



«МегаМАКС»

**МОБИЛЬНЫЙ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМЫЙ
КОМПЛЕКС ПО ОЧИСТКЕ ХРАНИЛИЩ
НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ
ОТ ДОННЫХ ОСАДКОВ**



Компания *KMT International Inc.* предлагает поставку комплекса «МегаМАКС» для очистки резервуаров-хранилищ нефти и нефтепродуктов от донных осадков, а так же прудов-шламонакопителей и аварийных шламовых амбаров от нефтесодержащих отходов. Полный Комплекс включает мобильную систему МегаМАКС и мобильную систему фазоразделения.

1. Введение

МегаМАКС – мобильная (оборудование смонтировано на трейлере, транспортируемом тягачом) и энергонезависимая (гидроприводное оборудование работает от гидростанции, получающей энергию от дизельного двигателя расположенного на трейлере) система, обладающая технологической гибкостью при высокой эффективности очистки резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов.

МегаМАКС предназначен для разжижения, извлечения и предварительного фазоразделения донных отложений при очистке от них резервуаров-хранилищ нефти и нефтепродуктов, а также прудов-шламонакопителей и шламовых амбаров от нефтешламов. **МегаМАКС** включает все необходимые для выполнения поставленной выше задачи технологические блоки и способен также обеспечить энергией различное вспомогательное оборудование, используемое в очистных работах.

МегаМАКС осуществляет высококачественную и высокоэффективную очистку объектов от нефтесодержащих отложений за счет воздействия на них горячей струи разжижающего агента под давлением до 20 Бар (изб.), сконцентрированной на локальном участке обрабатываемого отложения, а не во всем его объеме, как предлагается в других системах очистки резервуаров. В последнем случае значительно возрастают непроизводительные затраты тепла.

Все основные блоки и дополнительное вспомогательное оборудование комплекса имеют гидроприводы, питающиеся от единой гидравлической станции, расположенной на трейлере **МегаМАКСа** (в системе не используются какие либо электроприводы). Это дает возможность не только обеспечить безопасность работы системы в целом, но так же минимизировать расход дизельного топлива на работу дизельного двигателя за счет оптимального распределения нагрузок на элементы, приводимые в движение гидравлически.

МегаМАКС в сочетании с также мобильным и энергонезависимым блоком – **«Трехфазной» Центрифугой** позволяет очищать не только различные резервуары, но и пруды-отстойники нефтешламов, а также устранять аварийные проливы нефти и темных нефтепродуктов.

В качестве разжижающего агента в зависимости от объекта на котором используется. Комплекс может быть использована горячая вода, дизельное топливо или погоны.

Капитальные затраты на приобретение и эксплуатацию предлагаемого комплекса окупаются за счет стоимости получаемого продукта, извлекаемого из обрабатываемых нефтесодержащих отходов, уменьшения их объема и платы за их захоронение, сокращения сроков простоя резервуаров в период очистки и снижения вредного воздействия нефтеотходов на окружающую среду.

2. МегаМАКС – основной технологический и энергетический агрегат очистного комплекса



Фото. 1 Мобильная система МегаМАКС

2.1. Основные блоки агрегата

Все основные блоки МегаМАКСа смонтированы на двухосном мобильном трейлере с восьмью колесами 11R-225 на литых, алюминиевых дисках.

Тормозная система - пневматическая. Основные блоки МегаМАКСа закрыты съемными металлическими щитами, предотвращающими его от поломок при транспортировке и обеспечивающими в случае необходимости доступ к блокам.

Полностью теплоизолированная современными материалами, **Главная Процессная Емкость** МегаМАКСа постоянно обеспечивает необходимое для очистки количество разжижающего агента. При этом, извлеченный из очищаемого резервуара разжиженный и разогретый донный шлам сам в последующем (после естественного разделения в процессной емкости) становится разжижающим агентом и вновь используется в процессе. Эта емкость изготовлена из листовой конструкционной стали и снабжена по ходу жидкости специальными вертикальными перегородками, способствующими (за счет удлинения пути поступающего в нее на обработку потока) более полному разделению жидкой и твердой фаз, содержащихся в нем.

Выделенная из обрабатываемого потока легкая нефтяная фаза затем удаляется из емкости специальным **Скиммерным Насосом** для последующей утилизации или дополнительной очистки.

Дно емкости выполнено в виде V-образных наклонных стенок. Тяжелые твердые частицы, оседающие на дно емкости, уплотняются и затем транспортируются с помощью медленно вращающегося шнекового конвейера в зону всаса **Грязевого Насоса**, который откачивает их на последующую переработку или захоронение.

Главный Моющий Насос предназначен для подачи разжижающего агента в одно из установленных в очищаемом резервуаре разжижающих устройств, являющихся вспомогательными блоками комплекса МегаМАКС (**Роботизированную Пушку, Шламовый Экстрактор, Орбитальные Моющие Головки, Брандспойты** – их описание см. ниже). Этот насос забирает осветленный разжижающий агент из центральной части главной процессной емкости и подает его через **Фильтр Грубой Очистки в Теплообменник**. Из теплообменника жидкость либо вновь направляется в Главную Процессную Емкость, для последующего разогрева, либо направляется под высоким давлением в очищаемый резервуар для разжижения донных отложений. Разжиженный в очищаемых резервуарах донный осадок направляющийся обратно в Главную Процессную Емкость, проходит через **Вибросепаратор** где производится первая стадия его очистки от крупных твердых посторонних предметов не нефтяного происхождения (мусора, пиррофорных образований). Подача разжиженного шламового осадка на вибросепаратор производится с помощью **Бустерного Насоса**.

Все указанное выше оборудование является гидроприводным, получающим энергию от **Гидравлической Станции**, и управляется с **Центральной Панели Управления**. На этой панели установлены приборы контроля и управления работой различных элементов системы, и особенно тех, у которых регулируется скорости (насосы, сепаратор). На Центральную Панель Управления выведены так же приборы контроля каждого гидроприводного элемента (нагрузка и скорость вращения). Работа бортового **Дизель-Генератора** и рабочие параметры **Теплообменника** так же контролируются с Центральной Панели Управления.

