6. Схема работы барабана соплового сепаратора в режиме
клафикатора (а) и пурификатора (б)
1-топливо и эмульсия на рециркуляцию; 2-разгрузка из сопел - смесь топлива,
воды и взвесей; 3-очищенное топливо; 4-грязное топливо на очистку; 5-отсепарированная вода; 6 каналы, образуемые отверстиями в тарелках; 7-поверхность
раздела между топливом и водой.

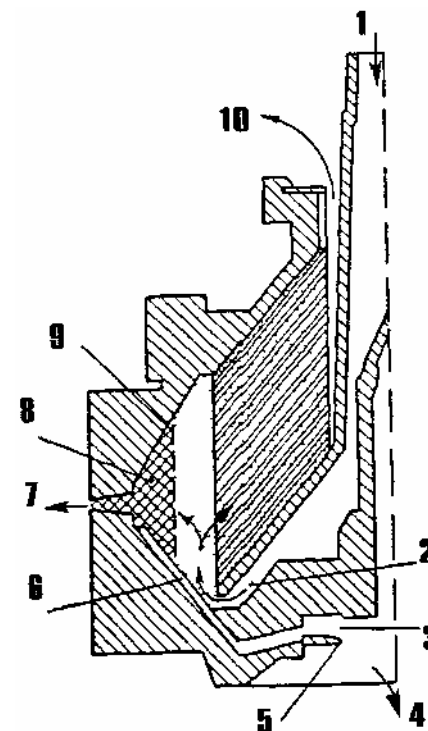


Рис 3.7 Принципиальная схема работы соплового барабана
типа "Гравитроль"

ными деталями, трущимися поверхностями и системой уплотнений, что сказывается на надёжности работы сепаратора.

Для устранения вышеперечисленных недостатков саморазгружающих сепараторов были сконструированы сопловые сепараторы непрерывного действия. Очистка топлива в этих сепараторах происходит таким же образом, как и в ранее описанных конструкциях тарельчатых сепараторов, но разгрузка принципиально отличается.

На рис. 3.6. показана схема работы барабана соплового сепаратора. Он может работать в режиме кларификатора и пурификатора. Принципиальное отличие в работе барабана состоит в том, что через постоянно открытые сопла 2 в стенках корпуса барабана непрерывно выбрасывается смесь воды, топлива и шлама. Для предотвращения потери топлива, которое в большом количестве уходит с водой и шламом, эта смесь вновь подаётся на сепарацию (рециркуляцию) в барабан через приёмный канал 1. Непрерывно циркулируя, смесь концентрируется, содержание шлама в ней возрастает, а количество топлива уменьшается. Когда перекачка такой концентрированной смеси становится затруднительной, она выгружается из циркуляционной системы в грязевый танк.

Фирма Шарплес разработала конструкцию соплового сепаратора типа "Гравитроль - 1000". Принципиальная схема работы этого сепаратора представлена на рис. 3. 7. Барабан сепаратора не имеет подвижного дна, а сопла 7 во время работы остаются постоянно открытыми. Для предотвращения утечки сепарируемой жидкости 2 через сопла 7 предусмотрено гидравлическое уплотнение, которое осуществляется следующим образом. В камеру вращающегося барабана непрерывно подаётся вода по каналу 3. Под действием центробежных сил она протекает по каналам 6 к периферии барабана и образует кольцевой слой 8, являющийся гидравлическим затвором.

Количество поступающей воды должно быть несколько больше пропускной способности сопел 7. В этом случае происходит процесс саморегулирования - избыток подаваемой воды 4, который не могут пропустить сопла, переливается через край регулировочного кольца 5. Такой же процесс са-

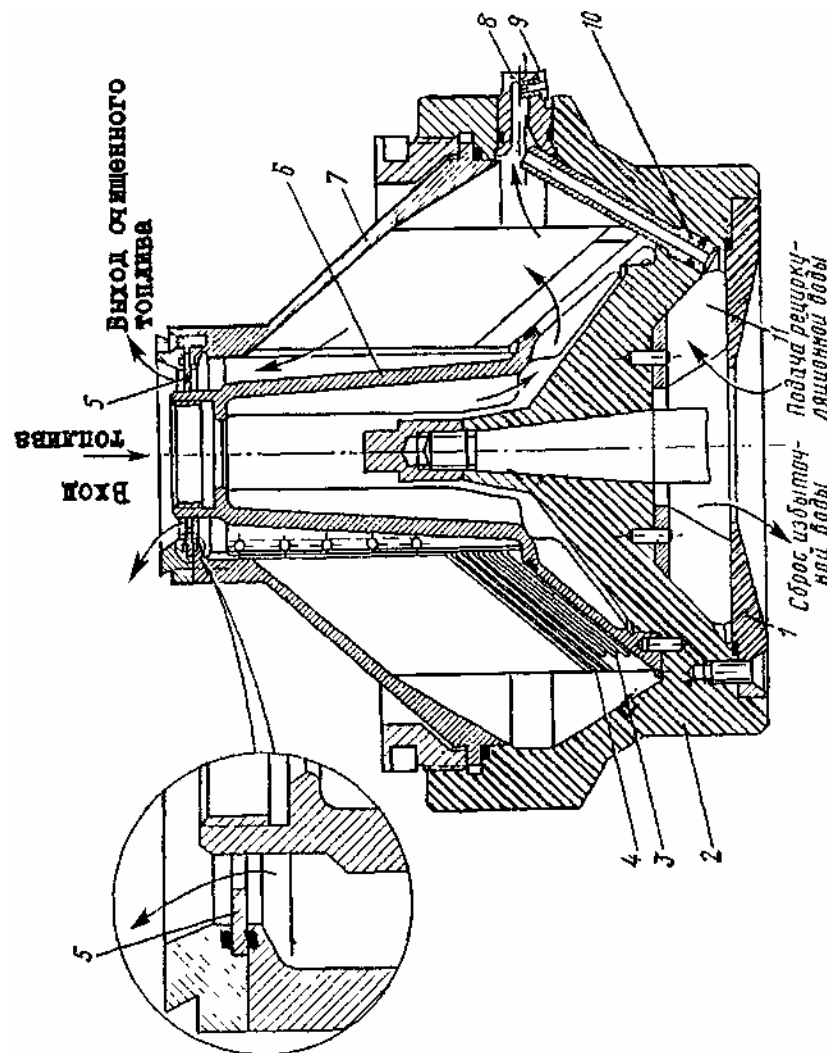


Рис 3.8 Схема конструкции соплового барабана типа "Гравитроль" 1-нижняя регулировочная шайба; 2-корпус барабана; 3- и 4-малые и большие сепарационные тарелки; 5-верхняя регулировочная шайба; 6-тарелкодержатель; 7-крышка барабана; 8-соплодержатель; 9-сопла (8шт.); 10-рециркуляционные трубки (8 шт.); 11-камера рециркуляционной воды.

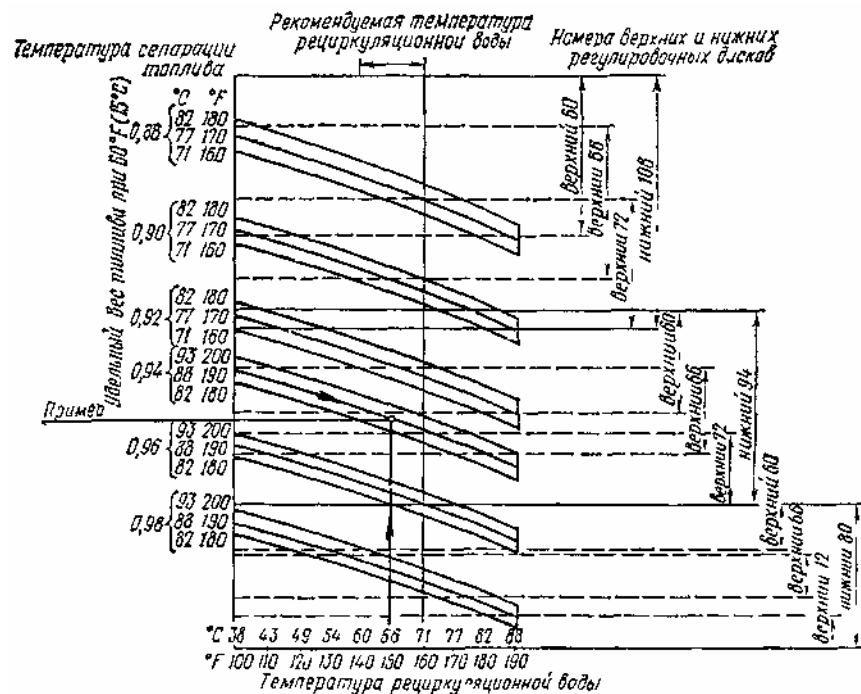


Рис 3.9 Номограмма для выбора регулировочных дисков сепаратора типа "Шарплес"

Пример удельный вес 0,94 при 60°F (15°C) Температура сепарируемого топлива 190°F, рециркуляционной воды 150°F Согласно номограмме верхний диск - 66, нижний диск 94

морегулирования происходит при колебаниях содержания воды в сепарируемом продукте. При увеличении содержания воды в топливе увеличивается ее перелив, при уменьшении снижается. Очищаемый продукт (топливо или масло) подается через канал 1 тарелкодержателя к периферии пакета тарелок проходит по межтарелочным пространствам и, уже очищенный, отводится в верхней части барабана 10. Отделяющиеся взвеси по коническим стенкам барабана сползают к соплам, через которые они удаляются вместе с непрерывно вытекающей водой. На схеме показан "нейтральный слой У".

На рис.3.8. представлена схема конструкции барабана типа Гравитроль. Здесь показано расположение верхней 5 и нижней 1 регулировочных шайб. Набор регулировочных шайб состоит из трех типоразмеров: верхняя - 60, 66 и 73 мм, нижняя - 80, 94 и 108 мм.

Шайбы выбираются по номограмме (рис.3.9.) в зависимости от удельного веса топлива, температуры сепарации и температуры рециркуляционной воды. Температуры принимают согласно рекомендациям фирмы: для воды 66 - 71°C; для топлива с удельным весом (0,88 - 0,92 г/см³) - (71 - 82°C); с удельным весом (0,94 - 0,98 г/см³) - (82 - 93°C). Положительными особенностями барабана являются: 1 Поверхность раздела фаз топливо (масло) - вода ("нейтральный слой", рис. 3.7.) находится вне пакета тарелок Это повышает эффективность работы барабана благодаря тому, что вся поверхность тарелок работает на очистку топлива (масла).

2. Отделившиеся от сепарируемого продукта частицы проходят на пути к соплам слой воды, в результате чего происходит более полная их очистка от обволакивающих пленок топлива (масла) и таким образом снижаются потери сепарируемого продукта.

3. В процессе работы сепаратора происходит описанное выше саморегулирование в зависимости от содержания воды в сепарируемом продукте.

