

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки – Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Совершенствование циркуляционных систем современных буровых установок УДК 622.245.3.05-048.32

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ73	Солодухин Игорь Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Глотова В.Н.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Романюк В.Б.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения общетехнических дисциплин	Черемискина М.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Ковалев А.В.	к.т.н.		

Оглавление

ФУНКЦИИ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ.....	3
ОБОРУДОВАНИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	4
БЛОК ПРИГОТОВЛЕНИЯ, ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ БУРОВОГО РАСТВОРА	5
БЛОК ОЧИСТКИ БУРОВОГО РАСТВОРА.....	11
НАСОСНЫЙ БЛОК.....	54
БАЗОВЫЕ КОМПЛЕКТАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ БУРОВЫХ УСТАНОВОК ...	68
НОВЫЕ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ БУРОВЫХ УСТАНОВОК	68
Приложение А	82

ФУНКЦИИ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ

Очистка ствола скважины – важнейший фактор, обеспечивающий успешное бурение и определяющий качество цементирования на заключительном этапе ее строительства [1]. Поэтому основные функции циркуляционной системы буровой установки должны быть на таком уровне, чтобы совместно с геолого-техническими условиями бурения достигалась цель максимально качественной очистки скважины от выбуренной породы и предупреждения возможных осложнений и аварий.

Циркуляционная система представляет собой комплекс механизмов и оборудования, включаемый в состав комплекта буровой установки и предназначенный [2]:

- для приготовления и хранения бурового раствора заданной плотности и качества;
- подачи раствора в скважину;
- химической обработки бурового раствора;
- очистки бурового раствора от выбуренной породы;
- дегазации бурового раствора (при необходимости);
- долива раствора в скважину при подъеме труб;
- удаления шлама в отвал или на утилизацию.

В процессе углубления скважины в буровую промывочную жидкость попадают буровой шлам (забойный обвальный), пластовый флюид жидкий (нефть, вода, конденсат) или газообразный (углеводородный газ, в том числе кислый), которые должны быть своевременно удалены. Наличие в промывочной жидкости шлама оказывает вредное влияние на его технологические свойства и приводит к ухудшению технико-экономических показателей бурения. В связи с этим очистке буровой промывочной жидкости от твердых, жидких и газообразных примесей уделяют особое внимание.

В целях уменьшения или исключения загрязнения окружающей среды при бурении в конструкцию циркуляционной системы включают устройства, предотвращающие утечки буровой промывочной жидкости на землю и осуществляющие ее сбор и переработку.

При бурении в водоохраных зонах, когда сброс шлама с буровой установки должен быть полностью исключен, в состав циркуляционной системы включается специальная система шламоудаления для выгрузки отходов бурения в кузов автомобиля или промежуточный бункер с последующим вывозом шлама для его переработки и утилизации.

В случае необходимости (в соответствии с требованиями природоохранных органов) качество очистки буровой промывочной жидкости доводится практически до технической воды за счет включения в состав циркуляционной системы специального блока коагуляции и флокуляции, работающего совместно с центрифугами [3].

При необходимости очистки промывочной жидкости от газообразного флюида, в состав циркуляционной системы включаются специальные устройства для очистки – сепараторы и дегазаторы. Помимо этого, ввиду сложившейся экономической обстановки, имеют место особые требования к экономической целесообразности использования данной циркуляционной системы. Также в новых циркуляционных системах большое значение имеют требования к поддержанию высоко уровня культуры производства и уровня труда.

ОБОРУДОВАНИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Для правильного проектирования конструкции и комплектации циркуляционных систем специалисту необходимо хорошо знать перечень используемого оборудования. Он должен быть знаком с принципом и условиями работы всех механизмов, их достоинствами и недостатками в сравнении с другими. Кроме того, проектировщик должен знать основных

производителей данного оборудования и следить за появлением новых технических и технологических решений на рынке.

Оборудование в циркуляционных системах применяется разнообразное, но его можно категорировать по функциональным блокам:

- Блок приготовления, обработки и хранения бурового раствора;
- Насосный блок;
- Блок очистки бурового раствора и утилизации шлама.

В данном разделе будут рассмотрены указанные блоки циркуляционных систем, состав их оборудования, описан принцип работы этого оборудования и охарактеризована его область применения.

БЛОК ПРИГОТОВЛЕНИЯ, ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ БУРОВОГО РАСТВОРА

Блоки для приготовления буровых растворов и специальных жидкостей

Блоки приготовления буровых растворов и спецжидкостей предназначены для приготовления буровых растворов, химических реагентов и различных технологических жидкостей при строительстве и капитальном ремонте скважин. Применяется в составе циркуляционных систем буровых установок всех классов, а также с установками для капитального ремонта скважин и другими техническими средствами [4].

Блоки обезвоживания буровых растворов

Блок обезвоживания буровых растворов предназначен для удаления избытка бурового раствора из циркуляции, ликвидации его после окончания бурения скважины, а также обезвоживания слива из центрифуги при регенерации барита из бурового раствора. Этот блок применяется автономно в комплекте с центрифугой или встраивается в циркуляционную систему с использованием центрифуги [4].

Блок для хранения сыпучих материалов

Этот блок предназначен для приема, хранения, контролируемой выдачи сыпучих материалов, приготовления и утяжеления бурового

раствора. Позволяет производить загрузку бункеров сыпучими материалами (глинопорошок, цемент, барит, химреагенты и пр.) непосредственно из цементовозов, а также с помощью имеющегося в комплекте пневмопогрузчика - из мешков и контейнеров. Контрольно-измерительная аппаратура обеспечивает контроль загрузки, хранения и выдачи сыпучих материалов. Данный блок применяется в основном на буровых установках для бурения нефтяных и газовых скважин глубиной более 5000 м [4].

Приемный блок

Это блок, который предназначен для перемешивания и подготовки бурового раствора к закачке в скважину. Он представляет собой емкость, оснащенную гидравлическими или механическими перемешивателями. По конструкции он схож с промежуточными блоками, с которыми он соединен посредством трубопровода. Также этот блок соединен с буровым насосом, которые обеспечивает его подачу с необходимым расходом в скважину.

Блоки для химической очистки буровых сточных вод

Блок, предназначенный для подготовки буровых сточных вод к использованию в оборотном водоснабжении буровой установки на технические нужды, при приготовлении буровых и тампонажных растворов или к нормативному сбросу на поверхность местности [1].

Промежуточный блок

Промежуточный блок предназначен для хранения необходимого объема бурового раствора. На емкостях блока установлены гидравлические или механические перемешиватели [4]. По конструкции этот блок аналогичен приемному блоку и связан с ним трубопроводом, движение раствора по которому контролируется насосом и задвижками.

Блоки обезвоживания и утилизации отходов бурения

Эти блоки используются в процессе сооружения скважины при использовании безамбарной технологии. Принцип действия их заключается в непрерывной очистке бурового раствора от шлама, полном разделении определенной части бурового раствора на твердую и жидкую фазы,

повторном использовании жидкой фазы на разбавление, приготовление новых порций бурового раствора и другие цели, а по окончании бурения – в отверждении обезвоженной твердой фазы с помощью различных вяжущих добавок, в частности, цемента [8].

Система долива раствора в скважину

Эта система представляет собой эжектор, который подключен посредством трубопровода либо к промежуточному блоку, либо к специальной емкости с буровым раствором, используемой для долива скважины.

Комбинированные блоки

Это оборудование, которое выполняют функции сразу нескольких блоков в вышеуказанной классификации. Зачастую комбинированные блоки создаются путем объединения идущих последовательно блоков в циркуляционной системе. Например, блок приготовления и очистки бурового раствора или блок обезвоживания, утилизации шлама и химической очистки буровых сточных вод.

Оборудование для приготовления и перемешивания буровой промывочной жидкости

Для приготовления бурового раствора применяются механические и гидравлические мешалки. Механические мешалки обычно представлены в двух исполнениях: лопастные и фрезерно-струйные мельницы (ФСМ).

Механические мешалки лопастного типа (см. рис. 1) представляют собой металлическую емкость цилиндрического или овального сечения, внутри которой находятся один или два вала с лопастями (например, лопастная механическая мешалка марки МГ2-4Х имеет два вала и емкость объемом 4 м³). Достоинством этой мешалки является простота конструкции и высокое качество приготовления бурового раствора. Но при этом она имеет низкую производительность (до 6 м³/ч при использовании глинопорошков).

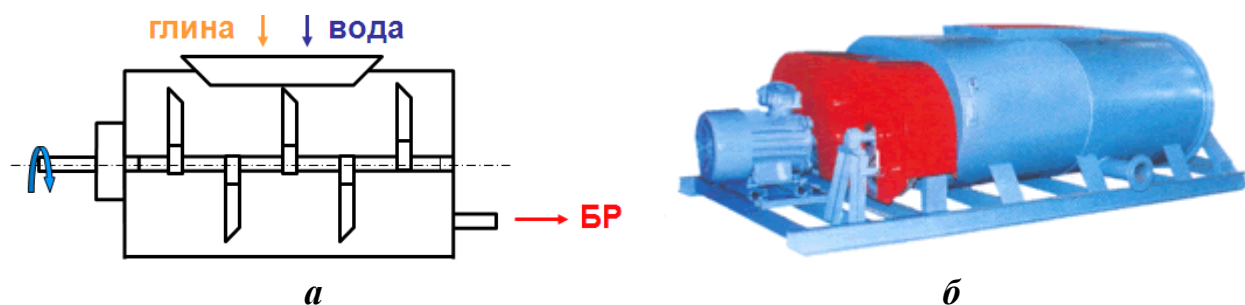


Рисунок 1 – Механическая мешалка: а – принцип действия, б – общий вид модели МГ2-4Х

Фрезерно-струйная мельница в общем виде (см. рис. 2) состоит из бункера 1, ротора 2 с лопастями, диспергирующей рифленной плиты 3 и выходной решетки 4. Принцип действия ФСМ: исходные материалы, непрерывно подаваемые в бункер, захватываются лопастями вращающегося ротора и отбрасываются на диспергирующую плиту. Дополнительное диспергирование исходных материалов осуществляется при ударе струй, выбрасываемых лопастями ротора, о выходную решетку.