2.2. Спецификация оборудования агрегата:

Длина	12,2 м
Ширина	2,44 м
Высота	3,96 м
Вес	28 тонн
Двигатель	Катерпиллер (Caterpillar) C-13, 330 кВт при 2200 об/мин
Топливный бак	Номинальный объем 2270 л, снабжен стеклянным указателем уровня высотой 610 мм
Главная процессная	Емкость, рассчитанная на работу под вакуумом, номинальным объемом 37,85 м ³ имеет в нижней части наклонные боковые стенки, соединяющиеся со шнековым конвейером, транспортирующим твердую фазу к грязевому насосу. Емкость снабжена приборами контроля температуры и уровня, а также плавающим скиммером. Емкость полностью теплоизолирована полиуретановой пеной и покрыта защитной виниловой пленкой.
Сетчатый сепаратор	Вибросепаратор с сеткой # 4 меш. и диаметром 1524 мм снабжен гидроприводом с регулируемой скоростью.
Главный моющий насос	Одностадийный гидроприводный центробежный насос с импеллером из нержавеющей стали и механическим уплотнением вала производительностью 68 м ³ /час при напоре 20,7 Бар (изб).

Насос скиммера	Винтовой гидроприводный насос для откачки нефти из емкости производительностью 22,7 м ³ /час при напоре 6 Бар (изб).
Грязевой насос	Винтовой гидроприводный насос для откачки нефтегрязи из емкости производительностью 22,7 м ³ /час при напоре 6 Бар (изб).
Вакуумная система	Гидроприводный вакуум-насос со скользящими лопатками производительностью 1190 м ³ /час при 1500 об/мин. Насос снабжен главным выключателем, вторичной ловушкой влаги, входным стрейнером, выхлопным нефтесепаратором и глушителем.
Гидросистема	Компенсированная по давлению и потоку открытая система производительностью 27,3 м ³ /час при давлении 172,4 Бар (изб). Закрытая система для гидропривода мощного насоса производительностью 15 м ³ /час при давлении 276 Бар. Фильтрация и охлаждение всего потока гидрожидкости. Резервуар гидрожидкости объемом 1022 л, снабжен выключателем по низкому уровню, термометром и указателем уровня.
Теплообменник	Теплообменник змеевикового типа прямого нагрева с топочными форсунками и сменным змеевиком. Теплопроизводительность 1,26 млн. ккал/час на дизтопливе. Полностью модулированный контроль температуры и контроль безопасности процесса сжигания дизтоплива. Теплообменник соответствует требованиям ASME.



Теплоизолированный искрогаситель

Теплообменник

Труба выхлопных газов с искрогасителем

Блок контроля и управления пламенем горелки

Фото 2. Теплообменник

2.3. Теплообменник МегаМАКСА

Теплопроизводительность 1,26 млн. ккал/час на дизтопливе.

Длина факела пламени – (1,83 - 2,13) м.

Диаметр факела пламени – 457 мм.

Поток воздуха на камеру сгорания – 1542 м³/час.

Температура топочных газов на выходе – 538⁰С.

Температура пламени – 1900⁰С.

Змеевик из цельнотянутых труб Ду=63,5 мм, 61 виток с расстоянием между витками 38,2 мм, а последние 3 витка с расстоянием 114,3 мм.

Поверхность теплообмена – 31,1 м². Материал змеевика – ASTM A 106 Grade B.

Кожух теплообменника диаметром 864 мм из материала API 5L Grade B.

Между кожухом теплообменника и его листовой обшивкой из стали ASME SA-515-70 проложена теплоизоляция. Диаметр обшивки – 914 мм.

Поток нагреваемой жидкости через змеевик – 68 м³/час.

Высокая скорость нагреваемой в змеевике жидкой фазы (более 8,0 м/сек), препятствует выделению из нее твердых отложений в трубчатке змеевика.

Расчетный перепад давления в змеевике – менее 1,03 Бар.

Топочные газы, полученные от сжигания дизтоплива, распыляемого форсункой, обогревают поверхность змеевика и выбрасываются в атмосферу через трубу с пламегасителем. Камера сгорания топлива съемная, крепление – фланцевое.

Автоматический контроль работы топки с ее аварийным выключением в следующих случаях:

- отсутствует поток разжижающего агента через трубчатку теплообменника,
- низкое давление воздуха, подаваемого для распыления топлива,
- низкое давление подачи топлива,
- перегрев разжижающего агента.

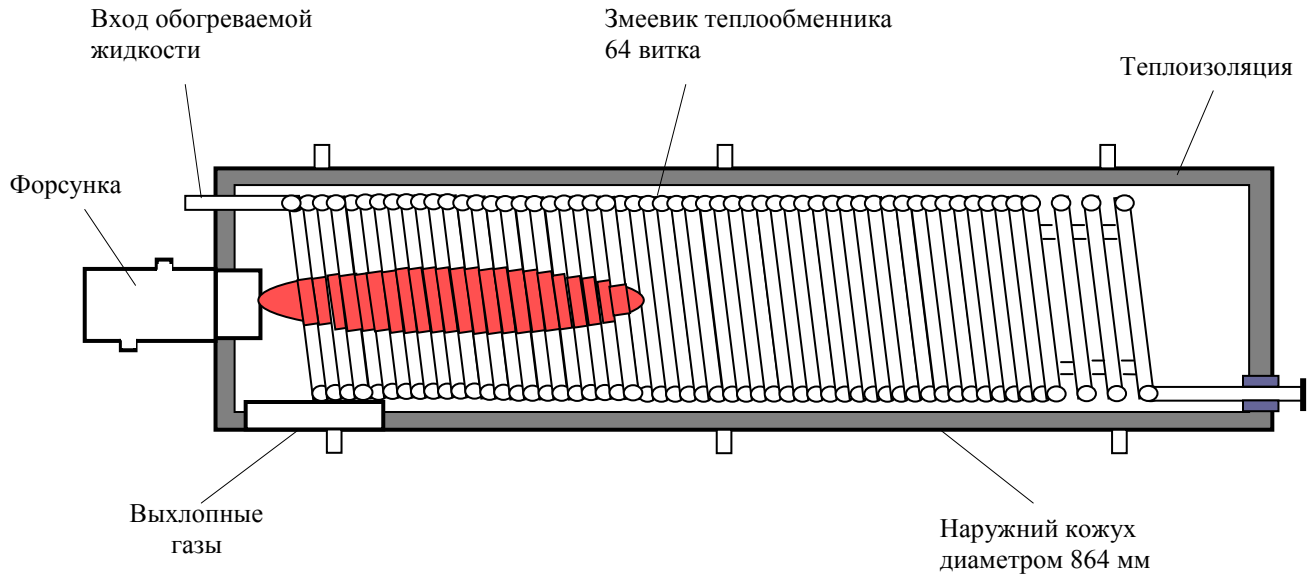


Рис. 1 Концептуальная схема теплообменника

2.4. Главная панель управления МегаМАКСом



Фото 3. Контрольная панель управления

Для контроля и управления работой основных блоков МегаМАКСА в задней его части компактно расположена главная панель управления, куда входят система управления гидромоторами и приборы контроля (датчики давления, уровень топлива в топливном баке, уровень жидкости в главной процессной емкости и т.д.), а так же система контроля и управления работой дизельного двигателя Катерпиллер С13.