На рис.3.10. приведена принципиальная схема установки "Гравитроль". Необработанное топливо по трубопроводу 1 подается через подогреватель 4, предохранительный

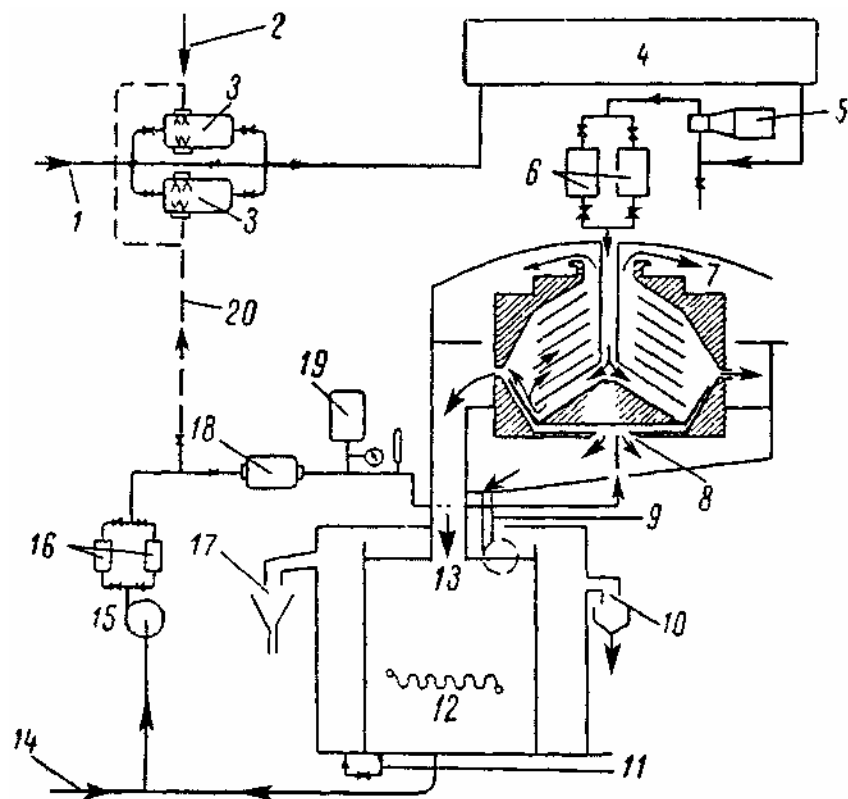


Рис 3.10 Принципиальная схема установки сепаратора типа "Гравитроль-1000".

клапан 5, и фильтр 6 к центральному патрубку сепаратора. В случае необходимости подаётся вода по трубопроводу 2 в смеситель 3, где она перемешивается с топливом.

Очищенное топливо отводится из верхней полости 7 корпуса сепаратора, а шлам и вода сливаются в бак 13. Избыток рециркуляционной воды, которая переливается через регулировочную шайбу 8, также отводится по каналу 9 в бак 13. Из бака вода насосом 15 через фильтры 16, регулятор расхода 18 и предохранительный клапан 19 подаётся на рециркуляцию в сепаратор. В случае необходимости вода по трубопроводу 20 может быть отведена на повторное использование для промывки топлива.

Для поддержания необходимой температуры бак 13 снабжён подогревателем 12. Осевший в баке шлам периодически удаляется. Трубопровод 14 служит для пополнения, а клапан 11 для перепуска воды.

Избыток воды сливается через воронку 17, а воронка 10 является сигналом превышения уровня воды в баке 13. Особенностью сепараторов типа "Гравитроль" является без муфтовый привод от электродвигателя к барабану. Он осуществляется непосредственно через червячную пару.

Установка "Гравитроль - 1000" имеет следующие характеристики:

- производительность, т/час - 2,5;
- мощность электродвигателя, л/с - 10;
- сепаратор и насосы, рециркуляционный насос, - 1;
- число оборотов барабана, об/мин - 8000;
- вес барабана, кг - 50;
- диаметр барабана (внутренний), мм - 250;
- габариты установки, мм
 - длина - 1092;
 - ширина - 940;
- вес установки, кг - 1250.

Наряду с положительными особенностями установка "Гравитроль - 1000" имеет существенный недостаток, а именно, большой расход воды, снижающий эффективность её работы.

Глава 4.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СЕПАРИРОВАНИЯ ФИРМЫ АЛЬФА - ЛАВАЛЬ (АЛЬФАКС И АЛЬКАП)

4.1. Автоматическая система сепарирования Альфакс

Эта система предназначена для эффективной очистки всех видов нефтепродуктов: смазочного масла, дизельного топлива и тяжёлого топлива с плотностью до 991 кг/м^3 при 15°C и вязкостью до 600 сСт при 50°C .

В состав системы АЛЬФАКС входят самоочищающийся сепаратор серии WHPX и система электронного управления ЕРС. Система обеспечивает безвахтенное обслуживание установки, все рабочие операции выполняются автоматически по заданной программе, предусмотрена аварийная сигнализация и защита.

Согласно фирменным данным система АЛЬФАКС обеспечивает в процессе эксплуатации экономический эффект 20-40% сравнительно с её предыдущими сепараторами.

Капитальные расходы на приобретение и установку системы АЛЬФАКС выше, но значительно снижаются эксплуатационные расходы за счёт уменьшения потерь топлива (масла), расхода воды, применения способа частичной выгрузки и уменьшения затрат на техобслуживание.

Поясним существо способа частичной выгрузки. Традиционный сепаратор при полной выгрузке выбрасывает всё содержимое барабана: шлам, воду и частично нефтепродукт. При этом перекрывается подача нефтепродукта в барабан, а сам процесс выгрузки занимает определённое время.

При частичной выгрузке не прерывается процесс сепарирования, нефтепродукт подаётся в барабан постоянно. Перед выгрузкой небольшое количество воды подаётся непосредственно в грязевую камеру для вытеснения нефтепродукта к центру барабана, т.е. смещения к центру "нейтрального слоя" во избежание попадания нефтепродукта в

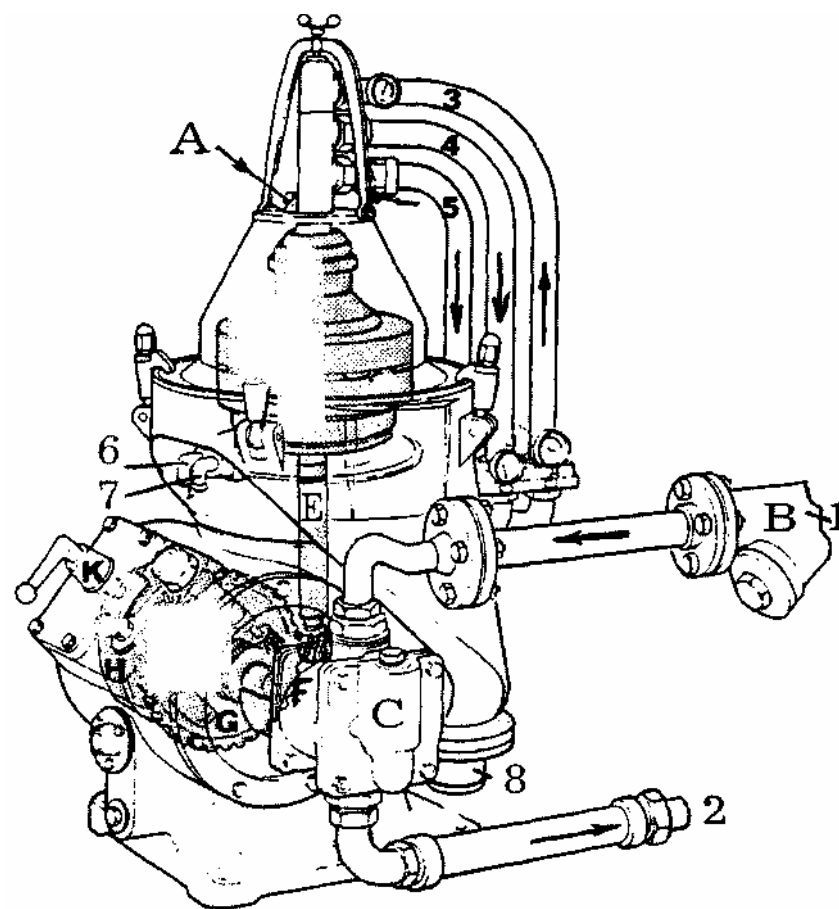


Рис 4.1 Схема компоновки сепаратора серия WHPX.

шламовую камеру в процессе выгрузки. Операция частичной выгрузки протекает быстро и точно. При этом выбрасывается небольшой постоянный объем концентрированного осадка и воды.

В итоге потери нефтепродукта практически отсутствуют, расход воды мал, производительность и к.п.д. сепаратора увеличиваются.

Периодичность выгрузки назначается программой в зависимости от загрязнения нефтепродукта и может быть установлена с короткими интервалами без ухудшения работы установки.

На рис. 4.1. показана компоновка сепаратора серии WHPX. Серия включает пять моделей с номинальной производительности от 4500 до 20000 л/час при работе с топливом (13 сСт, 50°C).

Обозначения позиций соответствуют следующим деталям и узлам сепаратора: 1-входной патрубок топлива (масла); 2-выходной (нагнетательный) патрубок насоса к подогревателю; 3-входной трубопровод топлива в барабан сепаратора от подогревателя; 4-выход чистого топлива; 5-выход отсепарированной воды. 6-патрубок для входа "закрывающей" воды; 7-патрубок для входа "открывающей" воды; 8-патрубок для выхода шлама; "А" - подача воды для гидравлического затвора и частичной выгрузки; "В"- фильтр; "С"- насос; "Д"- барабан сепаратора; "Е"- вертикальный вал; "F" - червяк; "G"- червячное колесо; "Н"- фрикционная муфта; "К"- тормоз.