Достоинствами фрезерно-струйной мельницы являются достаточно простая конструкция и высокая производительность (до 20...25 м³/ч при использовании механизированной загрузки глинопорошка). Недостатки: низкое качество получаемого бурового раствора. Повысить качество получаемого бурового раствора можно двумя путями: многократной циркуляцией раствора по схеме: ФСМ - емкость насос - ФСМ; пропусканием приготовленного в фрезерно-струйной мельнице раствора через специальные устройства – диспергаторы, обеспечивающие дополнительное измельчение частиц (агрегатов) глины.

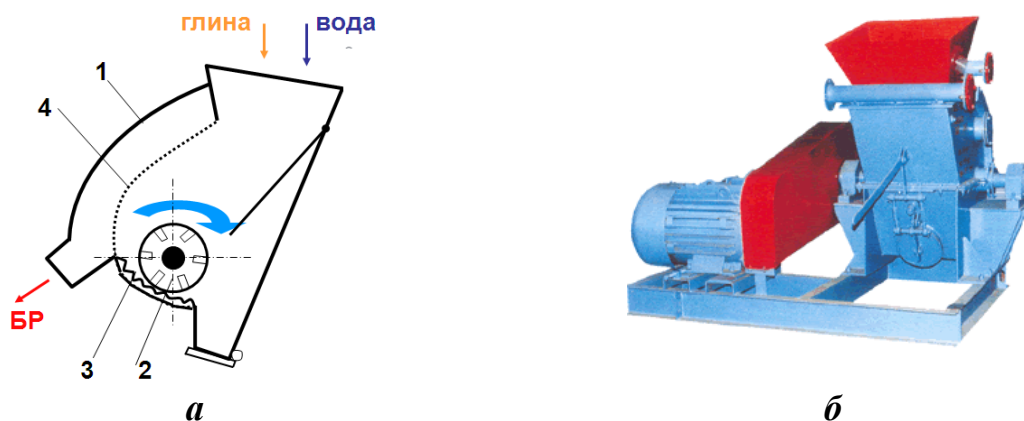


Рисунок 2 – Фрезерно-струйная мельница: а – принцип действия, б – общий вид модели ФСМ-7

Гидравлические мешалки бурового раствора изготавливаются в трех исполнениях: эжекторные, гидромониторные и вихревые.

Гидравлическая мешалка эжекторного типа (см. рис. 3) в общем виде состоит из приемной 1 и смесительной 2 камер, сменного штуцера (сопла) 3, загрузочной воронки 4 и линии подвода 5 глинопорошка (утяжелителя) от бункеров БПР-70.

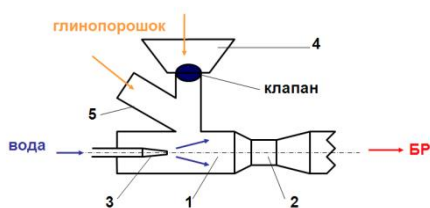


Рисунок 3 – Принцип работы гидравлической мешалки эжекторного типа

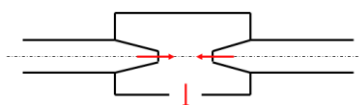


Рисунок 4 – Принцип работы диспергатора

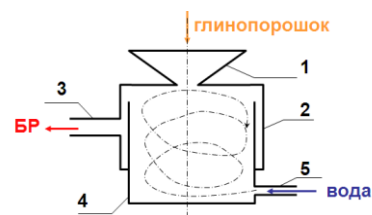


Рисунок 5 – Принцип работы гидравлической мешалки вихревого типа

Принцип действия мешалки эжекторного типа: в результате истечения воды (раствора химических реагентов) из сопла с высокой скоростью в приемной камере создается разрежение, благодаря чему в неё из воронки (из бункера БПР) засасывается глинопорошок (утяжелитель). Достоинства мешалок эжекторного типа: высокая производительность (70...90 м³/ч при непрерывной механизированной подаче глинопорошка). Недостатки: качество приготавливаемого бурового раствора ниже, чем в механических мешалках лопастного типа.

Повысить качество приготавливаемого раствора можно с помощью диспергаторов (см. рис. 4), в частности, гидравлического диспергатора ДГ-1, работающего на принципе соударения двух струй. При соударении в камере ограниченного объема двух высокоскоростных струй возникают кавитационные явления (кавитация – образование газовых пузырьков в результате уменьшения давления в быстродвижущейся жидкости),

ультразвук и другие эффекты, интенсифицирующие процесс диспергирования.

Также буровой раствор высокого качества можно получить, используя гидравлические мешалки вихревого типа. Гидравлическая мешалка вихревого типа (см. рис. 5) состоит из приемной воронки 1, наружного цилиндра 2 с выходным патрубком 3 и внутреннего цилиндра 4 с входным патрубком 5. Вода под давлением подается в патрубок 5 и, благодаря его тангенциальному расположению, «закручивается» внутри цилиндра 4, образуя слой жидкости, внутри которого создается разрежение.

В результате глинопорошок засасывается из приемной воронки 1, захватывается быстровращающимся слоем жидкости, интенсивно в нем перемешивается (крупные агрегаты перетираются о стенки под действием центробежных сил), полученная суспензия, вращаясь по спирали, поднимается вверх и переливается в наружный цилиндр.

Для перемешивания бурового раствора в емкостях используются перемешиватели либо механического лопастного типа с приводом от электрического двигателя, либо гидравлические перемешиватели.

Механические перемешиватели в общем виде состоят из электродвигателя, редуктора, вала и перемешивающего органа пропеллерного (ПМ) или турбинно-пропеллерного типа (ПЛ), который располагается ближе ко дну приемной емкости.

Действие гидравлических перемешивателей основано на использовании кинетической энергии струи БР, выходящего из насадки с высокой скоростью. Различают управляемые и неуправляемые гидравлические перемешиватели. Управляемые своей сути представляют пожарный ствол с рукояткой, поворотом которой можно направить струю бурового раствора в любую зону приемной емкости (4УПГ, ПГ). Неуправляемые гидравлические перемешиватели работают по принципу сегнера колеса, то есть являются самовращающимися (ПГС). Кроме устройств, предназначенных для приготовления бурового раствора,

приемные емкости наземной циркуляционной системы буровой установки оснащаются еще и перемешивателями [8].

На рис. 6 представлены механический и гидравлический перемешиватели.

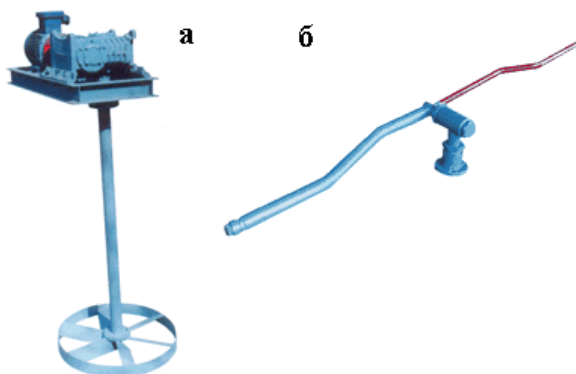


Рисунок 6 – Перемешиватели: а - механический турбинно-пропеллерного типа (ПЛ); б – управляемый гидравлический 4УПГ

Дополнительное оборудование

К дополнительному оборудованию можно отнести контрольно-измерительную аппаратуру. В качестве таковой в современных циркуляционных системах используются расходомеры и манометры. Также в эту категорию можно отнести оборудование такое, как воронка для введения химических реагентов, шнековый или простой желоб для транспортировки шлама в шламный амбар, трубная обвязка между мерниками, насосами и ступенями очистки и дополнительное оборудование для ступеней очистки.

В данном разделе было рассмотрено комплектующее оборудование циркуляционных систем. Были изучены принципы работы различных механизмов, на рисунках и чертежах показан их внешний вид, были перечислены достоинства и недостатки, условия работы и наиболее известные отечественные производители.

БЛОК ОЧИСТКИ БУРОВОГО РАСТВОРА

Блоки очистки предназначены для ведения буровых работ по малоотходной или безамбарной технологии и входят в состав циркуляционных систем буровых установок всех классов. Они обеспечивают

очистку бурового раствора от шлама с размером частиц более 5 мкм, обработку на центрифуге сливов песко- и илоотделителя с выделением шлама пониженной влажности, регенерацию барита, его многократное использование при бурении и выделение из бурового раствора избытка коллоидной фазы, а также регенерацию барита после завершения бурения скважины, переработку избытков бурового раствора с его разделением на оборотную воду и шлам пониженной влажности, дегазацию буровых растворов. При использовании полнокомплектных блоков очистки в 2-3 раза сокращается объем отходов бурения, на 40-60% снижается расход барита и химреагентов [4].

Для очистки бурового раствора от шлама используется комплекс различных механических устройств (рис. 7).