2.5. Вибросепаратор



Вибросепаратор

Фото 4. Вибросепаратор

Вибросепаратор предназначен для отделения крупных частиц, присутствующих в потоке разжиженного донного осадка, подаваемого в МегаМАКС и является первичной стадией его очистки. Привод сепаратора – гидравлический. Эвакуация отделенного мусора – с помощью гидроприводного шнекового механизма.

3. Вспомогательное оборудование комплекса МегаМАКС

3.1. Роботизированная жидкостная пушка. - дистанционно управляемое сопло для размыва нагретым разжижающим агентом под давлением 20 Бар (изб.) донных отложений в резервуарах. Пушка вносится в резервуар через люк (диаметром 500 мм) и устанавливается внутри на треноге. Угол поворота пушки: в горизонтальной плоскости – (0 – 360°), в вертикальной плоскости - (-10 - + 80°).



Фото 5. Роботизированная пушка и дистанционный блок управления

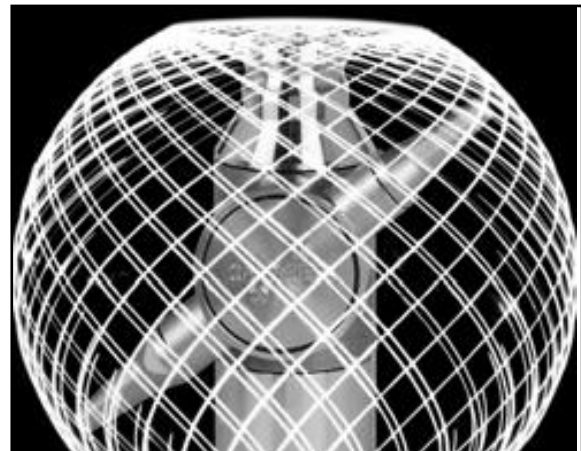
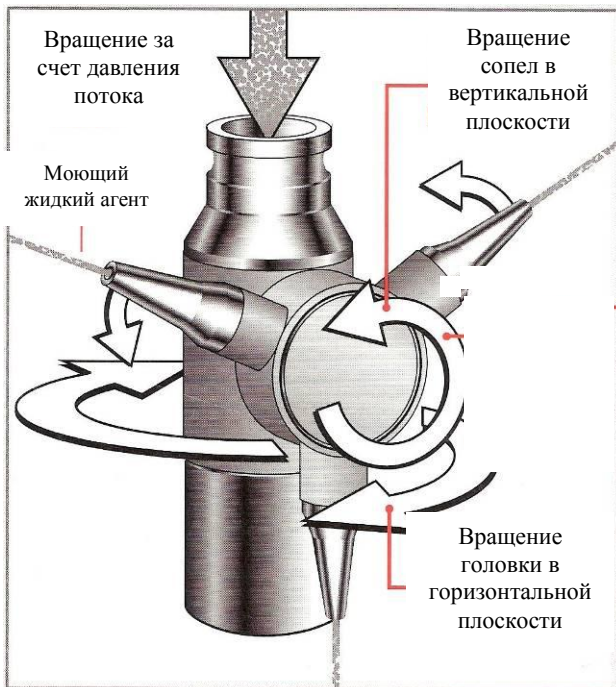
В процессе работы окружность резервуара условно разделяется оператором на секторы, которые пушка проходит друг за другом, одновременно совершая колебания в вертикальной плоскости. Управление пушкой производится оператором с пульта, установленного за пределами резервуара.

3.2. Регулируемая орбитальная моющая головка со сменными соплами и регулируемой по высоте треногой предназначена для мойки и ополаскивания стенок резервуара после размыва отложений Роботизированной пушкой для сдачи объекта под огневые работы или под смену темных продуктов на светлые.



Фото 6. Орбитальная моющая головка (нерж. ст.)- констр.180 и 360

Орбитальная моющая головка приводится во вращение одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях без применения какого-либо внешнего приводного механизма, а только за счет давления потока, поступающего на головку (см. Рисунок 2. ниже).



Принцип действия орбитальных моющих головок

3.3. Ручной брендспойт используется для детальной, зачистки труднодоступных для моющей головки мест стенок и днища резервуара (стыки днища и стенки, стойки плавающих крыш и понтонов, под паровыми нагревательными трубами и т.д.). Брендспойты используются вручную тогда, когда основная автоматическая очистка с помощью пушки и моющих головок произведена. Обычно для выполнения финальной стадии зачистки рекомендуется использовать не более 3-х брендспойтов.

3.4. Комплект специальных технологических и гидроприводных шлангов предназначен для подключения оборудования комплекса МегаМАКС и взаимодействия различных его компонентов для выполнения технологических задач. МегаМАКС, оснащенный энергооборудованием: дизельным двигателем и гидростанцией, устанавливается на безопасном (до 300 м) расстоянии от обрабатываемого объекта. Гидроприводные и процессные шланги снабжены быстроразъемными соединениями, что минимизирует время на сборку и прокладку линий. Современные соединения гидрошлангов исключают выход масла при их соединении (разъединении).

3.5. Бустерный насос – гидроприводной насос, имеет производительность до 91 м³/час при напоре до 2,4 бар (изб) и предназначен для откачки из емкости разжиженных отложений. Это насос погружного типа с открытым импеллером, работающий от гидропривода и имеющий напорный патрубок Ду=75 мм. Ориентировочный вес насоса – 23 кг. Бустерный насос перемещается операторами вручную по мере очистки отдельных секторов резервуара. Основываясь на опыте работы комплекса МегаМАКС, рекомендуется его оснащать 2-я насосами. Корпус насоса выполнен из нержавеющей стали, импеллер из твердой абразивостойкой стали.



Фото 7. Бустерный насос

3.6. Шламовый насос - гидроприводной насос, имеет производительность 20 м³/час при напоре до 12 бар (изб) и предназначен для откачки тяжелых шламов. Это насос винтового типа, работающий от гидропривода и имеющий напорный патрубок Ду=75 мм. Ориентировочный вес насоса – 25кг. Насос изготовлен из нержавеющей стали и прочного алюминиевого сплава, не подверженного коррозии при повышенной засоленности и в кислых средах. Насос способен пропускать твердые частицы размером до 30 мм в диаметре.