На рис. 4.2. представлен барабан сепаратора серии WHPX. Обозначения соответствуют следующим деталям: 1-напорный диск для удаления отсепарированной воды (по стрелке "Г"), 2-регулирующая шайба; 3-напорный диск для удаления очищенного топлива (по стрелке "Б"), 4-шайба; 5-колпак барабана; 6-верхняя (разделительная) тарелка; 7-пакет тарелок; 8-тарелкодержатель; 9-подвижное дно барабана; 10-корпус барабана; 11- управляющее кольцо; 12-пружина; 13-напорный диск для рабочей воды; 14- патрубок для подачи "открывающей" воды; 15-патрубок для подачи "закрывающей" воды; 16-кольцо; 17-камера с со-

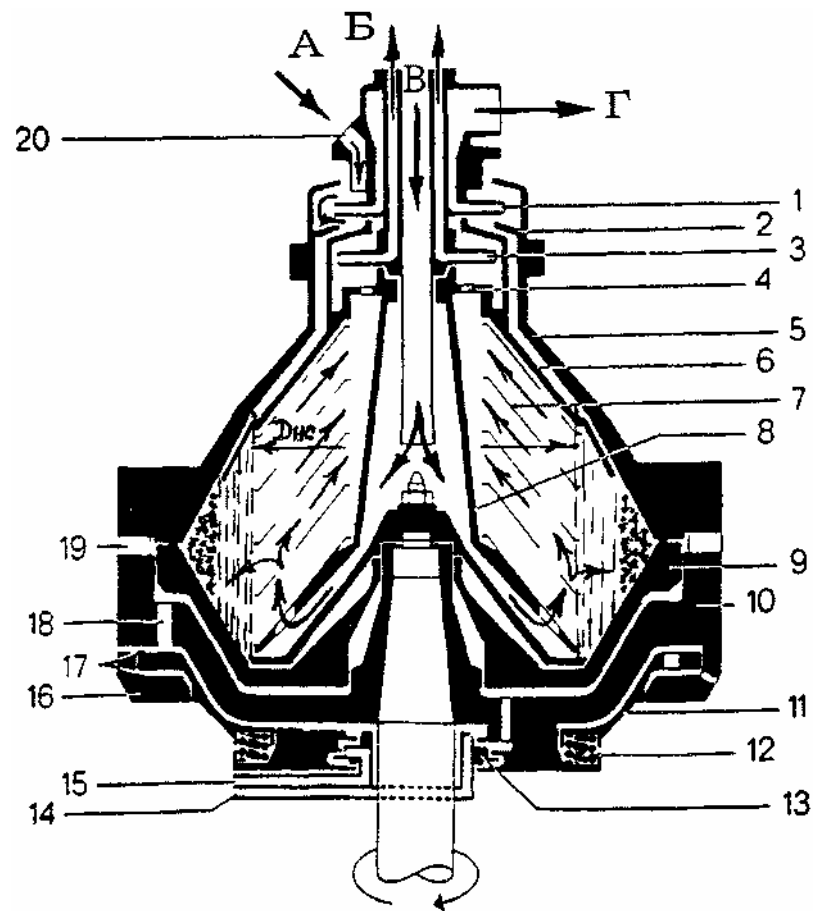


Рис 4.2 Барабан сепаратора серии WHPX.

плами; 18-сливной канал; 19- разгрузочные отверстия; 20-подача воды для гидравлического затвора и частичной выгрузки (по стрелке "А").

Работа сепаратора происходит следующим образом. При закрытом барабане топливо подаётся в барабан по центральному неподвижному патрубку (по стрелке "В") и, проходя через каналы нижней тарелки, поступает на сепарацию в пакет тарелок 7. Здесь происходит очистка топлива. Вода и шлам, как более тяжёлые фракции, под действием центробежных сил перемещаются к периферии барабана в шламовую камеру, а чистое топливо движется к центру барабана и откачивается неподвижным напорным диском 3 (насажен на центральный патрубок) в выходной патрубок (по стрелке "Б"). Отсепарированная вода из шламовой камеры поступает через регулировочную шайбу 2 в камеру неподвижного водяного напорного диска 1 (насажен на центральный патрубок), откуда откачивается в выходной патрубок по стрелке "Г".

Регулировочная шайба 2 выбирается из имеющегося комплекта с таким выходным отверстием, чтобы "нейтральный слой" D_{nc} в барабане поддерживался на уровне внешнего диаметра пакета тарелок, который меньше внешнего диаметра верхней тарелки 6.

Рассмотрим процесс частичной выгрузки барабана. Он полностью автоматизирован и его начало определено заложённой программой.

Первый этап - подготовка к выгрузке. Клапан на выпускной трубе отсепарированной воды (поз. 5 на рис. 4.1 или стрелка "Г" на рис. 4.2) закрывается и небольшое количество воды через патрубок 20 по стрелке "А" (см. рис.4.2) подаётся в камеру напорного диска 1 и далее под регулировочную шайбу 2 по кольцевому водяному каналу непосредственно в грязевую камеру. При этом диаметр D_{nc} "нейтрального слоя" уменьшается, т.е. топливо смещается к центру. Создаётся таким образом в грязевой камере запас воды перед выгрузкой.

Второй этап - открытие барабана. Это происходит с помощью подвижного дна 9, которое может опускаться вниз (от-

крытие барабана) или подниматься вверх (закрытие барабана) под действием специальной гидравлической системы.

В верхнем (закрытом) положении подвижное дно 9 поддерживается давлением "закрывающей" воды, которая поступает по трубопроводу 15 в полость под ним.

Опускание подвижного дна 9 происходит следующим образом. По трубопроводу 14 подаётся "открывающая" вода в полость над управляющим кольцом 11, которое под давлением опускается вниз, преодолевая усилие пружин 12. При этом открываются сливные каналы 18 и вода из камеры под дном выходит через эти каналы и сопла 17 наружу. Дно быстро опускается под давлением собственного веса и центробежных сил вращающейся внутри барабана массы. Разгрузочные отверстия 19 открываются и порция шлама и грязной воды резко выбрасывается под действием центробежной силы.

При этом диаметр "нейтрального слоя" D_{nc} резко увеличивается, но он не должен превысить наружный диаметр верхней тарелки 6 во избежание попадания топлива в грязевую камеру.

Третий этап - закрытие барабана. После выхода воды из камеры 17 управляющее кольцо 11 под действием сжатых пружин 12 поднимается вверх и перекрывает выходные каналы 18. "Закрывающая" вода по трубопроводу 15 и внутренним каналам поступает в замкнутую полость под подвижным дном и поднимает его до плотного закрытия барабана. Плотность обеспечивается уплотнительным кольцом. По каналу 20 поступает вода до создания нормального гидравлического затвора D_{nc} , после чего её подача отключается и открывается выпускной патрубок "Г".

На этом цикл частичной выгрузки завершён. Он длится не более 1,0 секунды. В течение всех этапов цикла не прекращалась подача топлива в барабан и продолжался процесс его сепарирования и отвода по каналу Б.

Система электронного управления ЕРС состоит из программного блока ЕРС30 и ряда исполнительных устройств. Система обеспечивает автоматическую работу сепаратора в соответствии с выбранной программой, которая учитывает тип и размеры сепаратора, режим работы (пурификация или кларификация),

время между выгрузками, интервалы между различными операциями в процессе выгрузки, пуска и остановки сепаратора.

В системе предусмотрены операции контроля разных параметров (температуры, давления), аварийной сигнализации и предупреждения ложных аварийных сигналов.

Каждый сепаратор оборудуется своей системой ЕРС. Возможна совместная работа двух и трех сепараторов путём стыковки систем ЕРС.

На рис.4.3. показана схема автоматической системы АЛЬФАКС. Обозначения позиций соответствуют следующим узлам и деталям: 1-водяной бак (располагается на 3,0 м выше сепаратора); 2-блок программного управления; 3-соленоидный клапан подачи "открывающей" воды; 4-соленоидный клапан подачи "закрывающей воды"; 5-соленоидный клапан подачи воды для гидравлического затвора и разгрузки; 6-соленоидный клапан управления запорным клапаном 17 на выходе отсепарированной воды; 7-соленоидный клапан управления трёхходовым клапаном 16 подачи нефтепродукта в барабан; 8-сжатый воздух для управления клапанами 16 и 17; 9-выход отсепарированной воды; 10-выход чистого топлива; 11-подогреватель; 12-вход пара; 13-выход конденсата; 14-вход нефтепродукта в подогреватель от насоса; 15-отвод нефтепродукта на рециркуляцию; 16-трехходовой клапан; 17-запорный клапан; "А"-пополнение бака 1 пресной водой; "Б"-удаление шлама.

Принцип работы системы сепарирования АЛЬФАКС достаточно понятен из приведенной схемы. Тем не менее поясним некоторые факторы. Соленоидные клапаны 3,4,5,6 управляют всеми этапами частичной выгрузки по назначенной программе. Соленоидный клапан 7 управляет трехходовым клапаном 16 с помощью энергии сжатого воздуха. Возможен частичный сброс подогретого топлива на рециркуляцию по трубопроводу 15, а также полное прекращение подачи топлива к сепаратору.

Эффективность работы сепаратора существенно зависит от правильного выбора регулировочной шайбы 2 (см. рис.4.2). Ее выходное отверстие обеспечивает необходимое положение "нейтрального слоя", диаметр которого $D_{нс}$ дол-

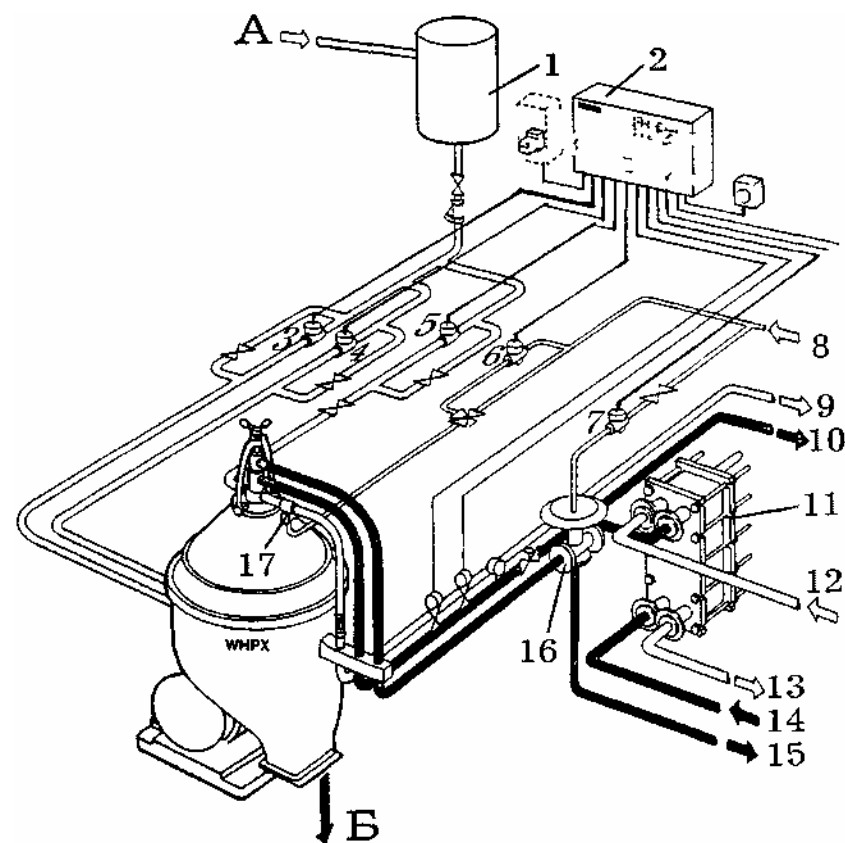


Рис 4.3 Автоматическая система сепарирования АЛЬФАКС.