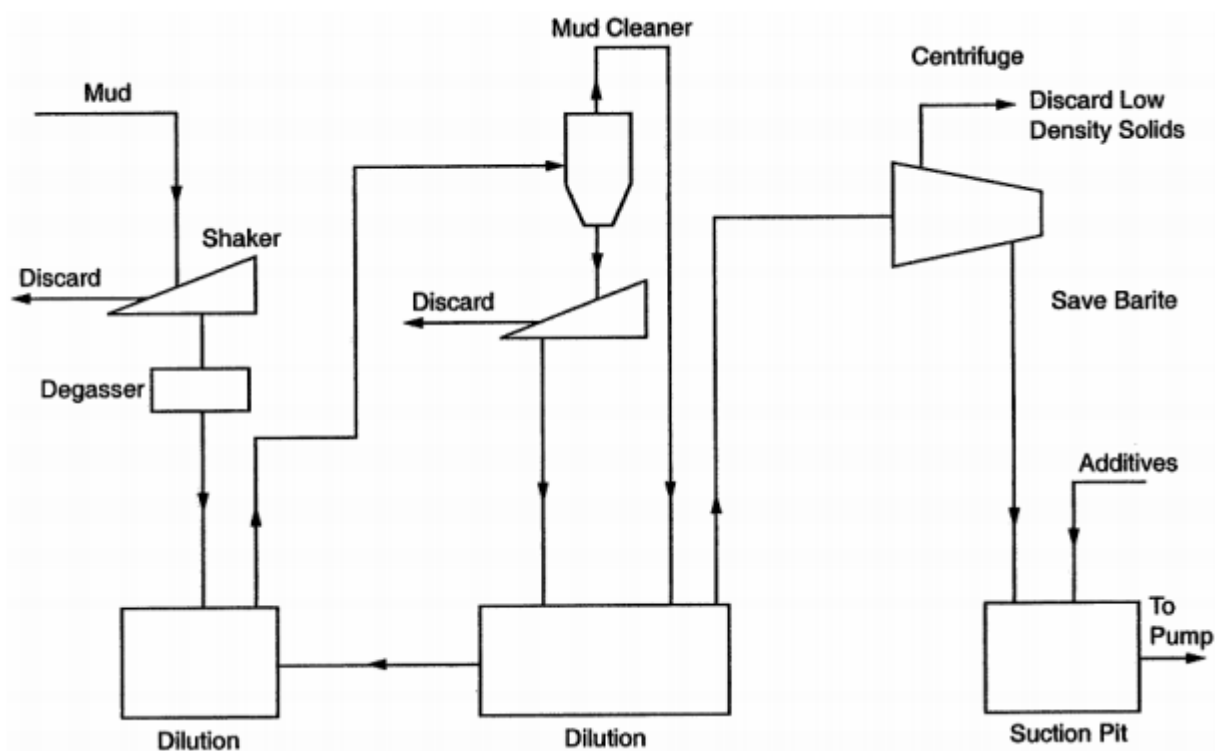


Рисунок 7 – Схема очистки бурового раствора [4]

В данный комплекс входят: вибрационные сита **Shale Shaker** – дегазатор **degasser** гидроциклонные шламоотделители: пескоотделители – **desander** илоотделители - **desilting**, центрифуга – **centrifuge**. В составе циркуляционной системы все эти механические устройства должны

устанавливаться в строгой последовательности. При этом схема прохождения бурового раствора должна соответствовать следующей технологической цепочке: скважина – газовый сепаратор – блок грубой очистки от шлама (вибросита) – дегазатор – блок тонкой очистки от шлама (песко- и илоотделители, сепаратор) – блок регулирования содержания и состава твердой фазы (центрифуга, гидроциклонный глиноотделитель) – буровые насосы – скважина.

При отсутствии газа в буровом растворе исключают степени дегазации; при использовании неутяжеленного раствора, как правило, не применяют сепараторы, глиноотделители и центрифуги; при очистке утяжеленного бурового раствора обычно используют гидроциклонные шламоотделители (песко- и илоотделители). Таким образом, выбор оборудования и технологии очистки бурового раствора от шлама должен основываться на конкретных условиях бурения.

Для очистки буровых растворов, как обязательная, принята трехступенчатая система. Технология очистки не утяжеленного бурового раствора по этой системе представляет собой ряд последовательных операций, включающих грубую очистку на вибросите и тонкую очистку – пескоотделение и илоотделение – на гидроциклонных шламоотделителях. Буровой раствор после выхода из скважины подвергается на первой ступени грубой очистке на вибросите и собирается в емкости. Из емкости центробежным насосом раствор подается в батарею гидроциклонов пескоотделителя, где из раствора удаляются частицы песка. Очищенный от песка раствор поступает через верхний слив в емкость, а песок в шламовый амбар. Из емкости центробежным насосом раствор подается для окончательной очистки в батарею гидроциклонов илоотделителя.

После отделения частиц ила очищенный раствор направляется в приемную емкость бурового насоса, а ил сбрасывается в шламовый амбар [4].

Вибрационные сита

Буровое вибросито является первым и одним из важнейших элементов системы, предназначенным для выделения твердой фазы из бурового раствора. Использование этого оборудования основывается на определении максимально допустимого размера частиц твердой фазы, содержащихся в растворе, и извлечение превышающих этот показатель частиц за счет использования специальной фильтрующей сетки. Вибрационные установки способны удалять крупный шлам размером свыше 100 мкм без особого нарушения скорости прокачки бурового раствора (рис. 8).

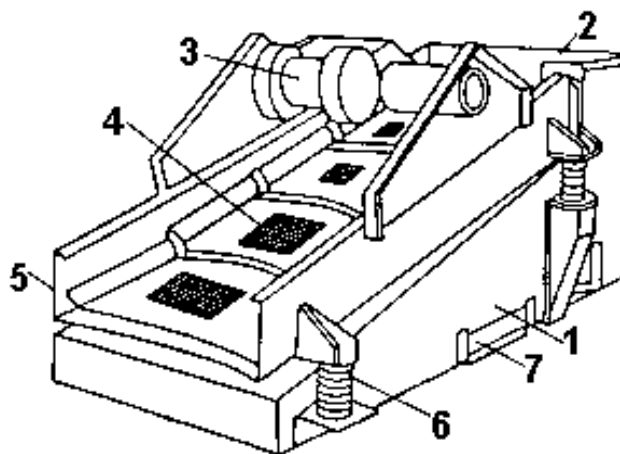


Рисунок 8 – Вибрационное сито [13]

На рисунке 8 изображено схематическое изображение вибросита. Его основные элементы следующие: поддон для сбора очищенного раствора 7, приёмник с распределителем потока 2, вибрирующая рама 5 с сеткой 4, вибратор 3, амортизаторы 6.

Вибросита при монтаже устанавливают на блоке очистки циркуляционной системы над ёмкостью и крепят болтами. Отклонения станины от горизонтального положения - не более 5 мм. Вокруг вибросита монтируют площадку с ограждением шириной не менее 0,75 м. Приёмный патрубок (желоб) вибросита соединяют трубой с устьем скважины. Для приведения в рабочее положение вибросита, отвинчивают четыре транспортных болта, крепящие вибрирующую раму. Устанавливают

электродвигатель и надевают два клиновидных ремня. При установке кассет с сетками, проверяют наличие резиновых выступов на основании сетки и правильность их расположения. Кассеты устанавливаются таким образом, чтобы с каждой стороны оставались равные промежутки, после чего прижимами затягивают болты до соприкосновения витков пружины [13].

Работает вибросито следующим образом. Раствор от устья скважины самотеком поступает в распределитель и далее на сетку. Распределитель обеспечивает равномерное поступление раствора на виброраму по всей ширине. Частицы породы, размер которых больше размера ячеек сетки, перемещаются к краю виброрамы благодаря колебательному движению сетки, совершаемому вместе с виброрамой, и выбрасываются в амбар. Раствор проходит сквозь сетку и поступает на дальнейшую очистку.

Современные модификации вибрационных сит

Современные темпы развития бурения в области разработки нефтяных и газовых месторождений обеспечили совершенствование производителями данного вида бурового оборудования. Сегодня показатели эффективности используемых вибросит значительно превосходят свои более ранние аналоги и модели. Одним из ключевых преимуществ современных вибросит по сравнению со старыми моделями является их компактность. Модельный ряд бурового оборудования данного типа включает продукцию с различными показателями коэффициента перегрузки, материала и рабочей площади сетки, а также типа колебательных движений (рис. 9) [14].



Рисунок 9 – Этапы развития конструкций [5]

Вибросита с круговым движением развивают низкие гравитационные силы и обладают наибольшей транспортирующей способностью, что способствует лучшему удалению глинистых пород на верхних интервалах, уменьшая их воздействие на поверхность сетки, в то же время они обладают низкой осушающей способностью. Данный тип вибросит иногда используется для предварительной очистки раствора от крупных глинистых пород, но большее распространение для этой цели приобрели транспортеры с вращающейся крупноячеистой сеткой. Вибросита с эллиптическим движением развивают повышенные гравитационные силы по сравнению с 1 типом и обладают меньшей транспортирующей способностью по сравнению с 1 и 3 типами. Они нашли применение при работе с утяжеленными растворами и в качестве осушающих сит для пульпы из под гидроциклонов. Нужно заметить, что чем медленнее шлам удаляется с вибросита, тем интенсивнее происходит износ сеток. Вибросита с линейным движением наиболее универсальные, они демонстрируют повышенные гравитационные силы и относительно быструю транспортирующую способность, зависящую от угла наклона рамы и положения вибраторов.

За прошедшие годы основным направлением в развитии вибросит является переход от гибких натяжных ситовых кассет к ситовым кассетам на жесткой основе – пластиковой или металлической. Натяжная гибкая ситовая кассета представляет собой две тканые металлические сетки (крупноячеистую несущую и мелкоячеистую рабочую), скрепленные между собой гибкой пластиковой – обычно полиэтиленовой – решеткой путем температурного спекания. Края сеток, прилегающие к бортам вибросита, оформлены в виде скоб, за которые сетка растягивается натяжными приспособлениями, опираясь на продольные обрешиненные ребра виброрамы. В поперечном сечении огибающая поверхность, проходящая по вершинам ребер, несколько искривлена, что обеспечивает выпуклую цилиндрическую форму рабочей поверхности сетки. Благодаря этому сетка более надежно прилегает к ребрам и при равномерном натяжении менее вероятно провисание ситового полотна. Внешний вид натяжной гибкой кассеты, установленной на вибросите ЛВС-1М, представлен на рис. 10.