Фото 8. Шламовый насос

3.7. Шламовый Экстрактор



Шламовый экстрактор – высокопроизводительное гидроприводное разборное устройство для компактного сбора и разжижения отложений со дна больших резервуаров (50,000 м³ и более). Экстрактор представляет собой миниатюрный разборный бульдозер – экскаватор с гидравлическим приводом и винтовым насосом для перекачки отложений, разжиженных с помощью, установленных перед входом в насос специальных насадок, на их дальнейшую обработку и фазоразделение.

Фото 9. Шламовый Экстрактор

Особенно эффективен в случае извлечения слежавшихся, уплотненных шламов. Экстрактор шлама вносится в резервуар по частям через люк и собирается внутри, что позволяет использовать его в резервуарах, имеющих даже небольшой диаметр люка (500 мм). Трудозатраты на сборку – 2 человеко-часа. Наиболее тяжелая часть механизма весит около 30 кг.

Конструкция последней модели Шламового Экстрактора позволяет не только производить эффективное (со скоростью до 15 м³/час) удаление тяжелых (слежавшихся за многие годы осадков), но и исключить забивание винтового насоса крупными кусками мусора за счет решетки, установленной на загрузочную воронку шнекового механизма. Оснащение Экстрактора шлама траками вместо колес, применяемых в предыдущих моделях, позволило придать ему большую устойчивость и хорошую перемещаемость без проскальзывания.

3.8. Понтонное устройство для извлечения нефтешламов из шламонакопителей.

Понтонное устройство предназначено для извлечения нефтешламов из различных шламонакопителей (аварийных амбаров, иловых карт, лагун и т.п.) и их подачи на систему MegaМакс для фазоразделения нефтешламов.

Понтонное устройство включает бустерный насос, имеющий регулируемую производительность по откачиваемому нефтешламу (до 75 м³/час), механизм его погружения (подъема) и лебедку. Все указанные элементы – гидроприводные.

Насос расположен внутри трубной рамы, в углах которой расположены размывающие сопловые насадки. При необходимости в трубную раму подается горячая вода для размыва тяжелых нефтешламов.

Перемещение устройства по акватории очищаемого шламонакопителя производится с помощью, установленной на нем лебедки. Трос проходит через клюзы (передний и задний). Управление перемещением устройства, глубины погружения бустерного насоса и его производительности осуществляется с пульта, расположенного на берегу.

Для поддержания гидро- и технологических (нефтешламовых и водяных) шлангов над поверхностью откачиваемых нефтешламов применяются боны (входящие в состав оборудования понтона), снабженные каретками для прокладки в них шлангов и их фиксации. Плавучесть бонов обеспечивается заполнением их пенополиуретаном.



Фото 10. Понтонное устройство и пульт управления

4. Технология очистки комплексом МегаМАКС резервуаров (на примере хранилищ мазута) от донных отложений

В зависимости от конкретной задачи, в качестве разжижающего агента может быть использована либо вода, либо дизельное топливо или погоны. Использование воды целесообразно в тех случаях, когда в удаляемых шламах уже имеется определенное количество воды (подтоварные воды, вода, проникшая в резервуары через уплотнения в “плавающих крышах”). В этом случае для фазоразделения должна использоваться “трехфазная” центрифуга, что позволит получить “товарный” нефтепродукт, обратную воду на рециркуляцию в системе, а так же выделить твердую фазу.

В случае очистки резервуаров на нефтеперерабатывающих заводах и при отсутствии в них значительного количества воды, более целесообразным является использование в качестве размывающего (разжижающего) агента дизтоплива или погонов. Это позволит не только увеличить степень извлечения углеводородов в нефтяную фракцию, но и получить твердую фазу с меньшим содержанием тяжелых углеводородов за счет их растворения горячим потоком более “легкой” углеводородной фракции. В этом случае используется “двухфазная центрифуга” для отделения твердой фракции (в основном минерального характера) от жидкой углеводородной фракции. Полученная в этом случае после центрифугирования жидкая фаза имеет качество не ниже качества печного мазута и может быть либо продана, либо переработана на заводе совместно с исходным углеводородным сырьем – сырой нефтью.

Ниже приводится пример использования дизельного топлива в качестве разжижающего (размывающего) агента.

Разжижающий агент (дизтопливо) в объеме 10 – 15 м³ закачивается в главную процессную емкость-отстойник МегаМАКСа.

Операторы заносят в очищаемый резервуар через люк разобранную Роботизированную Пушку, собирают ее и устанавливают в рабочую позицию.

Далее операторы заносят в резервуар через люк бустерный насос и устанавливают его напротив Роботизированной Пушки.

Затем операторы собирают линии шлангов подачи дизтоплива на Пушку и откачки бустерным насосом разжиженных донных отложений в главную емкость, линии гидрошлангов к бустерному насосу и Роботизированной пушке.

После того, как все линии собраны, включается насос подачи дизтоплива через теплообменник на Роботизированную пушку, с помощью которой производится разжижение донных отложений. Смесь разжиженных отложений и дизтоплива откачивается из резервуара бустерным насосом и подается в систему рециркуляции разжижающего агента.

4.1. Система рециркуляции разжижающего дизтоплива

Смесь разжиженных осадков поступает на начальную сепарацию. Система начальной сепарации включает гидроприводной сетчатый вибросепаратор, откачивающий бустерный насос. При прохождении через вибросепаратор от смеси отделяются твердые частицы грязи размером более 2,0 мм.

Далее смесь разжиженных осадков поступает в главную емкость МегаМАКСа, где происходит:

1. Осаждение твердых частиц размером менее 2,0 мм из циркулирующей мазутно-дизельной смеси и периодическая выгрузка осевшего на дно емкости шлама с помощью шнекового конвейера и грязевого насоса.
2. Отвод разжиженного мазута с помощью плавающего скиммера и комплектующего его насоса в соответствующий сборник (по мере отвода разжиженного мазута из МегаМАКСа последний должен пополняться пропорциональным количеством “свежего” дизтоплива).

Отсепарированный от твердых частиц рециркулирующий разжижающий агент, выходящий из сборника, подаётся главным моющим насосом через сетчатый фильтр в теплообменник и далее поступает в Роботизированную Пушку, установленную внутри очищаемого резервуара.

Рециркуляция разжижающего агента производится до полного разжижения и откачки всего объема донных отложений, содержащихся в очищаемом резервуаре.

После завершения очистки резервуара Роботизированной Пушкой, операторы демонтируют ее и эвакуируют из резервуара. Затем операторы вносят в резервуар орбитальные моющие головки с треногами и монтируют их внутри резервуара, распределяя равномерно по его площади. После монтажа орбитальных головок и их подсоединения к шлангам включается подача на них горячего дизтоплива. Моющий раствор откачивается из резервуара бустерным насосом и подается в систему его рециркуляции.