жен быть примерно равным наружному диаметру пакета тарелок 7, но не более наружного диаметра верхней тарелки 6 во избежание прорыва топлива в кольцевой канал отсепарированной воды.

Уменьшение D_{nc} также нежелательно, т.к. при этом уменьшается сепарирующая поверхность тарелок. И возможен выход топлива с водой. Регулировочная шайба с нужным выходным отверстием подбирается в зависимости от плотности и вязкости сепарируемого нефтепродукта, но также нужно учитывать и скорость его потока.

Поэтому фирма Альфа - Лаваль разработала регулятор скорости потока. Необходимая скорость потока устанавливается ручным вентилем, а далее она поддерживается постоянной с помощью пневматического клапана постоянного давления, перепускающего часть потока нефтепродукта. Постоянный перепад давлений обеспечивает постоянную скорость потока.

4.2. Автоматическая система сепарирования Алькап

Эта система является дальнейшим совершенствованием системы сепарирования АЛЬФАКС. Ее основное назначение - очистка тяжелого топлива с удельным весом до 1010 кг/м^3 ($t = 15^\circ\text{C}$) и вязкостью до 700 сСт (50°C), однако она может применяться и для других менее вязких топлив.

В состав системы АЛЬКАП входят: сепаратор серии FOPX, блок программного управления ЕРС или ІРС, микропроцессор MARST I, датчик определения воды в топливе WT 100, клапан удаления отсепарированной воды и другое оборудование.

Серия сепараторов FOPX состоит из нескольких моделей со следующими характеристиками: FOPX607 - производительность 5500 л/ч, FOPX609 - 7500 л/ч, FOPX610 - 10000 л/ч, FOPX613 - 15000 л/ч.

Конструкция сепараторов серии FOPX аналогична сепараторам серии WHPX, которые были обстоятельно рассмотрены выше (см. рис. 4.2.). Операция частичной выгрузки в

барабане сепаратора FOPX протекает аналогично барабану WHPX, т.к. устройство подвижного дна барабана такое же.

Однако существует принципиальное отличие в удалении из барабана FOPX отсепарированной воды. В этом барабане отсутствует регулировочная шайба 2 (см. рис. 4.2.). Вместо нее установлен проточный диск с отверстием постоянного диаметра.

Таким диском невозможно регулировать положение "нейтрального слоя". В то же время положительным является то, что исключается непростая процедура подбора нужной регулировочной шайбы.

В этом сепараторе удобным способом регулирования положения "нейтрального слоя" оказалось периодическое удаление отсепарированной воды с помощью автоматических устройств. Они рассматриваются ниже.

На рис 4.4. представлена схема автоматической системы сепарирования АЛЬКАП. Обозначения позиций соответствуют следующим узлам и деталям: 1-водяной бак; 2-программный блок; 3-блок управления; 4-соленоидный клапан управления клапаном 16 на выходе отсепарированной воды; 5-соленоидный клапан управления трехходовым клапаном 14, подающим топливо (масло) в сепаратор; 6-подача воздуха на управление клапанами 14 и 16; 7-выход отсепарированного топлива (масла); 8-паровой подогреватель топлива; 9-вход пара; 10-вход топлива от насоса; 11-выход конденсата; 12-выход подогретого топлива на рециркуляцию; 13-выход отсепарированной воды; 14-трехходовой клапан; 15-датчик обнаружения воды в топливе WT 100; 16-клапан с воздушным приводом; 17-соленоидный клапан подачи воды для выгрузки; 18-соленоидный клапан подачи "открывающей" воды; 19-соленоидный клапан подачи "закрывающей" воды; "А"- подача пресной воды для пополнения бака 1; "Б"- удаление шлама.

Блок 2 служит для программирования всех операций работы сепаратора. Блок 3 является управляющим. В нем анализируются сигналы датчиков и от него поступают команды на открытие соленоидных клапанов, трехходового клапана 14 и других автоматических устройств.

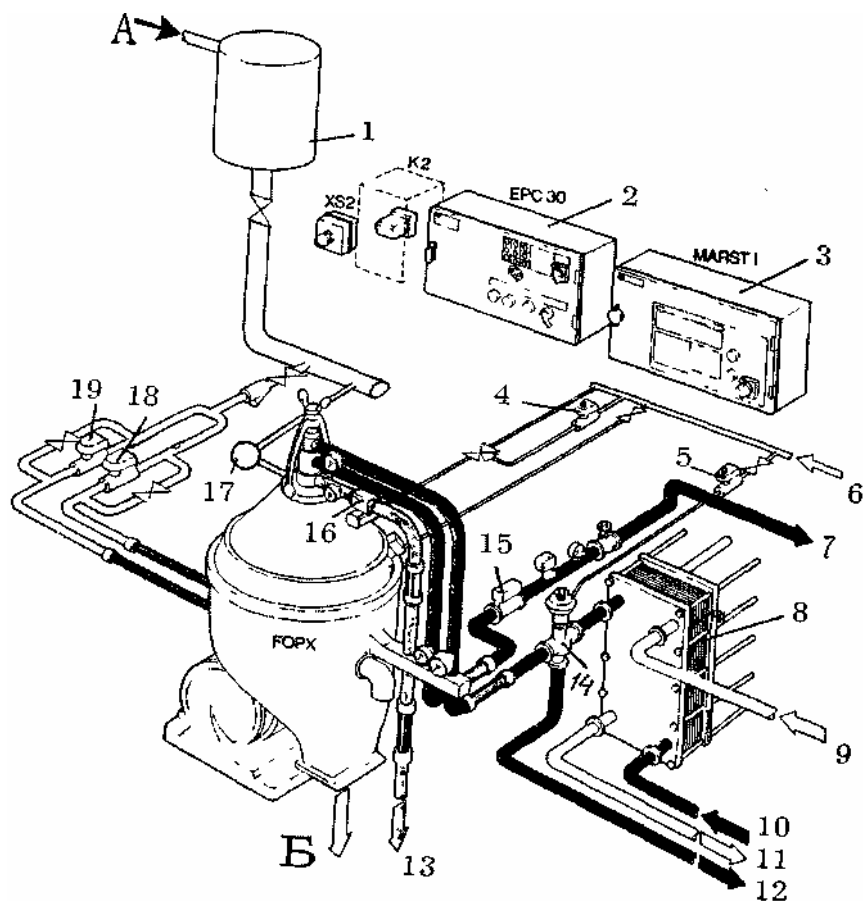


Рис 4.4 Автоматическая система
сепарирования
АЛКАП

Соленоидные клапаны 17, 18, 19 обслуживают (аналогично сепаратору WHPX) частичную выгрузку шлама и скопившейся воды из шламовой камеры. Начинается эта операция подачей воды в шламовую камеру через соленоидный клапан 17. Количество воды программируется таймером или оценивается датчиком 15. Заканчивается операция выгрузки также подачей порции воды через клапан 17 для создания гидравлического затвора. Операция длится менее 1,0 сек. Периодичность этой операции программируется на блоке 2 в зависимости от степени загрязнения нефтепродукта.

Рассмотрим процесс периодического удаления из барабана сепаратора FORX отсепарированной воды. Между частичными выгрузками сепаратор работает в режиме clarification, т.к. клапан 16 на выходе отсепарированной воды закрыт и вода скапливается в шламовой камере.

Граница топлива и воды, т.е. "нейтральный слой" постепенно смещается к центру барабана. Вначале он достигает наружного диаметра пакета тарелок, а затем начинает углубляться далее к центру барабана. При этом некоторое количество воды начинает поступать в выходной трубопровод топлива, где обнаруживается высокоточным датчиком 15. Сигнал от этого датчика поступает в управляющий блок 3 и он выдает команду на открытие соленоидного клапана 4, который подаст воздух на открытие выпускного клапана 16.

Вода из шламовой камеры удаляется под действием центробежной силы через отверстие проточного диска (установлен вместо регулировочной шайбы 2, см. рис. 4.2.) в камеру напорного диска 1, который нагнетает воду в выходной трубопровод по стрелке "Г".

По окончании установленного в программе промежутка времени соленоидный клапан 4 закрывается и клапан 16 закрывается под действием пружины.

Если запрограммированный момент выгрузки шлама из сепаратора опережает сигнал датчика 15, то скопившаяся в шламовой камере отсепарированная вода будет выброшена вместе со шламом при выгрузке.

В случае значительного обводнения исходного нефтепродукта возможно двух и трёхкратное удаление воды путём открытия клапана 16, но при пятикратном удалении, про-

грамма останавливает сепаратор и включается сигнализация.

Датчик 15 емкостного типа. Он оценивает с высокой точностью изменение диэлектрической постоянной чистого нефтепродукта. Точность измерения - 0, 05%, при содержании воды в продукте до 10% . Автоматическая система удаления воды включается в действие, когда превышает установленный предел ее содержания в отсепарированном продукте (например, 0,2%).

При выгрузках и удалении воды подача нефтепродукта и его очистка в сепараторе не прерывается. Подача прекращается только в аварийных ситуациях, например, при обесточивании блока управления, падении давления воздуха в системе, отсутствии разгрузки барабана, очень высоком содержании воды в нефтепродукте, повышенной вибрации, отклонении от установленных пределов давления нагнетания нефтепродукта.

В этих случаях соленоидный клапан 5 открывает подачу воздуха на трехходовой клапан 14, который перепускает топливо по трубопроводу 12 на рециркуляцию, т.е. на всасывание насоса.

Автоматическая система управления регистрирует ряд других параметров и сигнализирует об их отклонениях от установленной нормы, но не прерывает работу сепаратора.

Опыт эксплуатации автоматических систем сепарирования в целом положителен, однако имеются факты их отказов. Причины - недостаточная надежность автоматических устройств. Они требуют грамотного техобслуживания и должны быть в наличии ЗИП.

Глава 5. СЕПАРАТОРЫ СЕРИИ ММРХ

Фирма Альфа-Лаваль разработала сепараторы серии ММРХ. Они предназначены для сепарирования дизельного и тяжелого топлива вязкостью до 380 сСт., а также смазочного масла, применяемых в небольших дизельных отделениях рыбопромысловых судов, каботажного и внутреннего плавания.

Номинальная производительность сепаратора ММРХ-303 равна 1700л/ час, а ММРХ 304-2900 л/ час.

Характерными особенностями сепараторов этой серии являются:

- компактная установка (занимаемая площадь-1,0м²);
- плоскоременная передача вращения от электродвигателя к вертикальному валу, отсутствует горизонтальный вал и винто-червячная передача, что упрощает конструкцию;
- резиновые амортизаторы верхнего подшипника вертикального вала вместо пружинных амортизаторов;
- встроенный бак рабочей воды для управления подвижным дном барабана;
- прямая подача воды для гидравлического затвора под регулировочную шайбу в шламовую камеру;
- большие углы тарелок сепаратора и шламовой камеры, повышающие эффективность выгрузки шлама;
- общий выход отсепарированного шлама и грязной воды в шламовую емкость;

Сепараторы серии ММРХ сконструированы так, что основные их детали взаимозаменяемы, различие заключается в размерах барабана.