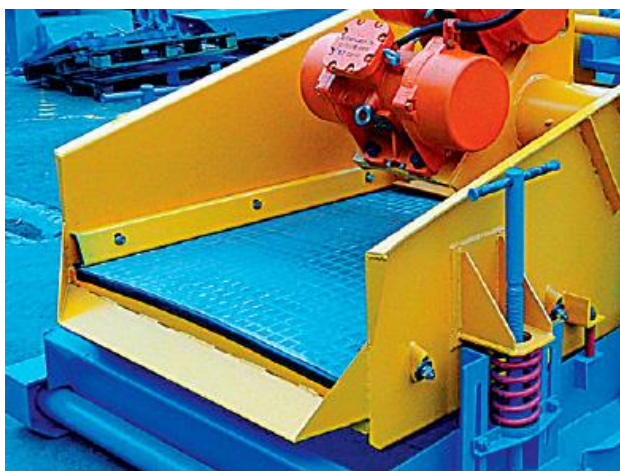


Рисунок 10 – Натяжная гибкая кассета, установленная на вибросите ЛВС-1М [6]



Рисунок 11 – Жесткие кассеты на пластиковой (вверху) и на металлической основе (внизу), установленные одновременно на вибросите «Пульсар» во время промышленных испытаний [6]

Жесткая ситовая кассета на пластиковой основе представляет собой те же две сетки, скрепленные пластиковой решеткой, но решетка эта выполнена в виде жесткой рамки толщиной около 40 мм. Такая кассета не нуждается в

натяжных приспособлениях, так как сетка на ней растягивается заранее при изготовлении кассеты. На вибросите такая кассета крепится простыми клиньями или прижимами. Жесткая кассета на металлической основе отличается от кассеты на пластиковой основе тем, что рамка такой кассеты выполнена не из пластика, а из металла, а расплавленная пластмасса скрепляет между собой и сетки, и металлическую рамку с сетками. На рис. 11 представлены образцы обоих видов жестких кассет, размещенные на одном вибросите во время работы на буровой.

Работоспособность гибких кассет существенно зависит от качества их натяжения. Даже небольшое местное провисание из-за неточных действий оператора или дефектов конструкции приводит к прекращению транспортирования шлама по поверхности кассеты. Это связано с возникновением в плохо растянутых местах ситового полотна собственных колебаний сетки в противофазе с виброрамой. В месте провисания сетка быстро выходит из строя, истираясь по контакту с опорными ребрами. Основное преимущество жестких кассет – независимость их работоспособности от действий оператора. Постоянное хорошее натяжение ситовой поверхности жестких кассет, то есть отсутствие колебаний сетки в противофазе с виброрамой, обеспечивает лучшие условия для транспортирования шлама и большую долговечность. Еще один существенный недостаток гибких кассет – выгнутая вверх рабочая поверхность, что приводит к преимущественному течению раствора вдоль бортов. Жесткие кассеты свободны от этого недостатка.

Единственный изъян жестких кассет в сравнении с гибкими – более высокая стоимость. Расход ситовых кассет увеличивается, если технологические службы неоправданно завышают номенклатуру применяемых сеток по интервалам бурения, забывая, что вибросито – это, как правило, средство не основной, а предварительной очистки раствора.

Новыторским решением в создании сеток вибросит является сетка фирмы «Mi-Swaco» Duraflo на композитном каркасе. Запатентованная

система ремонта SNAP-LOK сеток DURAFLO для вибросита Brandt VSM 300 сокращает время ремонта до двух минут. Необходимо просто снять сетку с вибросита и вставить сделанную на заводе заглушку. Данная система позволяет избежать необходимости извлечения поврежденного ситового полотна и не требует времени на разрезание, склеивание или соединение. Полотно XR MESH обеспечивает увеличенный срок службы и исключительную пропускную способность. Соединение полотна XR MESH с технологией композитного каркаса DURAFLO позволяет достичь исключительно повышенную пропускную способность, что в свою очередь сокращает нагрузку на полотно по сравнению с обычными ситовыми панелями, еще более продлевая срок его службы. Неоспоримым преимуществом сеток на композитном каркасе заключается в их быстрой замене в случае необходимости.

Опыт применения вибросит для очистки бурового раствора показал, что эффективность очистки возрастает по мере увеличения времени нахождения частиц на сетке. Этого можно достичь увеличением длины сетки, снижением скорости потока, уменьшением угла наклона сетки, изменением направления перемещения частиц, уменьшением амплитуды колебаний сетки, одновременным использованием двух последовательных или параллельных сеток.

Для очистки бурового раствора используют сетки с переплетениями проволок четырех типов: квадратным, прямоугольным, диагональным и двойным голландским. Наиболее часто используется квадратное переплетение, затем - прямоугольное, реже - диагональное и очень редко - голландское. При прочих равных условиях с помощью сеток с квадратным переплетением удаляют больше шлама, чем сетками с прямоугольным переплетением. Но при прямоугольном переплетении появляется возможность плести сетку из более толстой проволоки, поэтому такие сетки более долговечны.

В практике отечественного бурения широко используются одноярусные сдвоенные вибросита СВ-2 и СВ-2Б, ЛВС-1, а также одноярусные двухсеточные вибросита ВС-1.

Вибросито ЛВС-1 с линейными колебаниями разработано по аналогии с лучшими зарубежными образцами подобной продукции. Линейное одноярусное вибросито ЛВС-1 предназначено для очистки бурового раствора от частиц выбуренной породы при бурении нефтяных и газовых скважин. Оснащено двумя гибкими трехслойными кассетами. В зависимости от исполнения оборудования величина возмущающей силы вибратора может регулироваться (рис.12).



Рисунок 12 – Вибрационное сито ЛВС-1 [13]

Вибрационное сдвоенное вибросито СВ-2 (рис. 11) предназначено для очистки бурового раствора от шлама при бурении глубоких скважин в любых типах пород. Оно состоит из рамы 1, распределительного желоба 2, двух электродвигателей 3, ограждения 4, вибрирующей рамы 5, амортизаторов 6 и барабанов для натяжения сетки 7. Боковые стенки, приваренные к полозьям опорной рамы, образуют ванну, в которую поступает очищенный буровой раствор. На опорной раме установлены распределительный желоб и две вибрирующие рамы. Распределительный желоб устроен таким образом, что обеспечивает прием бурового раствора с трех сторон и подачу его на сетку вибрирующей рамы через два сливных лотка. Выравниватели сливных

лотков обеспечивают равномерное распределение раствора по ширине сетки. Выравниватели могут полностью перекрыть сливные лотки желоба.

В центре распределительного желоба выполнено окно, с помощью которого желоб соединяется с ванной вибросита. Поэтому при закрытых выравнивателями лотках и поднятом вверх угловым шибером раствор будет поступать непосредственно в ванну, минуя сетку. Окно перекрывается угловым шибером.

Колебательное движение сеткам сообщают вибраторы, приводимые в движение двумя электродвигателями. Каждая вибрирующая рама опирается на четыре резиновых амортизатора и имеет вибратор с эксцентриковым валом. На концах вибрирующей рамы установлены два барабана с храповыми механизмами. Между барабанами натягивается рабочая часть сетки, и ее запасная часть, которая в два раза больше рабочей, наматывается на верхний барабан вибрирующей рамы. По мере износа сетки перематывают на нижний барабан до полного износа по всей длине.

Вибрационное сито СВ-2Б представляет собой модернизированный вариант сита СВ-2. Оно рассчитано для установки непосредственно над емкостью ЦС и поэтому не имеет ванны для приема очищенного раствора. Кроме того, к корпусной стенке распределительной коробки приварены патрубки диаметром 325 и 60 мм. К 325-мм патрубку присоединяют растворопровод, идущий от устья скважины; 60-мм патрубков с фланцем через задвижку соединяется с вспомогательным нагнетательным трубопроводом блока очистки.

Конструкция вибрирующих рам, барабанов с сеткой и приводов вибраторов аналогична конструкции этих узлов на сите типа СВ-2. Технологические характеристики этих вибросит одинаковые.

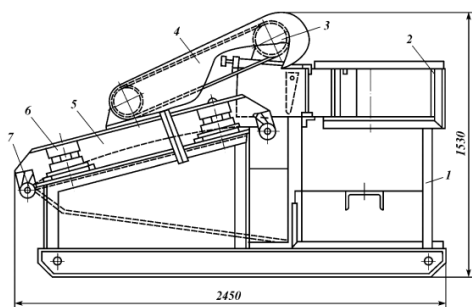


Рисунок 13 – Вибрационное сито СВ-2 [3]

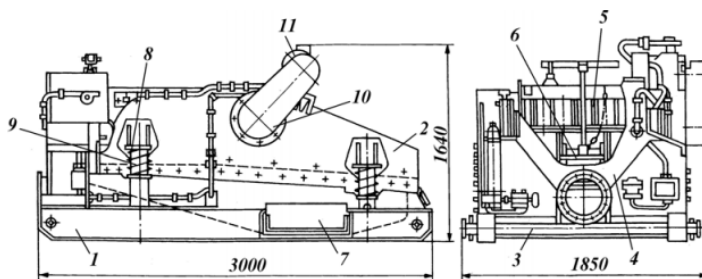


Рисунок 14 – Вибрационное сито ВС-1 [3]

.Вибрационное сито ВС-1 значительно сложнее описанных выше, но более эффективно, особенно при очистке утяжеленных буровых растворов (рис. 14). Сито состоит из станины 1 для крепления вибросита на блоке очистке ЦС (станина является также сборником и распределителем очищенного раствора) и вибрирующей рамы 2, предназначенной для непосредственной очистки бурового раствора путем процеживания его через сменные вибрирующие сетки и сброса шлама в отвал. Станина представляет собой пространственную конструкцию, выполненную из профильного проката. Полозья-сани соединены между собой двумя трубами 3 и листом-поддоном. На полозьях устанавливается приемная емкость 4 для поступающего из скважины бурового раствора. В верхней части приемной емкости смонтированы поворотные распределители потока 5, с помощью которых обеспечивается равномерная подача раствора на сетку. Распределители могут фиксироваться под любым углом к потоку. Если необходимо подавать раствор, минуя сетку, приемная емкость имеет клиновой шибер 6, степень открытия которого регулируется вручную и фиксируется цепью. По бокам полозьев-саней выполнены отверстия, позволяющие выпускать очищенный раствор. Отверстия закрываются плоскими шиберами 7.