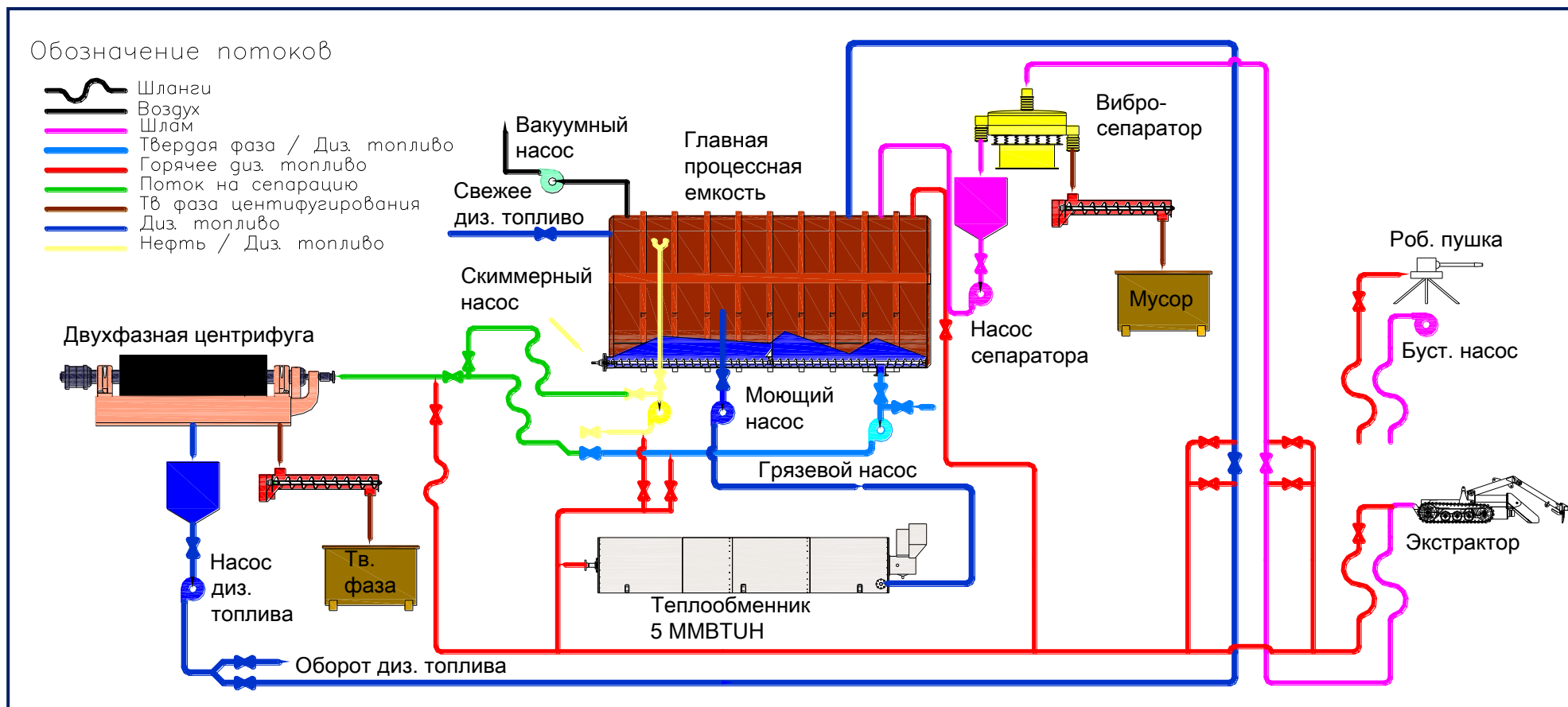
После промывки поверхностей резервуара дизтопливом и при необходимости их подготовки под огневые работы или под хранение светлых продуктов, резервуары ополаскивают горячей водой (возможно с добавкой небольшого количества каустической соды), после чего орбитальные головки демонтируются.

Операторы заходят в резервуар с ручными брендспойтами и производят детальную зачистку труднодоступных мест резервуара горячей водой.

После завершения финальной зачистки и демонтажа всего очистного оборудования резервуар ставится на естественную сушку.

Указанную систему обслуживают 3 оператора в смену.

Рис.3 Принципиальная схема очистки мазутных резервуаров комплексом МегаМАКС



5. Технология очистки комплексом МегаМАКС нефтяных резервуаров и шламонакопителей от донных отложений

В качестве разжижающего агента используется вода. Для фазоразделения и получения товарной нефти и оборотной воды на рециркуляцию в системе используется “трехфазная” центрифуга.

Ниже приводится пример использования воды, в качестве разжижающего (размывающего) агента.

Разжижающий агент (вода) в объеме 10 – 15 м³ закачивается в главную процессную емкость-отстойник МегаМАКСа.

Операторы заносят в очищаемый резервуар через люк разобранную Роботизированную Пушку, собирают ее и устанавливают в рабочую позицию.

Далее операторы заносят в резервуар через люк бустерный насос и устанавливают его напротив Роботизированной Пушки в зону стока размывающего агента.

Затем операторы собирают линии шлангов подачи воды на Пушку и откачки бустерным насосом разжиженных донных отложений в главную емкость, линии гидрошлангов к бустерному насосу и Роботизированной пушке.

После того, как все линии собраны, включается насос подачи воды через теплообменник на Роботизированную пушку, с помощью которой производится разжижение донных отложений. Смесь разжиженных отложений и воды откачивается из резервуара бустерным насосом и подается в систему рециркуляции разжижающего агента.

5.1. Система рециркуляции воды

Смесь разжиженных осадков поступает на начальную сепарацию. Система начальной сепарации включает гидроприводной сетчатый вибросепаратор, откачивающий бустерный насос. При прохождении через вибросепаратор от смеси отделяются твердые частицы грязи размером более 6,0 мм.

Далее смесь разжиженных осадков поступает в главную емкость МегаМАКСа, где происходит:

1. Осаждение крупных твердых частиц из циркулирующей водно-нефтяной смеси и периодическая выгрузка осевшего на дно емкости шлама с помощью шнекового конвейера и грязевого насоса.
2. Отвод водно-нефтяной фракции с взвешенными твердыми частицами с помощью плавающего скиммера и ее обработка на трехфазной центрифуге комплекса (после центрифугирования вода возвращается обратно в МегаМАКС).

Отсепарированный от твердых частиц рециркулирующий разжижающий агент, выходящий из главной процессной емкости, подается главным моющим насосом через сетчатый фильтр в теплообменник и далее поступает в Роботизированную Пушку, установленную внутри очищаемого резервуара.