Наличие резиновых амортизаторов упрощает балансировку сепаратора в случае замены изношенных деталей на запасные.

На рис. 5.1 представлена схема компоновки сепаратора серии ММРХ. Обозначения позиций соответствуют следующим деталям и узлам:

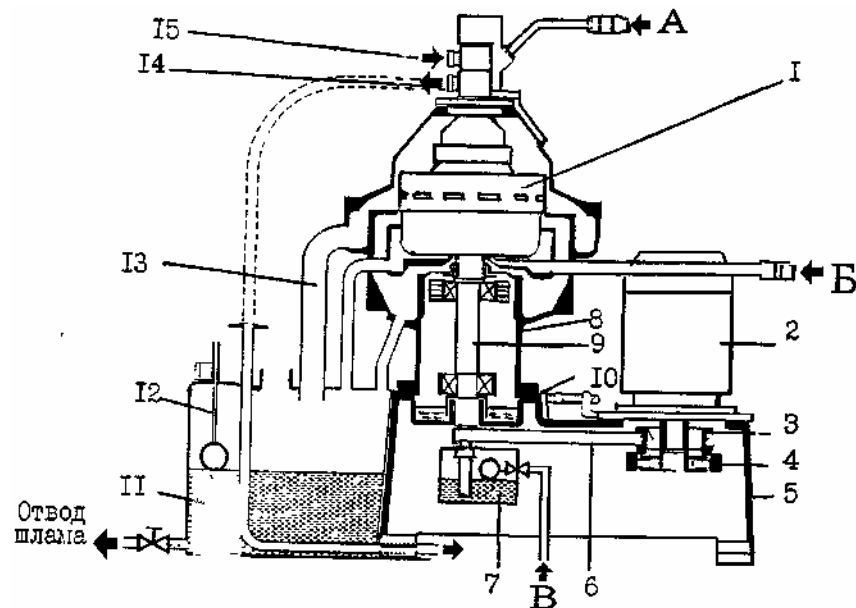


Рис 5.1 Схема компоновки сепаратора серии MMPX.

1-барабан сепаратора; 2-электродвигатель; 3-шкив электродвигателя; 4-фрикционная муфта; 5-станина сепаратора; 6-плоскоременная передача; 7-водяной бак; 8-корпус подшипников вертикального вала; 9-вертикальный вал; 10-приспособление для натяжения ремня; 11-шламовая ёмкость; 12-указатель уровня; 13-патрубок слива шлама; 14-отвод отсепарированного топлива; 15-вход топлива; "А"- вход воды для водяного затвора и разгрузки барабана, "Б"-вход "открывающей" воды, "В" - подвод воды.

Конструкция барабана сепаратора MMPX показана на Рис. 5.2. Обозначения позиций соответствуют следующим деталям:

1-центральный патрубок подачи топлива; 2-напорный диск; 3-пакет тарелок сепаратора; 4-подвижное дно; 5-выпускные сопла; 6-управляющее кольцо; 7-вертикальный вал; 8-водяной бак; 9-поплавковый регулятор уровня; 10- винтовая крылатка; 11- разгрузочные отверстия; 12-шламовая камера; 13- верхняя тарелка; 14-отверстия для выхода отсепарированной воды; 15-регулирующая шайба; 16-защитная тарелка; "А" - вход воды для затвора и выгрузки барабана; "Б"- вход "открывающей" воды; "В"- вход воды для пополнения бака 8.

Вода по стрелкам "А", "Б", "В" поступает по общей трубе от внешнего источника.

Сепаратор работает в режиме пурификации. Топливо подаётся по центральному неподвижному патрубку 1 под нижнюю тарелку, проходит через отверстия в ней в пакет тарелок 3. Очищенное топливо движется к центру барабана и неподвижным напорным диском 2 (насажен на патрубок 1) нагнетается в выходной трубопровод. Шлам скапливается в камере 12 на периферии барабана. Отсепарированная вода скапливается также в шламовой камере 12, а её избытки удаляются под действием центробежных сил через регулировочную шайбу 15 и выпускные отверстия 14 наружу в шламовую ёмкость .

Выходное отверстие регулировочной шайбы 15 подбирается так, чтобы граница водяного затвора ("нейтральный" слой) поддерживалась на уровне наружного диаметра пакета тарелок 3, который меньше наружного диаметра верхней тарелки 13.

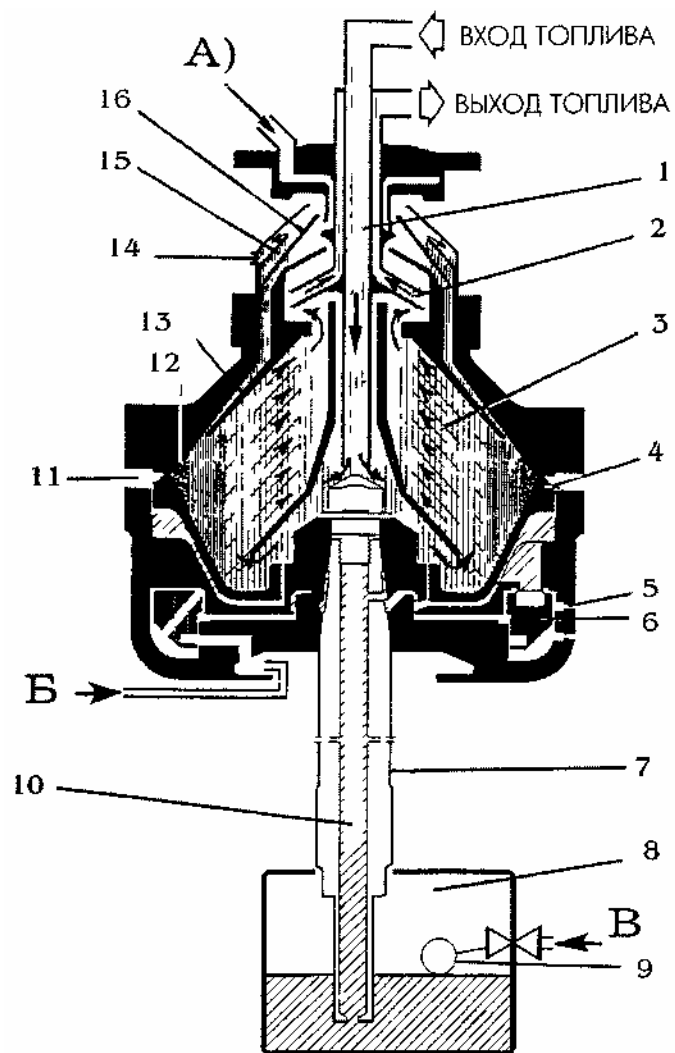


Рис 5.2 Конструкция барабана сепаратора серии ММРХ.

В этом сепараторе применяется прогрессивный способ частичной выгрузки барабана, который заключается в том, что шламовая камера разгружается от шлама и воды не полностью, а примерно на 70%. Часть грязной воды остается в шламовой камере. Она сохраняет остаток гидравлического затвора и таким образом сокращает процесс разгрузки, а главное предотвращает попадание топлива в разгружаемый поток шлама и воды.

Этот процесс аналогичен рассмотренному выше процессу в сепараторе WHPX. Однако имеется отличие в конструкции подвижного дна барабана сепаратора ММРХ.

Рассмотрим особенности его работы. При обычной работе барабан закрыт, т.е. подвижное дно находится в верхнем положении. Оно удерживается давлением воды в камере под ним. Вода подается в эту камеру под давлением винтовой крылатки 10, находящейся внутри вращающегося вертикального вала 7.

Для опускания подвижного дна 4 вниз служит управляющее кольцо 6. К этому кольцу снизу по каналу "Б" подводится под давлением "открывающая" вода, которая поднимает кольцо 6 вверх. При этом перекрывается радиальный канал, по которому поступала "закрывающая" вода от крылатки 10 в камеру под подвижным дном, но открываются выпускные сопла 5. Подвижное дно 4 под действием собственного веса и центробежных сил вращающейся массы внутри барабана быстро опускается вниз, выжимая воду из камеры под ним через сопла 6. Открываются разгрузочные отверстия 11 и через них резко (со специфичным звуком) выбрасывается шлам с водой из шламовой камеры.

Управляющее кольцо 6 опустилось вниз вместе с подвижным дном 4 и заняло свое первоначальное положение. При этом оно открыло радиальный канал для поступления "закрывающей" воды от крылатки 10 и закрыло выпускные сопла 5. Подвижное дно 4 поднимается вверх и закрывает барабан.

Далее в барабане должен быть создан гидравлический затвор. Для этого вода поступает через специальный патрубок по стрелке "А" непосредственно в шламовую камеру

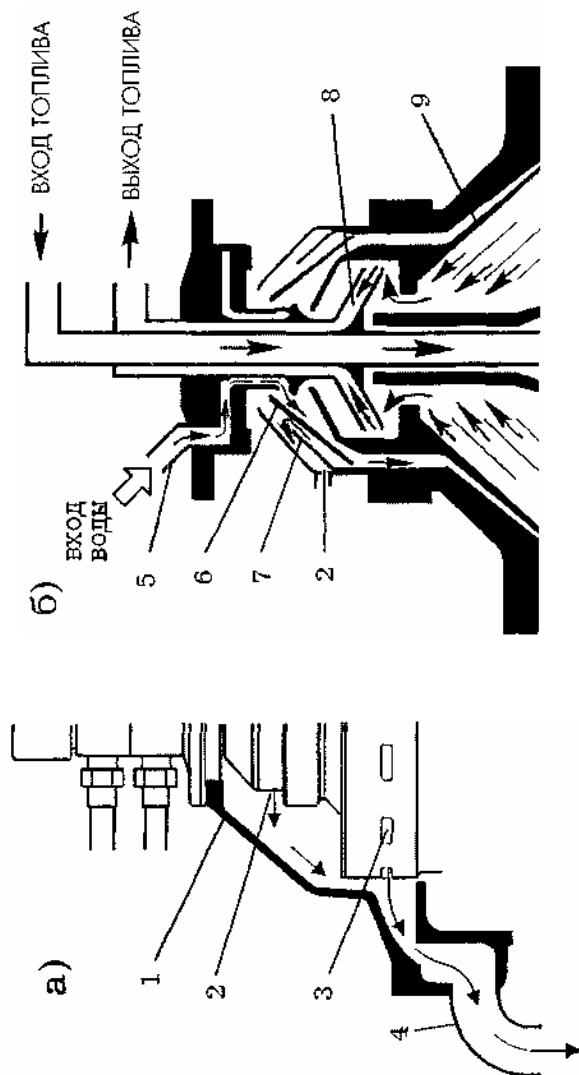


Рис 5.3 Схема отвода шлама и отсепарированной воды (а) и подвода (отвода) топлива и воды (б): 1-крышка сепаратора; 2-отверстия для выхода отсепарированной воды; 3-разгрузочные отверстия для выхода шлама; 4-патрубок для отвода шлама и грязной воды; 5-штуцер для подачи воды; 6-защитная тарелка; 7-регулировочная шайба; 8-напорный диск; 9-верхняя (разделительная) тарелка.