На полозьях установлены четыре тумбы 8 для монтажа вибрирующей рамы. Связь между станиной и вибрирующей рамой осуществляется при помощи четырех витых цилиндрических пружин 9. Под козырьком приемной

емкости расположена ручная станция для периодической смазки подшипников вибратора.

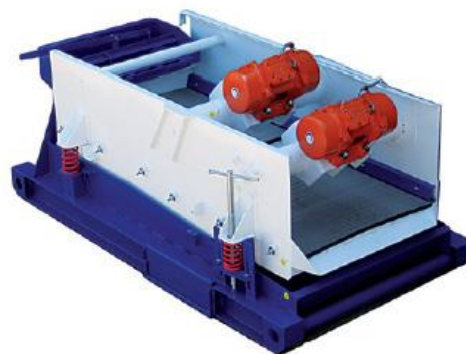
Вибрирующая рама по конструкции представляет собой закрепленное между боковинами основание для крепления сетки. Кроме основания сетки боковины скрепляются стяжной трубой, корпусом вибратора и рамой привода. В корпусе вибратора 10, размещен вал, на обоих концах которого установлены дисбалансы, создающие необходимую амплитуду колебаний. На раме привода размещен электродвигатель 11, обеспечивающий нужную частоту колебаний, а на противоположном конце расположены грузы, уравнивающие привод. Передача движения от двигателя к вибратору осуществляется двумя клиновыми ремнями.

Вибросито ВС-1 оснащается двумя заделанными в кассеты сетками. Используются сетки с размерами ячейки 0.16*16; 0.2*0.2; 0.25*0.25; 0.4*0.4 и 0.9*0.9 мм. Первая сетка устанавливается горизонтально, а вторая – с наклоном около 5° к горизонту. Поперечное натяжение каждой сетки осуществляется подпружиненными болтами с усилием до 50 кН. Траектория колебаний сеток эллиптическая.

Некоторые российские заводы также перешли к производству вибросит с жесткими кассетами. Таковы, например, вибросита серии «Пульсар» производства ООО «Компания «Техномехсервис» и ЗАО «ПромКомплектСервис». Образцы такого вибросита представлены на рис. 15 и 16. Вибросита оснащаются жесткими кассетами, имеют регулируемый угол наклона виброрамы, может снабжаться мотор-вибраторами как отечественного, так и зарубежного производства.



***Рисунок 15 – Вибросито «Пульсар»
с жесткими ситовыми кассетами
[6]***



***Рисунок 16 – Вибросито с
однаправленными
эллиптическими траекториями
колебаний конструкции ООО
«Компания «Техномехсервис» [6]***

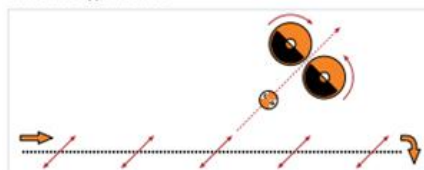
Стоит отметить, заметное направление развития отечественных вибросит – появление на рынке систем с однонаправленными эллиптическими траекториями колебаний. На зарубежных виброситах это достигается либо пространственным расположением вибраторов, либо добавлением третьего вибратора к имеющимся двум на обычном линейном вибросите. В свое время также без особых объяснений американская промышленность перешла от низкочастотных эллиптических вибросит к высокочастотным линейным. Кстати, если исходить из традиций российской научной школы, то для получения однонаправленных эллиптических траекторий колебаний виброрамы совсем не обязательно использовать третий вибратор или разворачивать вибраторы в пространстве. Этого можно достичь соответствующим подбором положения по отношению к центру тяжести виброрамы двух параллельно расположенных разных по вынуждающей силе вибраторов. Такое вибросито, разработанное в ООО «Компания «Техномехсервис», показано на рис. 16.

Одним из крупнейших производителей очистного оборудования для буровых растворов является компания MI-Swaco. Компания объединила технологию линейного и сбалансированного эллиптического движения для

создания принципиально нового вибросита двойного действия Mongoose PT (рис. 17).

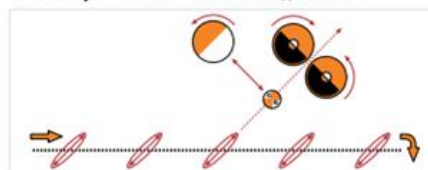


Линейное движение



- Коэффициент перегрузки G достигает 6
- Ускоряется передвижение шлама
- Увеличивается пропускная способность вибросита
- Позволяет работать на высоких производительностях
- Увеличивает объемы переработки шлама

Сбалансированное эллиптическое движение



- Однородное эллиптическое движение во всех точках виборамы
- Снижает силу перегрузки (максимальный коэффициент перегрузки G - 5)
- Оптимизирует удаление твердой фазы
- Повышает объемы восстановления буровых растворов
- Более сухой шлам
- Увеличивает срок службы ситовых панелей

**Рисунок 17 –
Вибрационное сито
Mongoose PT [5]**

**Рисунок 18 – Сравнение сбалансированного
эллиптического движения с линейным
движением [5]**

При смене условий бурения вибросито Mongoose PT с двумя режимами движения может быть отрегулировано «на ходу». Простым щелчком переключателя на блоке управления можно изменить линейное движение вибросита на сбалансированное эллиптическое. При этом нет необходимости в приостановке работы или отключении устройства.

При функционировании вибросита Mongoose PT в умеренном режиме сбалансированного эллиптического движения воздействие сил перегрузки на шлам снижается, а время пребывания частиц на ситовых панелях увеличивается. В результате твердая фаза становится суше, показатели восстановления бурового раствора улучшаются, срок службы ситовых панелей увеличивается, а эксплуатационные расходы сокращаются.

Использование вибросита в режиме линейного движения особенно эффективно при бурении верхних участков скважины, в которых встречаются тяжелые крупные частицы твердой фазы. В этих интервалах вибросито должно вырабатывать большие силы перегрузки, чтобы эффективно перемещать по ситовым панелям буровой шлам высокой плотности (рис. 18).

Вибросита Mongoose PT могут быть объединены для увеличения производительности. Два и даже три вибросита могут быть заранее соединены на заводе и смонтированы вместе на одной раме, используя при этом одну приемную емкость. Вибросита монтируются с помощью одной подъемной операции, что позволяет быстро подготовить их к работе. Уменьшение количества подъемных операций помогает облегчить монтаж и сделать его менее затратным.

На многих проектах приоритет отдается малогабаритному оборудованию с высокой производительностью. При этом скорости и условия бурения изменяются по мере разработки скважины, поэтому оборудование очистки должно справляться с разными типами выбуренной породы.

При использовании дорогостоящих буровых растворов особое значение имеет возможность их максимального восстановления. Вибросито двойного действия Meerkat PT (рис. 19) не только справляется с большими объемами шлама, образуемыми в верхних участках скважины (линейное движение), но и переключается в процессе работы на сбалансированное эллиптическое движение для увеличения времени обработки шлама.



Рисунок 19 – Вибросито Meerkat PT [5] Рисунок 20 – Вибросито MD-3 [5]

Вибросито модульного типа MD-3 с несколькими рамами (рис. 14). Конструкция вибросита позволяет производить отходы, соответствующие самым высоким требованиям по сухости. Конфигурация вибросита MD-3 может быть изменена при необходимости обрабатывать большие объемы

раствора или восстанавливать материалы для борьбы с поглощениями во время операций по укреплению ствола скважины. Эксплуатационная гибкость проявляется в том, что стандартные модели вибросита могут работать от различных источников питания, применяемых во всем мире (230, 400, 460, 575 и 690 В), и при этом соответствовать региональным характеристикам опасных зон (UL, CE, ATEX, и NORSOK). Раствор и шлам движутся по всем трем рамам вибросита, что позволяет максимально использовать площадь сеток и увеличить пропускную способность. Также имеется возможность регулировать угол наклона в соответствии с изменениями в условиях бурения.

В линейке компании ООО "ПК" Джи Форс Сепарейшн" представлены 3х,4х, 5и панельные вибросита для различных производственных задач, а также двухъярусные модели, позволяющие экономить пространство за счет совмещения линейного вибросита и ситогидроциклонной установки. Вибросито типа G-Force с линейным типом колебаний является высокоэффективным оборудованием, использует каркасные кассеты типа Swaco, имеет минимум деталей подверженных износу, основные из которых являются взаимозаменяемыми с моделями иностранных производителей. Мотор-вибратор имеет усиленную конструкцию, разработанную для тяжелых условий эксплуатации, и в отличие от некоторых иностранных моделей полностью ремонтпригоден.

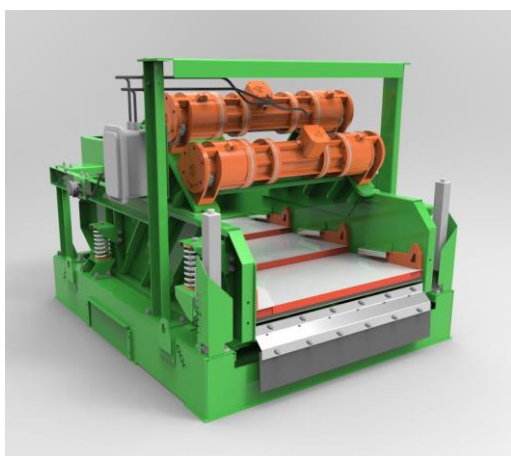


Рисунок 21 – Вибросито для очистки бурового раствора G-Force

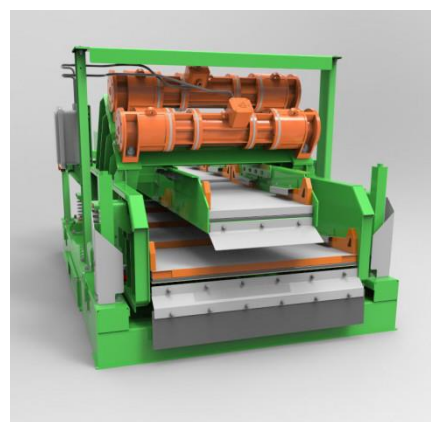


Рисунок 22 – Вибросито для очистки бурового раствора G-Force 270 -4P/2

HL Петро HZG703 используется для удаления из раствора частиц шлама с помощью комбинации линейных и эллиптических колебаний. Его особенностями являются использование легированной стали для повышения прочности элементов сита, а также термообработка сеток для снижения абразивного износа.