Рециркуляция разжижающего агента производится до полного разжижения и откачки всего объема донных отложений, содержащихся в очищаемом резервуаре.

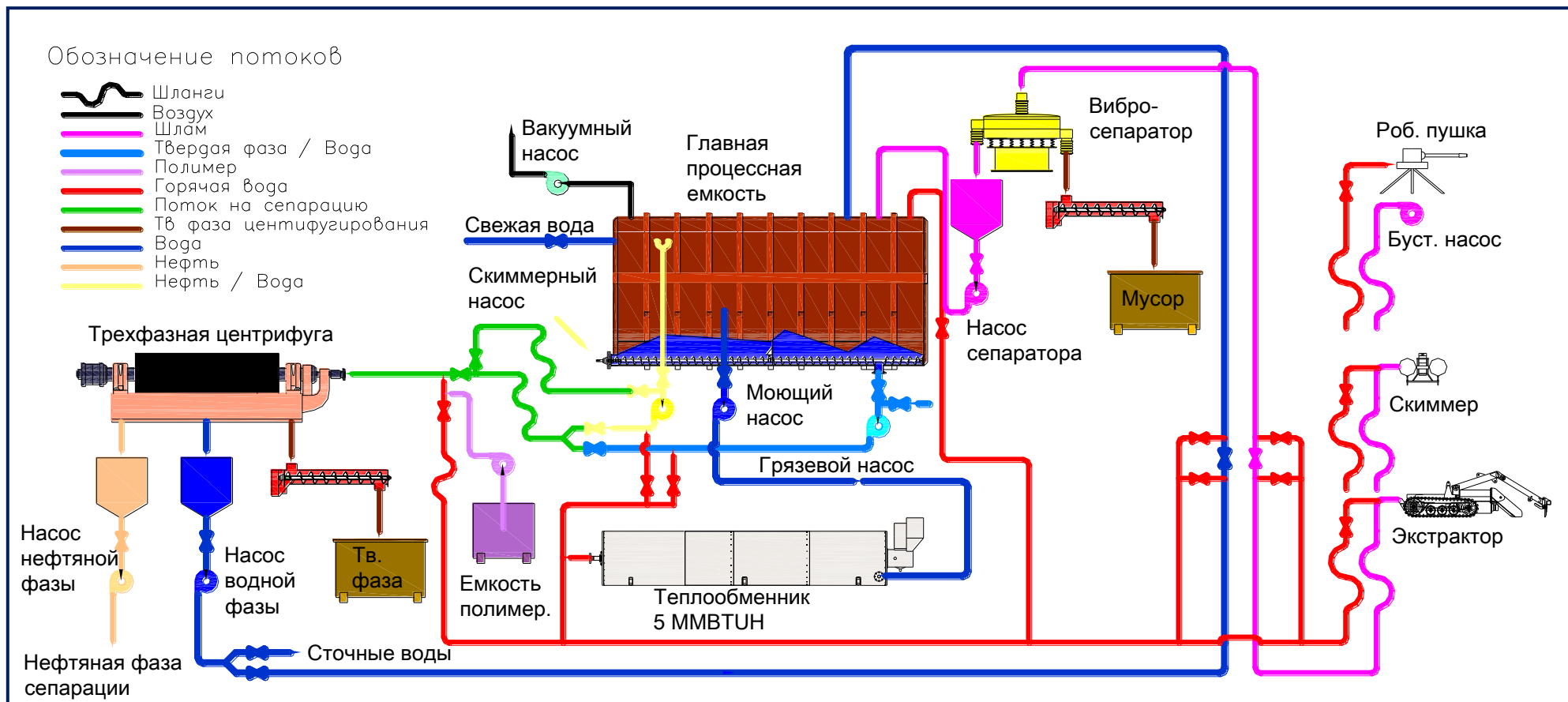
После завершения очистки резервуара Роботизированной Пушкой, операторы демонтируют ее и эвакуируют из резервуара. Затем операторы вносят в резервуар орбитальные моющие головки с треногами и монтируют их внутри резервуара, распределяя равномерно по его площади. После монтажа орбитальных головок и их подсоединения к шлангам включается подача на них горячего моющего раствора (воды). Моющий раствор откачивается из резервуара бустерным насосом и подается в систему его рециркуляции.

Операторы заходят в резервуар с ручными брандспойтами и производят финальную зачистку труднодоступных мест резервуара горячей водой.

После завершения финальной зачистки и демонтажа всего очистного оборудования резервуар ставится на естественную осушку.

Указанную систему обслуживают 3 оператора в смену.

Рис. 4 Принципиальная схема очистки нефтяных резервуаров и шламонакопителей комплексом МегаМАКС



6. Энергонезависимый, мобильный блок – «Трехфазная» центрифуга

Разделение нефтяной, водной и твердой фракций является важной задачей при очистке хранилищ нефти и нефтепродуктов от донных осадков при наличии в них воды, а также при переработке нефтешламов из прудов-шламонакопителей. Традиционно для подобного фазоразделения использовалась на первой стадии двухфазная центрифуга (двухфазный декантер) с периодической выгрузкой твердого осадка, а затем дисковый сепаратор, на котором разделялись две жидкие фазы.

Несомненно, что более современным является процесс разделения указанных выше фракций на «трехфазной» центрифуге, поскольку он осуществляется в одном аппарате и в непрерывном режиме работы.

6.1. Описание процесса фазоразделения

Питающий поток (смесь нефти, воды и твердых частиц) поступает внутрь центрифуги через стационарно установленную трубу и попадает в центробежное поле. Под действием центробежных сил твердые частицы перемещаются от центра к периферии (к стенкам вращающегося ротора центрифуги), где и образуется слой твердой фазы. Этот слой транспортируется вдоль стенок с помощью спирального шнека в направлении конической части ротора и выгружается из него через специальные окна на транспортирующий шнековый конвейер центрифуги.