12. Защитная тарелка 16 предотвращает выход этой воды через отверстия 14.

На рис. 5.3 показано более детально (стрелками) направление потоков отсепарированной воды и шлама, а также топлива и чистой воды.

Частичная выгрузка начинается временным перекрытием топлива и подачи чистой воды через патрубок 5 (см. Рис. 5.3, б) в шламовую камеру под регулировочную шайбу 7 и защитную тарелку 6. При этом "нейтральный слой" (граница разделения воды и топлива) смещается к центру барабана.

Затем по каналу "Б" (см. Рис. 5.2.) подается "открывающая"-вода, барабан открывается и происходит частичная выгрузка.

При этом "нейтральный" слой быстро смещается к периферии барабана. Однако он не должен выходить за пределы наружного диаметра внешней разделительной тарелки 9 во избежание прорыва топлива в патрубок 2 вместе с отсепарированной водой.

В завершение процесса частичной выгрузки барабан закрывается, а вода продолжает поступать через патрубок 5 в шламовую камеру для создания нормального гидравлического затвора. После этого открывается подача топлива на сепаратор и продолжается процесс сепарирования. Полный цикл частичной выгрузки барабана совершается при ручном управлении за (5-6) с.

По желанию пользователя фирма АЛЬФА-ЛАВАЛЬ может поставить к сепаратору ММРХ комплект автоматического стандартизованного оборудования, которое было рассмотрено выше в системах АЛЬФАКС или АЛЬКАП.

Рассмотрим еще некоторые устройства сепаратора ММРХ.

На рис. 5.4 показана плоскоременная передача и фрикционная муфта.

Передача крутящего момента от электродвигателя 3 к вертикальному валу 1 барабана сепаратора осуществляется через фрикционную муфту 6.

При вращении вала электродвигателя фрикционные подушки 7, находясь в своих посадочных местах, прижима-

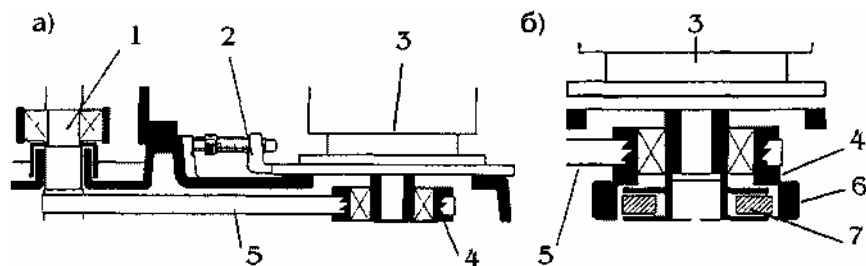


Рис 5.4 Плоскоременная передача (а) и фрикционная муфта (б). 1-вертикальный вал сепаратора; 2-приспособление для натяжения ремня; 3-электродвигатель; 4-шкив; 5-плоский ремень; 6-фрикционная муфта; 7-подушки фрикционной муфты.

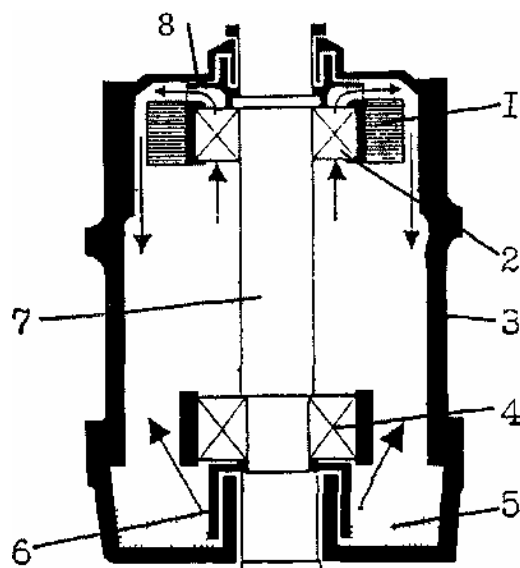


Рис 5.5 Корпус подшипников вертикального вала. 1-резиновый амортизатор; 2-верхний подшипник; 3-корпус подшипников; 4-нижний подшипник; 5-картер масла; 6-масляный насос; 7-вертикальный вал; 8-вентилятор.

ются под действием центробежных сил к внутренней поверхности муфты 6 и раскручивают ее совместно со шкивом 4 и ремнем 5.

Со временем плоскоременная передача требует натяжения. Для этой цели на станине имеется приспособление 2.

Одним из важных узлов любого сепаратора является вертикальный вал, от которого в большей степени зависит надежность работы всего сепаратора. Представляет интерес конструкция вертикального вала сепаратора ММРХ. Его назначение заключается не только в передаче крутящего момента барабану, но также и в приводе насоса рабочей воды для закрытия подвижного дна барабана. Кроме того на нем смонтирован масляный насос для смазки подшипников и вентилятор.

На рис. 5.5 показан корпус подшипников вертикального вала. Вал 7 удерживается в двух подшипниках: верхнем 2 и нижнем 4. Подшипники заключены в корпус 3, на вале насажен масляный насос 6, который погружен в масляную ванну 5. При вращении вертикального вала насос создает масляный туман.

В верхней части вала имеется вентилятор 8, который всасывает масляный туман через верхний подшипник 2, и далее возвращает масло мимо резинового амортизатора 1 в масляную ванну 5. Таким способом происходит смазка подшипников.

Верхний подшипник 2 заключен в резиновый амортизатор 1, который гасит вибрацию вертикального вала. Поэтому практически, нет необходимости в балансировке барабана при замене запасных частей. Данная конструкция амортизатора обеспечивает продолжительную работу барабана.

Возможны следующие характерные эксплуатационные неполадки в работе сепараторов серии ММРХ:

- износ уплотняющих прокладок и деталей, которые могут быть заменены по мере необходимости запасными. К ним относятся: уплотнительные резиновые кольца, нейлоновое уплотнительное кольцо крышки барабана.
- обрыв ременной передачи,
- износ резиновых амортизаторов верхнего подшипника,
- поломка или износ шарикоподшипников.

Глава 6. СЕПАРИРОВАНИЕ ТОПЛИВА И МАСЛА

В целях повышения рентабельности эксплуатации судов для тихоходных двигателей в качестве топлива применяют топочный мазут, поэтому подготовка топлива для двигателя в судовых условиях имеет чрезвычайно важное значение.

При проведении топливоподготовки необходимо учитывать влияние многих характеристик топлива на работу силовой установки, в особенности тех, которые в судовых условиях можно улучшить.

Известны следующие характеристики тяжёлых топлив:

1. Вязкость. Качество очистки и производительность сепаратора во многом зависят от вязкости сепарируемого топлива. Практика показала, что вязкость при температуре сепарирования не должна быть выше 2 - 4 ° ВУ. Вязкость оценивается разными единицами: секунды Сейболта, секунды Редвуда, кинематическая вязкость (сантистоксы - сСт), условная вязкость (°ВУ). Вязкость топлива существенно зависит от температуры. На номограммах (рис. 6.1. и 6.2.) показаны вязкостно - температурные характеристики топлива. По ним определяется необходимая температура нагрева топлива для обеспечения требуемой вязкости при его сепарировании.

2. Температура вспышки топлива. Правила Морского Регистра устанавливают предельную температуру подогрева топлива в открытых системах на 15°С ниже температуры вспышки топлива.

3. Вода. Снижение содержания воды в топливе является одной из основных задач сепарирования.

4. Коксуемость. При сепарировании коксуемость топлива несколько снижается за счёт выделения части асфальто - смолистых веществ.

5. Механические примеси. Под таковыми понимают инородные тела неорганического происхождения. Они пред-88

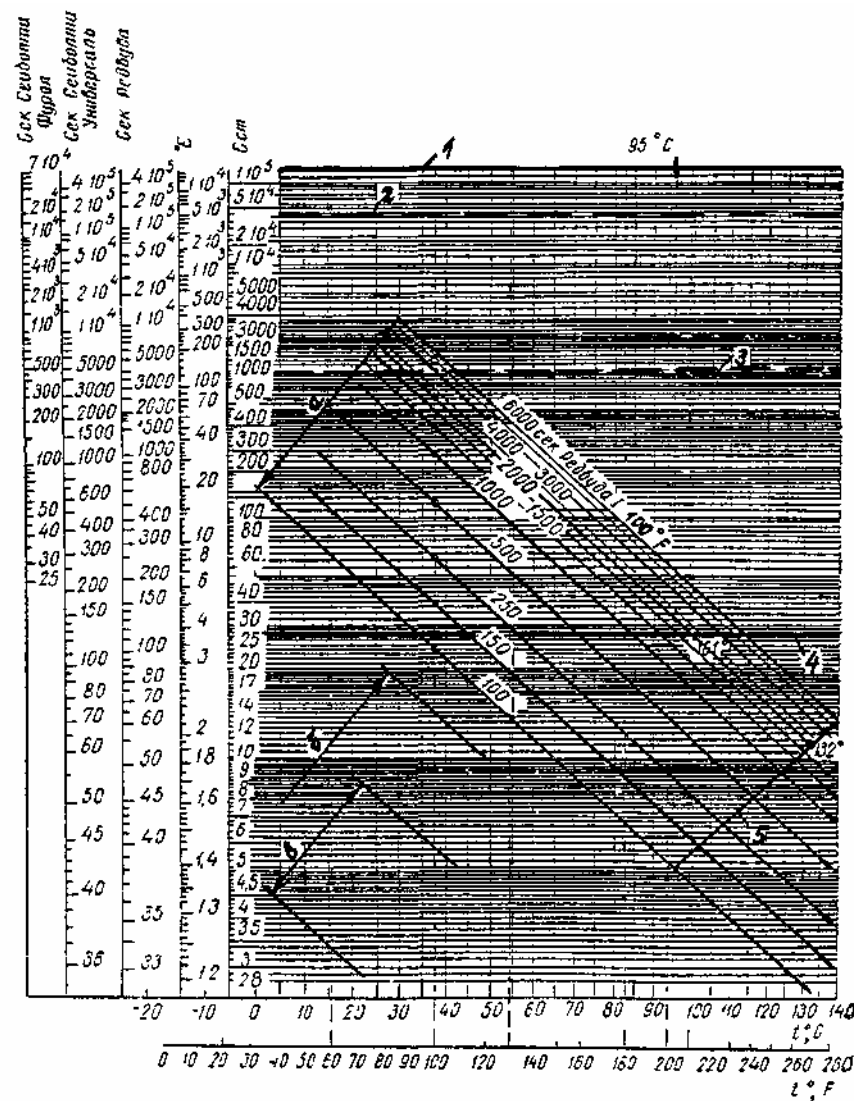


Рис 6.1 Вязкостно—температурные характеристики топлива. 1-приблизительная вязкость загустения; 2-приблизительная вязкость каплепадения; 3-вязкость, при которой перекачивание топлива затруднительно; 4-наибольшая допустимая вязкость при впрыске; 5-верхний предел подогрева: а-тяжелое топливо; б- дизельное топливо; в- газойли.