Вибросито АДМ Дриллинг имеет простую и надежную систему уплотнения ситовых кассет, регулировка угла наклона виброрама винтом с трещоткой, легкоъемные шторки для защиты от брызг, надежная герметизация второго бокового слива, герметичная заслонка в приемнике. Виброрама выполнена облегченной, что позволяет получить на серийных вибраторах высокое виброускорение не менее 7g. Предлагаемая конструкция, в отличие от аналогов, не содержит импортных узлов и не нуждается в поставках дорогостоящих запчастей. В частности, уплотнение кассет осуществляется обычным резиновым шнуром или трубкой, а домкраты комплектуются легкоъемными и заменяемыми винтами.



Рисунок 23 – HL Петро Hzs703 бурения жидкости твердый контроль линейных перемещений горючих сланцев вибрационного сита

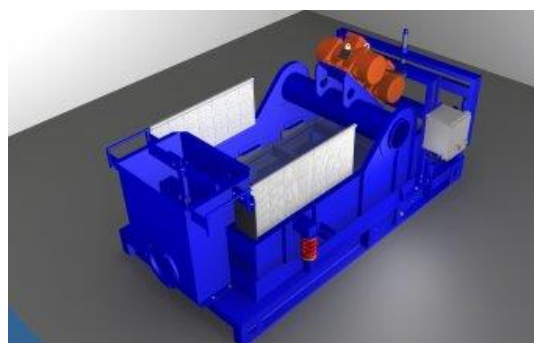


Рисунок 24 – Вибросито АДМ Дриллинг

Вибросито серии Hunter компании SHENYU GROUP имеет динамическую нагрузку до 7,5 G с возможностью ее регулировки в зависимости от состава бурового раствора. Станина имеет термообработку, а

нижняя выполнена из нержавеющей стали для повышения срока службы. Вибрационное сито выполнено по стандартам: IECEx, ATEX, UL, DGMS, CE, ГОСТ. Сетки более долговечные и износостойкие и выполнены из композитных материалов.



Рисунок 25 – Вибросито компании Shenyu Group



Рисунок 26 – Сбалансированное эллиптическое вибросито ВЕМ-3 «Swaco»

Сбалансированное эллиптическое вибросито (ВЕМ-3) представляет собой конструкцию открытого типа с одним уровнем и тремя сетками общей полезной площадью 3,13 м². Обеспечивает улучшенное удаление твердых частиц, максимизирует возврат буровой промывочной жидкости и имеет лучшую производительность по сравнению с другими идентичными по размерам моделями. ВЕМ-3 «Swaco» при расходе насоса 35 л/с, размере сеток 180 меш позволяет обрабатывать значительно большие объемы в отличие от линейного вибросита. Это достигается за счет равномерного распределения эллиптического движения на виброраме, соответственно, при меньшей разрушительной силе, направленной на частицы породы при максимальном ускорении силы тяжести (G-фактор). Конструкция вибросита включает жалюзи для равномерного распределения потока бурового раствора по всей ширине сетки.



Рисунок 27 – Сбалансированное эллиптическое вибросито ВЕМ-600

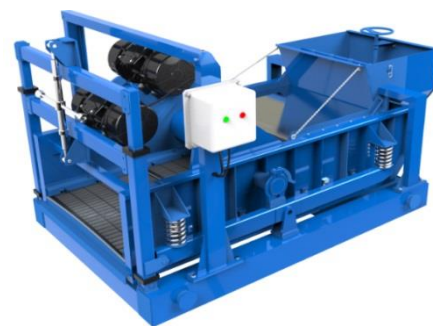


Рисунок 28 – Вибросито LS703 (Германия)

Вибросито ВЕМ-600 сбалансированного эллиптического действия второго поколения. Имеет пневматическую систему крепления сеток. За счет установки пневмогидравлического домкрата имеется возможность дистанционного регулирования угла наклона рамы. Механизм крепления сеток и регулировки угла рамы запитывается от пневматической системы буровой установки. Имеет встроенное сито предварительной очистки. Оборудовано съемной приемной емкостью, распределителем потока и высококачественными вибраторами, поддоном между верхним и нижним уровнями сеток. Другие конструктивные особенности: конструкция состоит полностью из нержавеющей стали; увеличена полезная площадь рабочего полотна; наличие индикатора положения угла рамы.

Вибросито LS703 - основание и рама вибросита бурового раствора являются сварной конструкцией, электродвигатель и доска сита монтируются на раме сита. Рама вибросита находится на балке регулирования. Также на раме сита имеются амортизационные пружины, которые установлены в четырех местах. Вибрация рамы не влияет на окружающее оборудование. На основании сита находится три доски сита, закрепленные болтами. Поперечная и продольная планки вместе обеспечивают достаточную прочность рамы, что в процессе работы увеличивает ресурс сита и его эффективность.



Рисунок 29 – Вибросито Falcon

Компактное вибросито высокой производительности **Falcon**. Компактные габариты обеспечивают возможность работы в ограниченном пространстве при сохранении высоких технических параметров. Увеличенная сила колебания до 7,5 G и высокая пропускная способность вибросита. Линейный режим вибрации обеспечивает высокие показатели эффективности сепарации твердой фазы бурового раствора и существенно повышает пропускную способность.



Рисунок 30 – Вибросито Flo-Line Derrick

Вибросито Flo-Line модели FLC 503 производства корпорации Derrick представляет собой линейное вибросито с двумя двигателями, предназначенное для тонкодисперсной сепарации с применением в буровой индустрии. Модульная конструкция оборудования обеспечивает эксплуатационную гибкость при работе. Все оборудование марки Derrick имеет специальное покрытие, для того чтобы противостоять воздействию абразивной и коррозионной среде. Для того чтобы добиться в модели FLC 503 вибросита Flo-Line высокоскоростной тонкодисперсной сепарации пришлось объединить несколько ключевых особенностей конструкции. Вибрационные двигатели крепятся непосредственно к раме вибросита и располагаются над его основанием. Благодаря такому размещению двигателей удается максимально увеличить значение G и передавать его непосредственно на поверхность сетки. Плавающие подвески изолируют вибрирующую раму вибросита от опорной рамы. Рама, на которую крепятся сетки, слегка выгнута, что позволяет обеспечить необходимое натяжение поверхностей

сеток, конструкция которых защищена патентом Derrick. Этот способ натяжения позволяет повысить производительность сеток и увеличить их срок службы.

Анализ конструктивных исполнений вибрационных сит современных производителей показывает, что акцент при их проектировании делается на следующем:

- сокращение сроков замены деталей;
- увеличение межремонтного срока за счет совершенствования конструкций и материалов для изготовления сеток и основных элементов вибрационных сит;
- увеличение времени пребывания частицы шлама на вибрационном сите наряду с возможностью изменения его пропускной способности за счет варьирования типов колебаний;
- возможность регулировки работы вибрационного сита в широких пределах, зачастую, дистанционно.

Гидроциклоны и ситогидроциклонные установки

Гидроциклон – один из наиболее сложных аппаратов, используемых для очистки флюидов от механических примесей. Его технологические характеристики меняются при изменении любого геометрического размера [13].

Классификация гидроциклонов разнообразна и делится по следующим критериям.

по назначению: осветлители – для очистки жидкостей от твердых частиц; сгустители – для сгущения суспензий; классификаторы – для разделения жидких дисперсных материалов по размеру, плотности или форме включений; дегазаторы – для очистки жидкостей от растворенных газов; для разделения эмульсий.

по количеству потоков на выходе: двухпоточковые; многопоточковые.

по форме корпуса: цилиндрические; конусно-цилиндрические;

по взаимному направлению движения потоков: прямоточные (однонаправленные); противоточные.

по способу передачи среде вращения: напорные; низконапорные (открытые); роторные (турбоциклоны).

Технологические показатели работы циклона при разделении суспензии на жидкую и твердую фазы ухудшаются при уменьшении напора подающего насоса, увеличения вязкости или плотности подаваемой жидкости, повышении концентрации твердых частиц в суспензии, понижении плотности твердой фазы, уменьшении размера отделяемых частиц, резком отличии формы частиц от сферической, сокращении размера отверстия песковой насадки [2].

Под действием избыточного давления, создаваемое центробежным насосом, на выходе из насадки 10 (рис. 31) поток жидкости преобразуется в мощную струю, перемещающуюся по спирали вниз конуса 3. Отделившиеся более тяжелые частицы горной породы 5 на периферии вращающегося потока, соприкасаясь со стенкой конуса, поступают вниз и выбрасываются через разгрузочное отверстие 7 (насадку) в виде «веера».

В верхней внутренней части циклона, за счёт вращающейся струи создается разрежение (вакуум) 9, которое заполняется воздухом из атмосферы через шламовую насадку. Создающееся разрежение способствует своевременному отводу (отсосу) через сливную насадку 1 из циклона и далее в циркуляционную систему.