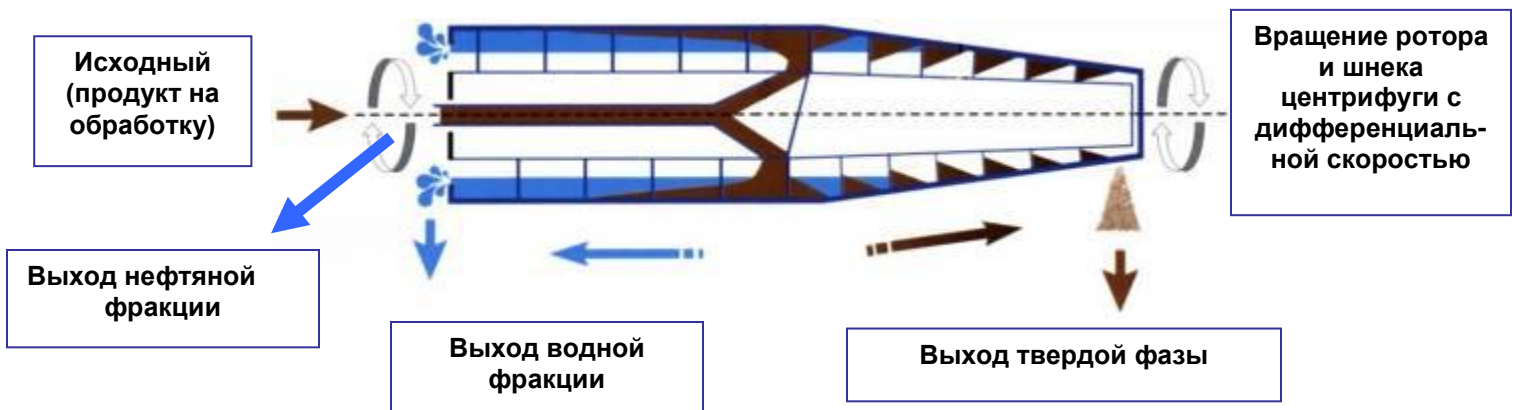


Рис. 5 Концептуальная схема и принцип работы центрифуги

Одновременно с отделением твердых частиц от жидкой фазы, последняя также подвергается воздействию центробежных сил, в результате чего происходит разделение нефти и воды из-за разницы в их плотностях (образуются два кольцевых слоя: водный по периферии ротора (вдоль внутренней его стенки) и нефтяной ближе к его центру). Отметим, что повышению эффективности этого процесса разделения способствует применение специальных реагентов (деэмульсификаторов, флокулянтов и др.), а также нагрев исходного потока.

Водная и нефтяная фракции вытекают с противоположного (относительно разгрузки твердой фазы) конца центрифуги. Очищенная водная фаза выводится с помощью специального устройства "Pipette". Очищенная нефтяная фракция вытекает через погруженные в слой нефти трубки, также в отдельную линию.

6.2. Преимущества предлагаемой центрифуги:



Фото 11. Мобильный блок центрифугирования на рабочей площадке

- Центрифуга позволяет за счет большой величины центробежного ускорения (2300 G) увеличить извлечение нефтепродуктов из твердой и водной фаз.
- Низкое содержание жидкой фазы в твердой фазе обеспечивается за счет возможности оперативного контроля (регулирования) дифференциальной скорости вращения шнека и большой длины конической части ротора центрифуги. Автоматический контроль за проведением процесса (использование гидравлического мотора и собственной гидроприводной станции, установленной на том же трейлере, что и центрифуга) позволяет оптимизировать качество выгружаемой твердой фазы и ее влажность. Аналоговый контроль дифференциальной скорости вращения шнека позволяет постоянно компенсировать изменения в соотношении твердое/жидкость в исходном потоке.
- Многофункциональность – с помощью минимальной регулировки, «трехфазная» центрифуга может быть в течение 15 минут переведена в режим работы двухфазного декантера.
- Вывод водной фазы с помощью устройства «Pipette», которое представляет собой трубку с регулируемым положением. Регулировка положения трубки в центрифуге для оптимизации качества водной «фазы» центрифугирования делается без остановки центрифуги.

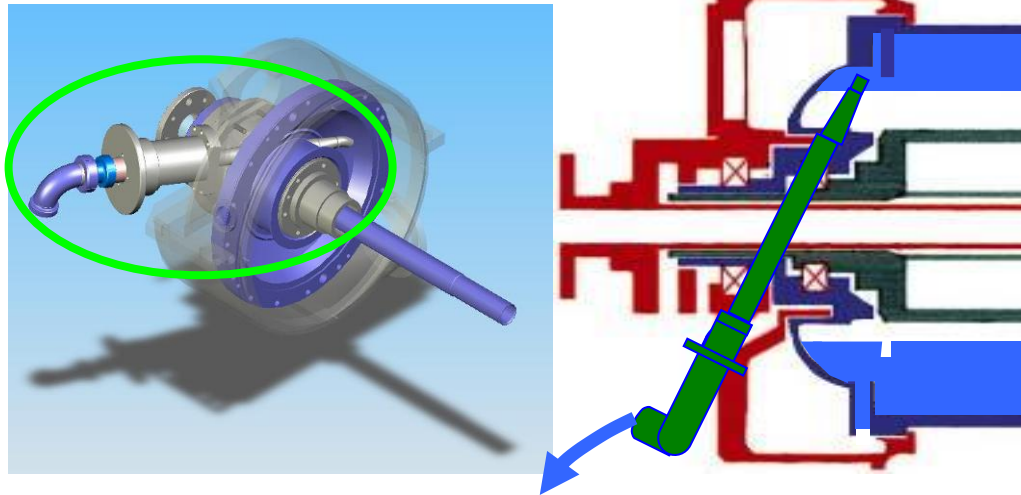


Рис. 6 Принципиальная схема устройства и работы “Pipette”

- Весь процесс фазоразделения контролируется и управляется оператором с контрольной панели локально расположенной на отдельном трейлере со стационарно установленной центрифугой.



Фото 12. Контрольная панель трейлера с системой центрифугирования

- Механическая надежность – Центрифуга имеет специальную защиту от эрозии и коррозии, что существенно продлевает срок ее безотказной работы и снижает время, необходимое для ее обслуживания. Защита включает покрытие плитками из карбида вольфрама внутренней поверхности ротора, шнека, а так же всех остальных частей, которые контактируют с продуктами фазоразделения в местах их выгрузки.
- Центрифуга полностью заключена в специальный кожух с уплотнениями, что позволяет собирать в нем возможные испарения органики и избежать наличия ее паров в рабочей зоне.



Фото 13. Мобильный блок центрифугирования

- Гидравлической привод центрифуги с системой охлаждения гидравлической жидкости обеспечивают безопасную эксплуатацию в условиях наличия легковоспламеняющихся жидкостей.

6.3 Спецификация мобильного модуля центрифугирования:

- Характеристики трейлера:

Длина – 12,2 м

Ширина – 2,44 м

Высота – 3,96 м

Примерный вес (в транспортном состоянии) – 25 тонн

Тормоза – пневмоприводные

Колеса – 11R-225. Диски – литые, алюминиевые.

- **Дизельный двигатель** – Caterpillar C-9, 275 л.с (206 кВт). Скорость вращения – 2200 об/мин.