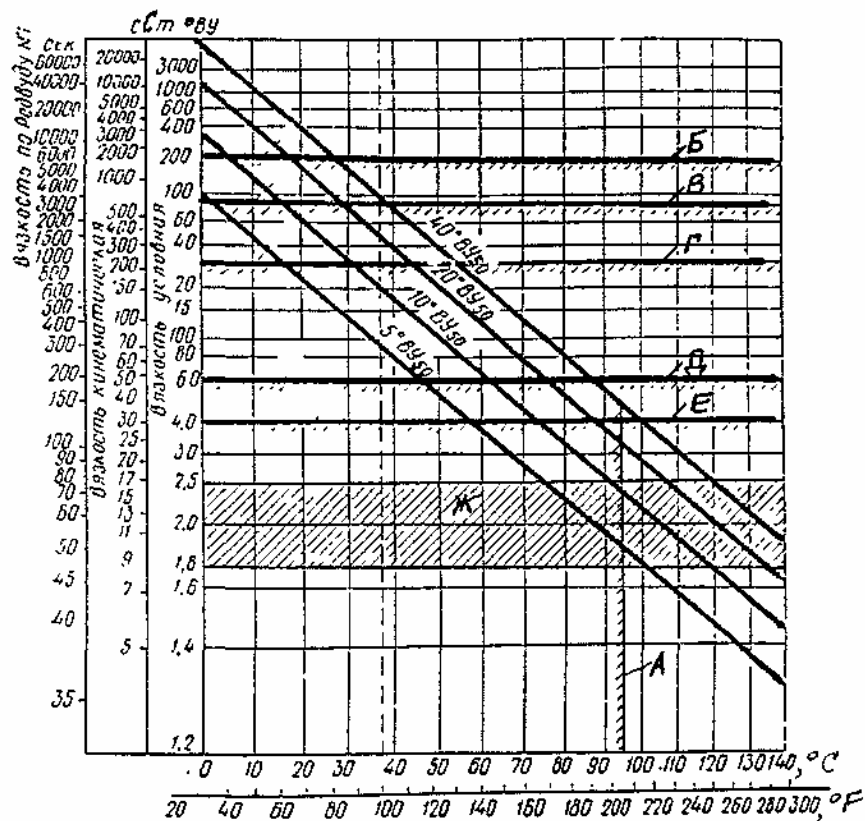


Рис 6.2 Номограмма зависимости вязкости топлива от температуры подогрева
 А- верхний предел температуры подогрева топлива в открытой системе; Б и В-
 верхние границы вязкости топлива; Б- при перекачивании винтовыми и шестеренными насосами; В- при перекачивании поршневыми и плунжерными насосами; Г- при перекачивании центробежными насосами; Д- при сепарации; Е- при впрыске в цилиндр дизеля; Ж- область, соответствующая оптимальной вязкости топлива при впрыске в цилиндр дизеля.

ставляют собой продукты коррозии, соли буровых вод, песок и др.

Снижение содержания механических примесей в топливе - важная задача сепарирования.

6. Смолистые вещества. Образование и присутствие в нефтепродуктах смолистых и асфальтовых веществ объясняется окислением и полимеризацией (укрупнением молекул) углеводородов нефти и нефтепродуктов. При сепарировании будут выпадать в первую очередь вещества, находящиеся в грубо взвешенном состоянии. Количество асфальто - смолистых веществ растёт с увеличением вязкости топлива. Это важное обстоятельство следует иметь в виду т.к. засорение барабана ускоряется и его разгрузку надо выполнять чаще.

7. Осадкообразование. В общем виде осадки будут представлять смесь асфальто - смолистых веществ, неорганических механических примесей, парафина и воды.

8. Зола. В золе топлива присутствуют почти все элементы периодической системы. Их влияние на износ и коррозию существенно. Содержание золы в тяжёлых топливах обычно не превышает 0,3% и колеблется в среднем около 0,1%. Однако такого количества достаточно, чтобы вызвать повышенные износы и отложения в дизелях, занос и коррозию проточных частей газовых турбин.

9. Сера. Она является нежелательным элементом топлива, однако снизить её содержание путём сепарирования практически нельзя.

10. Плотность топлива. Эксплуатационная практика показала, что для успешной очистки топлива от загрязняющих веществ разница их плотностей при температуре сепарирования должна составлять не менее 3%, а лучше 5%. При меньшей разнице плотностей сепарирование затрудняется.

Таким образом, из вышеприведенного анализа свойств топлива можно сделать практические выводы для оптимального варианта его очистки. Можно значительно улучшить его качество за счёт снижения содержания воды, асфальто - смолистой взвеси, механических примесей и, как следствие, зольности. Остальные характеристики топлива при сепарировании не изменяются.

Основные требования к качеству топлива эксплуатационники предъявляют к его изготовителю. Это - требования к температуре вспышки, содержанию неорганических кислот и щелочей, вязкости, плотности, теплотворной способности, содержанию серы, ванадия и т.д. При этом не всегда целесообразно предъявлять высокие требования к таким характеристикам топлива, как содержание воды, золы и механических примесей, поскольку эти требования приводят к повышению стоимости топлива. Даже высококачественное топливо всё равно придётся на судне подвергать очистке из-за неизбежных загрязнений при транспортировке и хранении.

При подготовке сепаратора к работе определяют оптимальную вязкость топлива и режим работы сепаратора. Если применяют режим пурификации, то выбирают необходимый диаметр регулировочной шайбы. Для этого используют таблицы или диаграммы.

В таблице 6.1. приведены размеры регулировочных шайб для сепаратора MAPX207S - 00, а в таблице 6.2. - для сепаратора MAPX309B - 00.

Диаметр отверстия регулировочной шайбы зависит от плотности топлива и температуры сепарирования.

Таблица 6.1.

Диаметр отверстия регулировочной шайбы	Удельный вес топлива, температура очистки	
	55°C	80-100 °C
мм		
83	0,983-0,972	0,982-0,976
86	0,972-0,958	0,976-0,961
90	0,958-0,936	0,961-0,940
95	0,936-0,909	0,940-0,914
101	0,909-0,873	0,914-0,879
109	0,873-0,825	0,879-0,831
119	0,825	0,831

Таблица 6.2.

Диаметр отверстия регулировочной шайбы, мм	Удельный вес топлива	
95	1,004-0,998	1,007-1,001
98	0,998-0,989	1,001-0,992
102	0,989-0,978	0,992-0,980
107	0,978-0,959	0,980-0,962
116	0,962-0,930	0,962-0,933
127	0,930-0,891	0,933-0,895
140	0,891-0,829	0,895-0,827

Рекомендуются следующие температуры сепарирования нефтепродуктов:

- смазочные минеральные масла - до 80°C;
- дизельное топливо около - 50°C;
- тяжёлое топливо - 80-95°C.

Для выбора регулировочных шайб существуют также диаграммы. На рис. 6.3 показана (в качестве примера) диаграмма для выбора регулировочной шайбы (сепаратор MAPX 207S-00). Приведём примеры пользования этой диаграммой:

Пример 1. При $t_0 = 15^\circ\text{C}$ удельный вес нефтепродукта равен 0,870, температура сепарирования - $t_c = 55^\circ\text{C}$: диаметр регулировочной шайбы составит 109 мм (т. А).

Пример 2. При $t_0 = 35^\circ\text{C}$ удельный вес нефтепродукта равен 0,895, температура сепарирования - $t_c = 70^\circ\text{C}$: диаметр регулировочной шайбы составит 101 мм (т. Б).

При отсутствии таблиц и графиков в процессе эксплуатации сепараторов производят подбор регулировочных шайб следующим образом: вначале устанавливают шайбу с меньшим диаметром, а далее устанавливают шайбы с возрастающим диаметром до тех пор, пока из отверстия шайбы не начнёт вытекать топливо вместе с водой.

Это означает, что данный диаметр является предельно большим, теперь надо установить шайбу с предыдущим диаметром отверстия.

Такой эксплуатационный способ подбора регулировочной шайбы оправдан. Он является и проверочным, т.к. таб-

лицы и графики не дают точных значений. Они не учитывают содержание воды, сопротивления каналов на линии воды, топлива и т.д.

В любом случае необходимо помнить, что с увеличением диаметра регулировочной шайбы поверхность раздела фаз топливо - вода, т.е. "нейтральный слой" перемещается к периферии барабана. Если же он достигает края верхней разделительной тарелки, то через отверстие регулировочной шайбы начнет вытекать топливо вместе с водой.

При уменьшении диаметра регулировочной шайбы "нейтральный слой" будет перемещаться к оси вращения барабана. При этом снижается эффективность сепарирования, т.к. уменьшается рабочая площадь тарелок. Кроме того увеличивается содержание воды в чистом топливе.

Процесс сепарирования смазочных масел имеет некоторые особенности.

Требование к смазочным маслам силовых установок определяется их основным назначением - уменьшить износ трущихся поверхностей двигателя (механизма), обеспечить охлаждение и уплотнение некоторых узлов и деталей.

В процессе работы масло под воздействием высоких температур, контактного эффекта при трении и других физико - химических процессов подвергается разложению, окислению и полимеризации. В результате в нём возрастает содержание асфальто - смолистых веществ, которые могут привести к повышенному износу деталей и закупорке каналов масляной системы. Со временем в масле увеличивается содержание воды, зольность, асфальто - смолистые и неорганические частицы, кислотность. Они изменяют паспортные характеристики масла.

Для восстановления и улучшения основных показателей масла в судовых условиях применяют его обработку методом сепарирования.