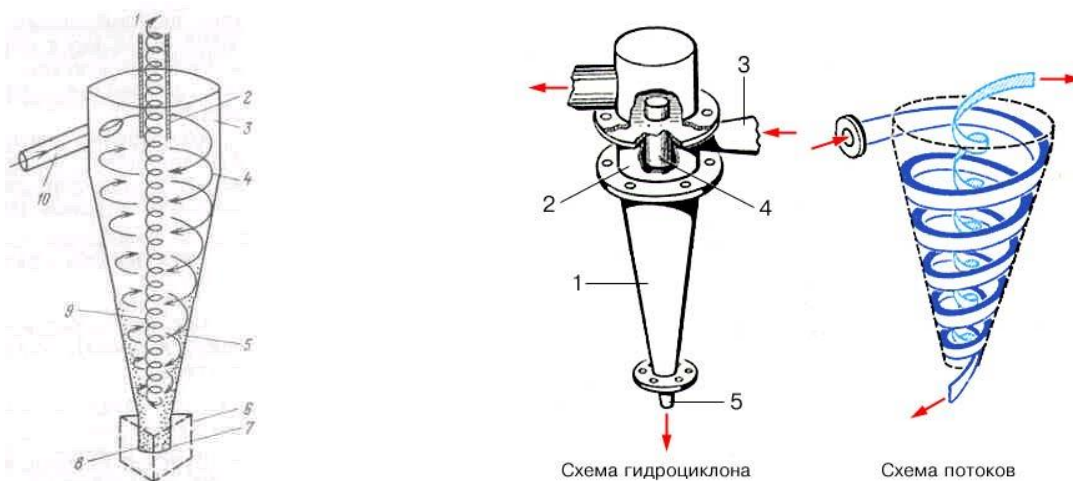


Рисунок 31 – Конструкция гидроциклона

Упрощенная картина работы гидроциклона следующая. Подлежащий очистке раствор насосом из циркуляционной системы подается под давлением в общий коллектор гидроциклонов, откуда с большой скоростью (до 20 м/с) через патрубок - в корпус каждого гидроциклона. Так как патрубок 3 выполнен тангенциальным, то раствор в корпусах приобретает вращательное движение и под действием центробежной силы занимает определенное положение. По оси гидроциклона образуется свободное пространство. Свободная поверхность раствора, вращающегося в неподвижном корпусе гидроциклона, имеет приблизительно цилиндрическую форму и ограничивает воздушный столб. Раствор сливается через патрубок в коллектор и выбрасывается в приёмную ёмкость. Поскольку раствор в гидроциклоне вращается, то на каждую частицу породы, находящуюся в нем, действует центробежная сила, которая заставляет частицы оседать на стенки корпусов. Под напором раствора, непрерывно поступающего в гидроциклон через патрубок, и под действием силы тяжести частицы движутся по стенкам не по окружности, а по спирали, постепенно опускаясь вниз к насадке, достигнув которого, они, сохраняя еще вращательное движение, вместе с небольшой частью раствора выбрасываются из насадки в пульпоприемник. Так как раствор все время уходит из гидроциклона через патрубок, то он уносит с собой и часть

воздуха, поэтому воздух все время засасывается через насадок внутрь гидроциклона.

Также гидроциклонные шламаотделители делят на песко- и илоотделители условно. Пескоотделители – это объединенная единым падающим и сливным манифольдом батарея гидроциклонов диаметром 150 мм и более. Илоотделителями называют аналогичные устройства, составленные из гидроциклонов диаметром 100 мм и менее. Число гидроциклонов в батареях песко- и илоотделителя разное [2]. На рис. 32 приведены размеры твердой фракции, удаленной из бурового раствора для различных диаметров гидроциклонов [10].

Линейная скорость раствора на входе в гидроциклоны песко- и илоотделителя примерно одинакова. При равной линейной скорости вращательного движения центробежная сила обратно пропорциональна радиусу вращения. Поэтому в гидроциклонах илоотделителя центробежная сила больше, чем в гидроциклонах пескоотделителя и илоотделитель может отделять более мелкие частицы и его очистная способность существенно выше. Хотя эффективность пескоотделителя ниже эффективности илоотделителя, он применяется для предотвращения перегрузки илоотделителя при больших скоростях бурения, когда в раствор поступает в единицы времени большое количество выбуренной породы.

Режим работы песко- и илоотделителя: давление на входе в пескоотделитель должно быть не менее 2,4 атм, а в илоотделитель - не менее 3 атм. При этом давлении обеспечивается необходимая пропускная способность гидроциклонов. При меньшем давлении резко падает очистная способность установок и возрастают потери раствора. Давление более 3,5 атм также недопустимо, так как при этом возрастает расход раствора через гидроциклоны, ухудшается очистка и увеличивается абразивный износ гидроциклонов.



Рисунок 32 – Диаграмма удаления твердой фракции для различных размеров циклонов [10]

Как и вибросита, эти аппараты должны обрабатывать весь циркулирующий буровой раствор при любой подаче буровых насосов. Считается, что производительность пескоотделителя должна составлять 125%, а илоотделителя – 150% от максимальной подачи насоса. Это позволяет гарантировать обработку всего потока бурового раствора на гидроциклонных шламоотделителях, а иногда использовать часть очищенного раствора для разбавления неочищенного и таким образом существенно повышать эффективность работы гидроциклонов.

В англоязычной литературе ситогидроциклонный сепаратор называют «mud cleaner», что в российских источниках часто переводят дословно как «очиститель бурового раствора». На самом деле более правилен термин «ситогидроциклонный сепаратор» [6], который был введен в отечественную промышленную практику в 1970-е гг. и более точно отражает суть данного устройства. Ситогидроциклонный сепаратор – это установка, состоящая из размещенных над виброситом гидроциклонных шламоотделителей – пескоотделителя и илоотделителя – с возможностью сброса пульпы на вибрирующую сетку. Вибросито оснащается сетками с минимально возможным размером ячеек порядка 40 – 50 мкм. Назначение такого устройства – удаление излишнего раствора из пульпы гидроциклонных шламоотделителей перед сбросом пульпы в отвал, то есть снижение потерь раствора на песко- и илоотделителе. Просеянная через сетку жидкость возвращается в циркуляцию и может направляться на доочистку в центрифугу [9].

Отметим, что зарубежные рекомендации в отношении применения ситогидроциклонных сепараторов на неутяжеленных растворах достаточно расплывчаты. В частности, в стандарте Американского нефтяного института RP13C указывается, что ситогидроциклонный сепаратор должен использоваться только на утяжеленных растворах [11], хотя все американские «очистители бурового раствора», поставляемые в Сибирь, предназначены исключительно для неутяжеленных растворов.

В иностранных справочнике ситогидроциклонные сепараторы рекомендуется использовать вместо пескоотделителей и илоотделителей в случае использования дорогостоящих буровых растворов или в циркуляционной системе закрытого типа (без шламовых амбаров) [9]. Но так как в последние годы «дешевые» растворы почти не применяются, а из-за ужесточения природоохранного законодательства закрытые циркуляционные системы стали повсеместным явлением, то получается, что ситогидроциклонные сепараторы должны использоваться практически всегда, что наблюдается на отечественных буровых.

Современные модификации гидроциклонов и ситогидроциклонных установок

В отечественной практике широко распространен гидроциклонный шламоотделитель типа ПГК, называемый пескоотделителем. Он представляет собой батарею из четырех параллельно работающих гидроциклонов диаметром 150 мм (рис. 33). Буровой раствор в гидроциклоны подается вертикальным шламовым насосом.

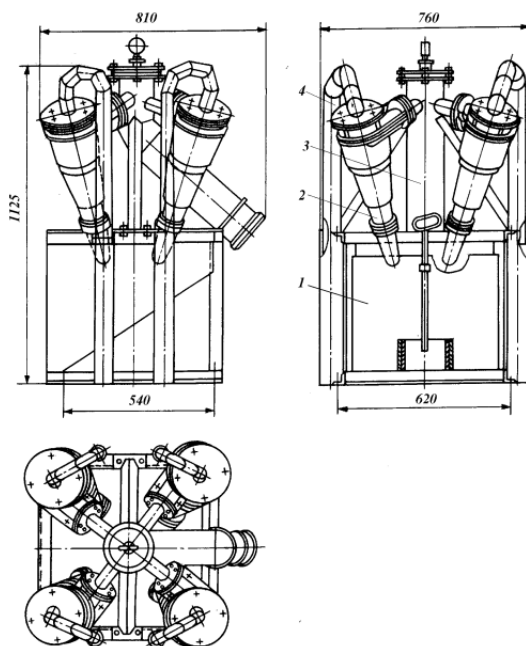


Рисунок 33 – Пескоотделитель 1ПГК [3]

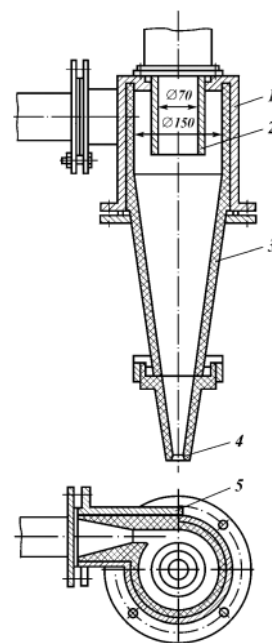


Рисунок 34 – Гидроциклон пескоотделителя 1ПГК [3]

Батарея гидроциклонов состоит из сварной рамы 1, четырех гидроциклонов 2, крестовины 3 и четырех отводов 4 с резиновыми рукавами. Внутренняя часть рамы выполнена в виде лотка с наклонным дном и люком. В передней торцевой стенке установлен шибер. При открытом шибере песковые насадки погружаются в раствор со шламом, вытекающим через верхнюю кромку передней торцевой стенки. При открытом шибере шлам свободно вытекает через люк.

Гидроциклон включает металлический корпус 1, внутри которого установлен цельнолитой полый резиновый или пластмассовый конус 3, питающую резиновую насадку 5 и металлическую сливную насадку. В нижнюю часть гидроциклона вставляется резиновая песковая насадка 4 с отверстиями 15 или 25 мм. Раствор из гидроциклона сливается по патрубку 2 (рис. 35).

В настоящее время применяют более надежные модели пескоотделителей ПГ-50 и ПГ-90 (число обозначает производительность в

л/с). Они отличаются более стойкими и совершенными по форме резиновыми элементами.

Кроме того, во многих районах России внедрены шламоотделители с гидроциклонами диаметром 75 и 100 мм, так называемые илоотделители. Они представляют собой блок из 12 –16 гидроциклонов, установленных на общей раме и имеющих общий ввод раствора, и поддон для сбора ила. Для подачи раствора используется вертикальный шламовый насос (ВШН).