- **Топливный бак** – 2270 л.

- **«Трехфазная» центрифуга** – полностью гидроприводная. Максимальная скорость вращения ротора – 2400 об/мин. Максимальное ускорение 2300 G. Максимальная производительность – 22,7 м³/час (25 т/час).

- **Насос откачки легкой фазы (нефти).**

Винтовой насос производительностью 22,7 м³/час. Давление 6 Бар (изб).

- **Насос откачки тяжелой фазы (воды).**

Винтовой насос производительностью 22,7 м³/час. Давление 6 Бар (изб)..

- **Шнековый конвейер** для выгрузки твердой фазы.

- **Гидросистема** – Компенсированная по давлению система с открытым контуром производительностью 22,7 м³/час при давлении 172,4 Бар (изб).

- Привод шнека центрифуги - гидравлическая система с закрытым контуром производительностью 11,8 м³/час при давлении 275,9 Бар (изб);
- Привод ротора центрифуги – компенсированная по давлению гидросистема с открытым контуром производительностью 5,2 м³/час при давлении 255,1 Бар (изб).
- Фильтрация и охлаждение всего потока гидрожидкости.
- Резервуар гидрожидкости объемом 1022 л, снабжен термометром, указателем уровня и выключателем по низкому уровню.



Фото 14. Комплекс МегаМАКС на объекте

6.4. Обеспечение контроля безопасности работы центрифуги

Работа центрифуги связана с большими скоростями вращения ротора. При минимальной разбалансировке возникают повышенные вибрации, что приводит к выходу из строя главных опорных подшипников. По ходу работы центрифуги производится постоянный контроль уровня вибрации, а так же температуры обоих опорных подшипников. В случае превышения предельно установленных значений вибрации и температуры, происходит автоматическое отключение центрифуги и подачи на нее шлама.

7. Основные технические характеристики комплекса МегаМАКС

Производительность комплекса МегаМАКСа по донным отложениям, извлекаемым из хранилищ нефти и нефтепродуктов: - с помощью Роботизированной пушки - с помощью Шламового Экстрактора	до 7,0 м ³ /час до 15 м ³ /час
Расход дизельного топлива на обеспечение работы дизельного двигателя МегаМАКСа (Caterpillar C13)	18 л/час
Расход дизельного топлива на обеспечение работы дизельного двигателя модуля фазаразделения (Caterpillar C9)	14 л/час
Расход дизельного топлива на обеспечение работы топочного теплообменника*	30 – 50 л/час
Общий объем разжижающего агента	37,85 м ³
Общий объем масла в гидроприводной системе	1022 л
Запас топлива модуля МегаМАКС и модуля центрифугирования	2270 л

* - Расход дизельного топлива на теплообменник зависит в основном от температуры окружающей среды. Расход минимален в летнее время и существенно увеличивается при минусовых температурах.

8. Обеспечение безопасности работы системы

8.1. Обеспечение надежного заземления.

Основным требованием обеспечения безопасности при работе комплекса МегаМАКС является надежное заземление резервуара и самого мобильного модуля. При истечении струи размывающей жидкости из сопла пушки или любого другого инструмента подачи размывающего (разжижающего) агента возникает электростатический заряд. Опасность возникновения искры в резервуаре исключается путем обеспечения надежного заземления. Очень важным моментом является заземление роботизированной пушки и бустерного насоса, находящихся внутри очищаемого резервуара. Заземление модуля МегаМАКС гарантирует одновременно заземление всех его элементов, в том числе и находящихся в резервуаре. Достигается это за счет того, что шланги армированы тонкими металлическими нитями, крепящимися к наконечникам быстроразъемных соединений. Это преследует две цели, а именно: прочность шлангов и обеспечение заземления всего продуктопровода. Для проверки качества заземления МегаМАКСА в комплект поставки входит система контроля качества заземления с автоматическим отключением подачи разжижающего агента в резервуар в случае ухудшения качества заземления. Опыт эксплуатации системы СуперМАКС с 1978 года в США, а так же в других странах показывает, что надежное заземление гарантирует безаварийную работу системы.

8.2. Датчики контроля атмосферы резервуара.

Система контроля атмосферы резервуара использует проверенные и надежные газовые анализаторы серии ULTIMA X. Данные анализаторы обеспечивают как мониторинг состояния газовой среды в резервуаре, так и формирование релейных сигналов для выдачи аварийной сигнализации.

К защитным функциям относятся:

- Индикация содержания взрывоопасных паров внутри резервуара;
- Выдача предупредительной сигнализации в случае превышения взрывоопасных паров;

- Выдача предупредительной аварийной сигнализации в случае превышения содержания взрывоопасных паров (выше порога 1);
- Остановка подачи моющего раствора внутрь резервуара в случае превышения уровня кислорода (выше порога 2). При этом закрывается задвижка подачи разжижающего агента на роботизированную пушку и открывается задвижка его циркуляции через процессную емкость;
- Остановка подачи моющего раствора внутрь резервуара в случае превышения содержания взрывоопасных паров (выше порога 2). При этом закрывается задвижка подачи разжижающего агента на роботизированную пушку и открывается задвижка его циркуляции через процессную емкость.

9. Список рекомендуемого оборудования, входящего в комплект поставки комплекса МегаМАКС для очистки резервуаров хранения сырой нефти и нефтепродуктов:

<i>МегаМАКС</i>	<i>– 1 шт</i>
<i>Шламовый Экстрактор</i>	<i>– 1 шт</i>
<i>Роботизированная Пушка для резервуаров</i>	<i>– 1 шт</i>
<i>Бустерный Насос 3" из нержавеющей стали</i>	<i>– 3 шт</i>
<i>Шламовый Насос 3" из нержавеющей стали</i>	<i>– 1шт</i>
<i>Моющие Головки 180^o, 360^o из нержавеющей стали (с треногами)</i>	<i>– 2 шт</i>
<i>Ручные пистолеты (брандспойты) со шлангами</i>	<i>– 3 шт</i>
<i>Набор шлангов (для обеспечения работы МегаМАКСа на удалении до 300 м от резервуара) с набором трубных коллекторов</i>	
<i>Мобильная система фазоразделения на основе «двухфазной» или «трехфазной» центрифуги</i>	<i>– 1 шт</i>
<i>Набор запасных частей на год эксплуатации</i>	<i>– 1 комплект</i>



KMT International, Inc
www.kmtinternational.com

39271 Mission Blvd, #101
Fremont, California 94539 USA
Tel: +1-510-713-1400, 713-1500
Fax: +1-509-752-0475
Email – info@kmtinternational.com