Эффективность маслоочистки во многом зависит от производительности сепаратора. Масло в двигатель поступает не из сепаратора, а из общей цистерны (картера). Из неё отбирается на сепарирование грязное масло и в неё слива-

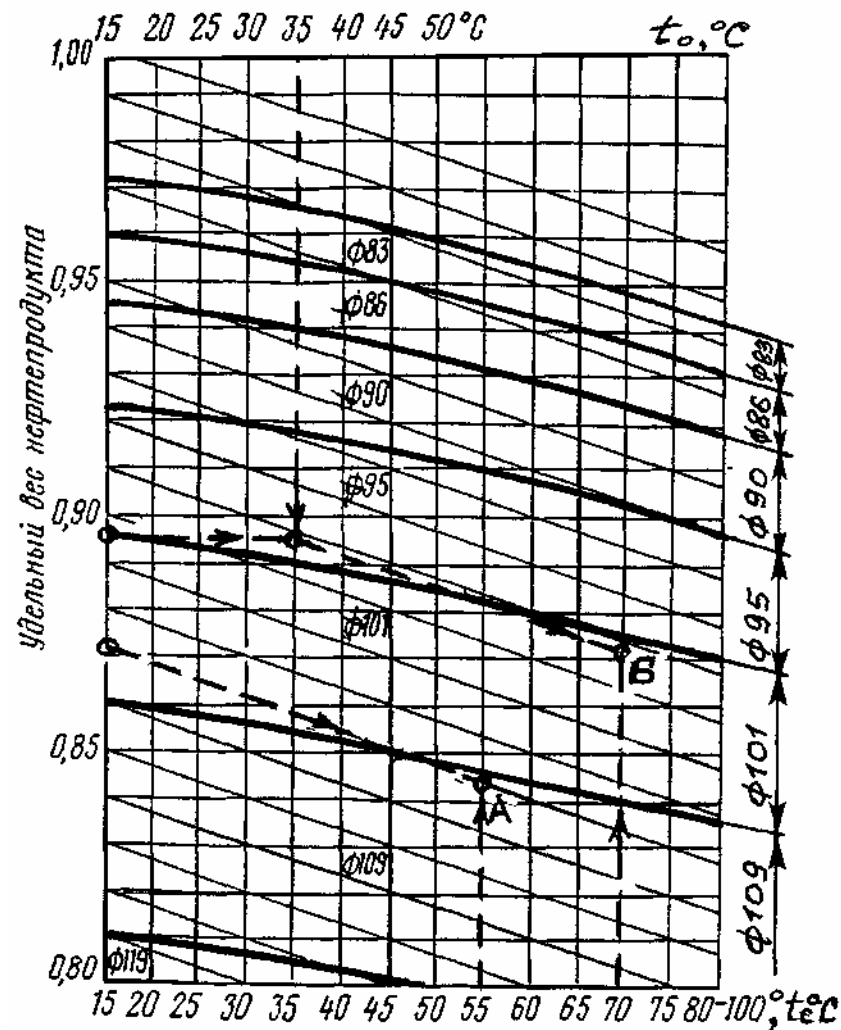


Рис 6.3 Диаграмма для выбора регулировочной шайбы (сепаратор MAPX 207S-00).

ется после сепарирования чистое масло, поэтому основное значение имеет не качество очистки масла и не содержание примесей в нём после сепаратора, а общее содержание загрязнений в системе.

Действительно, если сепаратор работает с большой производительностью, то качество очистки масла снижается и, хотя он успевает в единицу времени обработать большое количество масла, общий уровень загрязнений в цистерне остаётся высоким. Если же уменьшить производительность сепаратора, то качество его очистки возрастёт. Однако даже очень хорошая очистка небольшого количества масла, которое смешивается с общим количеством масла в картере, не даёт желательных результатов и общий уровень загрязнений также остаётся высоким. Таким образом, важен подбор надлежащей производительностью сепаратора.

Фирма Альфа - Лаваль считает, что максимальная производительность сепаратора не является решающим фактором с точки зрения очистки масла.

Наилучшая очистка масла достигается при некоторой "оптимальной" производительности сепаратора, приблизительно равной $1/3$ от максимальной. При большем снижении производительности сепаратора качество очистки ухудшается, что объясняется падением температуры сепарируемого продукта в барабане из-за возросших удельных потерь тепла с теплоотдачей в окружающую среду.

Фирма рекомендует два режима работы сепаратора в байпасной системе (параллельное включение сепаратора):

1-й режим - сепаратор работает с максимальной производительностью в аварийных случаях, когда из-за неисправности силовой установки в масло начинает поступать большое количество воды.

2-й режим - сепаратор работает с оптимальной производительностью, равной $1/3$ от максимальной, при нормальных условиях работы для достижения наилучшей очистки масла.

Практически оптимальную производительность, соответствующую наилучшей очистке, определяют следующим образом из трёх вариантов:

- масло обрабатывают в течение 12 часов при рекомендованной производительности ($1/3$ от максимальной), а затем барабан вскрывают и определяют количество отложившегося за это время шлама;
- увеличивают производительность сепаратора на 10% от первоначальной (от $1/3$ максимальной) и вновь при тех же условиях работы сепаратора определяют количество шлама;
- обрабатывают масло при тех же условиях (время, температура, добавка воды), но с пониженной на 20% от максимальной производительности сепаратора и также определяют количество выделившегося шлама.

Производительность, при которой выделится наибольшее количество шлама и будет оптимальной для данного варианта.

Многие смазочные масла модифицируются различными присадками, причём большинство из этих присадок обладают моющими (диспергирующими) свойствами. Моющее действие таких масел заключается не столько в устранении (смывании) уже образовавшихся отложений, а в основном для предотвращения их образования.

Большинство применяемых присадок маслорастворимы или находятся в состоянии коллоидной суспензии. В судовых сепараторах под действием центробежных сил они, как правило, не выделяются.

Углеродистые частицы находятся во взвешенном высокодисперсном состоянии до тех пор, пока действует присадка. Масло в связи с этим приобретает тёмный цвет. Он не изменяется при сепарировании и не является признаком плохой очистки масла.

Вследствие того, что моющие масла образуют стойкие эмульсии, значительно затрудняется их очистка от попавшей в масло воды. Поэтому на основе эксплуатационного опыта сепарации смазочных масел с присадками в судовых условиях некоторые фирмы предлагают следующие рекомендации:

- сепарировать масло в режиме пурификации одновременно с работой двигателя, а после его остановки ещё 12 часов;

- производительность сепаратора устанавливать оптимальной (1/3 от максимальной);
- применять следующие температуры сепарирования: для турбинных масел около 75°C;
- моющих масел около 80°C;
- при сепарировании масел с присадками следует добавлять 1% горячей воды с температурой на 5°C выше температуры масла.

Приложения

Характеристики сепараторов фирмы Альфа - Лаваль

Таблица 7.1

Марка сепаратора	Производительность при вязкости топлива ВУ, л/час		Число оборотов барабана, об/мин	Мощность эл. двигателя, кВт	Объем грязевой камеры, л	Количество тарелок, шт	Зазор между тарелками, мм
	2°	6°					
MB 1200	375	120	9130	0,5	0,2	33	0,6
MB 1300	850	270	8340	1,0	0,8	48	0,7
MB 1400	1750	560	730	1,1	1,2	43	0,7
MB 1500	3000	970	7250	2,0	2,0	63	0,7
MB 1700	5000	1600	6180	2,6	4,0	64	0,8
VJB 2900	10000	3200	6110	6,0	9,8	97	0,8
HVB310	11000	3500	5670	8,0	12,6	100	0,9
MPX207-00	5000	1600	6150	7,5	4,0	93	0,75
MPX309-00F	8000	2800	5670	9,2	7,1	114	0,75
MAPX205T-00	4350	3000	5670	5	1,4	44	0,70
MAPX207S-00	5750	3500	6150	5,5	4	93	0,75
MAPX210T-00	12500	7500	6180	11	6	81	0,80
MAPX313T-00	19000	11000	5620	20	13	104	0,90

Характеристики сепараторов фирмы Вестфалия

Таблица 7.2

Марка сепаратора	Производительность при вязкости топлива ВУ л/сил		Число оборотов барабана, об/мин	Мощность эл двигателя, кВт	Объем грязевой камеры, л
	2°	6°			
МOC 211	280	100	7500	1,0	0,3
МOC 515	600	120	9700	1,5	0,8
МOC 1015	1500	500	7600	2,0	1,7
МOC 2015	2600	670	7200	4,0	3,1
МOC 40 15	5000	1700	6000	6,2	6,2
МOC 8015	7500	2880	5500	8,2	10,0
OG 2016	3000	980	8400	5,0	3,1
OG 4016	5000	1700	7000	7,5	5,5
OG 8016	10000	3300	6500	10,0	8,0
AOC 2016	3000	1050	7500	7,0	2,55
APC 4016	5000	1680	6500	10,0	5,5

Характеристики сепараторов фирмы «Титан»

Тип сепаратора	Номинальная производительность при вязкости 2° ВУ, л/ч	Производительность при вязкости 6° ВУ, л/ч	Число оборотов барабана, об/мин	Мощность двигателя, кВт	Габариты, мм			Вес сухого агрегата, кг	Количество тарелок при расстоянии между ними 0,45—3 мм	Грязевое пространство, л
					Длина	Ширина	Высота			
CM1300	1300	450	8000	1,25	Данные отсутствуют То же			340	40	0,8
CM1500	2200	770	7000	1,69				445	55	1,8
CM1700	3590	1220	8400	2,94	-			625	70	3,8
CM1800	5000	1748	6000	2,94				540	90	4,8
CNS66	3000	1040	6200	3,63	1165	630	1325	750	82	7,0
CNS70	5000	1740	6000	7,35	1280	700	1465	1165	112	9,0

Таблица 7.3

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Общие сведения.	
Принцип действия сепаратора	4
Глава 2.	
Сепараторы фирмы Альфа - Лаваль (серия MAPX)	15
2.1. Компоновка сепараторов	15
2.2. Вертикальные валы сепараторов	18
2.3. Горизонтальный вал с фрикционной муфтой	26
2.4. Барабан сепаратора	30
2.5. Техническое обслуживание сепараторов ..	40
Глава 3.	
Сепараторы фирм Титан, Вестфалия и Шарплес	48
3.1. Сепараторы фирмы Титан	48
3.2. Сепараторы фирмы Вестфалия	53
3.3. Сепараторы фирмы Шарплес	57
Глава 4.	
Автоматические системы сепарирования фирмы Альфа - Лаваль (Альфакс и Алькап)	66
4.1. Автоматическая система сепарирования Альфакс	66
4.2. Автоматическая система сепарирования Алькап	74
Глава 5.	
Сепараторы серии MMPX	79
Глава 6.	
Сепарирование топлива и масла	88
Приложения	99

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Материалы фирмы Альфа - Лаваль, Шарплес.*
2. *Справочник судового механика. Том 1. Под общей редакцией Л.Л. Грицкая, М.: "Транспорт", 1973.*
3. *Петров А.Л. Современные системы сепарирования нефтепродуктов. "Судоходство", 6/2000.*

Учебное пособие

СУДОВЫЕ СЕПАРАТОРЫ ТОПЛИВА И МАСЛА

С 89 СУДОВЫЕ СЕПАРАТОРЫ ТОПЛИВА И МАСЛА:
Учебное пособие /В.М. Харин, Н.Н. Кобяков, Э.В.
Корнилов; под ред. д-ра техн. наук, профессора, В.М.
Харина. - Одесса: Латстар, 2001. - 104с

ISBN 966-7553-91-4

Главный редактор
Р.М. Короткий
Художественный и технический редактор
С.Е. Ситников