Гидроциклон илоотделителя ИГ-45М - изготовлен из износостойкого полиуретана, а толщина стенок конусов в наиболее изнашиваемой части увеличена. Компактность конструкции позволяет удачно компоновать с другим оборудованием при монтаже систем очистки. Гидроциклон не требует регулировок в процессе работы. В зависимости от свойств бурового раствора устанавливаются быстросменные насадки с разным диаметром сбросовых отверстий. Гидроциклон может устанавливаться как отдельным узлом, так и в составе батареи.



***Рисунок 36 – Гидроциклон
илоотделителя ИГ-45М***



Рисунок 37 – Гидроциклон ГЦК-360

Гидроциклон ГЦК-360 (ТУ 3661-214-00217461-99) предназначен для очистки бурового раствора от песковых фракций при бурении нефтяных и газовых скважин. Применяется в составе циркуляционных систем буровых установок всех классов. Гидроциклон поставляется в собранном виде с комплектом сменных песковых насадок. Гидроциклон ГЦК (футерован

карбид кремнием) применяется в условиях с повышенным содержанием абразивных веществ. Футеровка из карбид кремния (SiC) обладает высокой стойкостью к истиранию, кислотам и щелочам, растворам солей, теплостойкостью, огнеупорностью. Конструкции гидроциклона цилиндрическая. Гидроциклон ГЦК изготавливается в металлическом корпусе.

Пескоотделители компании M-I SWACO модели D-Sander 2-12 и 3-12 спроектированы для удаления песка и абразивных частиц: 95% всех частиц размером до 74 микрон и более 50% частиц размером до 40 микрон (рис. 38). Пескоотделитель модели 2-12 производительностью 63 лит/с состоит из двух полиуретановых гидроциклонов диаметром 305мм. Каждый циклон состоит из четырех (4) заменяемых износостойких полиуретановых секций, скрепленных быстросъемными зажимными хомутами из нержавеющей стали. Пескоотделитель также включает манометр. и шламосборник. Особенностью илоотделителя M-I SWACO являются исключительные в своем роде полиуретановые сдвоенные конусы Twin Swacone, которые имеют уникальный угол конусности - 20° (в отличии от угла 15° на большинстве других устройств). Конструкция сдвоенных конусов обеспечивает производительность на 50% выше, чем у других конусов.

Российские заводы также производят ситогидроциклонные сепараторы, оснащаемые, как правило, различными типами пескоотделителей и илоотделителей. На рис 39 в качестве примера представлен ситогидроциклонный сепаратор производства ООО «Компания «Техномехсервис», выполненный на базе вибросита «Пульсар», пескоотделителя ПГ60/300 и илоотделителя ИГ-45М.



Рисунок 38 – Пескоотделители компании M-I SWACO модели D-Sander [5]



Рисунок 39 – Ситогидроциклонный сепаратор в составе: вибросито «Пульсар», пескоотделитель ПГ 60/300, илоотделитель ИГ-45М [6]

Спроектированные для обработки всего объема системы циркуляции (СЦ), вибросито-гидроциклонные установки компании M-I SWACO эффективно удаляют и осушают шлам, удерживая при этом дорогостоящие жидкости как из утяжеленных, так из неутяжеленных буровых растворов. Илоотделители 6Т4 (12 циклонов), 8Т4 (16 циклонов) или 10Т4 (20 циклонов) в сочетании с виброситом M-I SWACO обеспечивают производительность от 3406,9 до 5678,1 л/мин. Пескоотделитель модели 2-12 в сочетании с виброситом M-I SWACO обеспечивает производительность до 3785,4 л/мин. Комплектация «три в одном», включающая установленные над виброситом M-I SWACO пескоотделитель модели 2-12 и илоотделитель модели 6Т4 (12 циклонов), представляют наиболее универсальную комбинацию оборудования для сепарации и имеет производительность 3785,4 и 3406,9 л/мин соответственно.

Компания Intech Gmb производит гидроциклоны с полиуретановой или керамической футеровкой, имеет фотограмметрическую встроенную систему управления (для более тонкой сепарации/очистки), с закрепленным нижним сливным отверстием гидроциклона. Корпус выполнен из

нержавеющей стали, съемная изнашиваемая футеровка / съемная сливная насадка циклона / съемная ставка нижнего сливного отверстия выполнены из керамики. Для полиуретановой футеровки имеется ограничение: температура, она не может превышать 60 С.

Компания «Weihai Haiwang Hydrocyclone Co., Ltd » является одним из крупнейших поставщиков гидроциклонов в Азиатско- Тихоокеанском регионе. Она реализуют в следующих исполнениях: серия FX-GX ,корпус из низкоуглеродистой стали, футерованный резиной; серия FX-GT, корпус из низкоуглеродистой стали, футерованный керамикой; серия FX-PU футерованный полиуретаном; серия FX-GJ ,корпус из низкоуглеродистой стали, футерованный полиуретаном; серия FX-GK, корпус из низкоуглеродистой стали, футерованный износостойкой керамикой

Создание гидроциклона Cavex стало результатом поиска наилучших решений; его конструкция обеспечивает максимальную эффективность и производительность, а также более длительный срок службы по сравнению с обычными циклонами с эвольвентной или тангенциальной подачей.

В гидроциклоне Cavex не используется модификация конусовидной подачи, в нем применяется совершенно новая форма, которая существенно увеличивает производительность гидравлической системы, при сведении к минимуму износа в камере питания и сливной насадке. В результате снижаются эксплуатационные расходы, и требуется меньшее количество циклонов. Это достигается за счет максимального увеличения диаметра воздушного столба, который образуется во вращающейся массе жидкости в циклоне.

В результате значительно снижается турбулентность во всем гидроциклоне, износ становится более равномерным, увеличивается срок службы и повышается эффективность классификации. В обычных гидроциклонах пульпа подаётся без контроля потока, и возникающая турбулентность является причиной сильного износа футеровок.

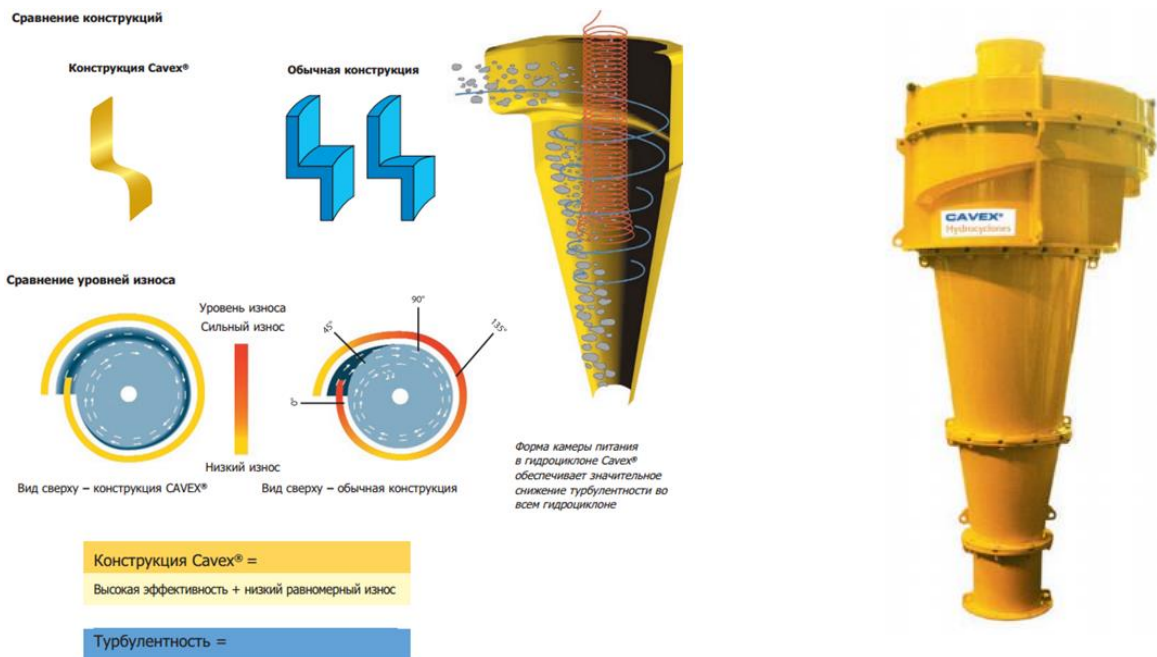


Рисунок 40 – Сравнение гидроциклонов Cavex с обычными гидроциклонами

Анализ конструктивных исполнений гидроциклонов современных производителей показывает, что акцент при их проектировании делается на следующем:

- увеличение ресурса быстроизнашивающихся элементов за счет применения новых типов материалов;
- повышение эффективности очистки бурового раствора за счет варьирования формы конуса.

Центрифуги

Центрифуга предназначена для очистки бурового раствора от выбуренной породы размером 2 - 44 мкм и регенерации утяжелителя. В центрифугах также используют центробежные силы для отделения тяжелой твердой фазы от жидкости и более легких компонентов бурового раствора. Центрифуга состоит из горизонтально расположенной конической стальной емкости (конус), вращающейся с высокой частотой (рис. 41).

Конус содержит шнек двухвинтового типа, вращающийся в том же направлении, что и стальной конус, но с несколько меньшей частотой. В шнеке имеется пустотелый шпindel, через который вводится буровой раствор.

Буровой раствор поступает в центрифугу через полу ось и распределяется в конусе. Центробежная сила, возникающая вследствие вращения стальной емкости, удерживает раствор в отстойнике на определенном расстоянии от стенок. В отстойнике частицы ила и песка отделяются от стенок, а лопасть конвейера перемещает твердую фазу в направлении к нижней части емкости, где она собирается в виде влажных частиц без свободной жидкости. Жидкость и глинистые частицы (размером 2 мкм), которые нельзя отделить с помощью центрифуги, отбираются, переливаясь из отверстий в широкой части емкости. Уровень жидкости в конусе регулируют, уменьшая или увеличивая диаметр выпускного отверстия.

В случае изменения значений вязкости, прочности геля и динамического сопротивления сдвигу может потребоваться обработка чистого бурового раствора с помощью добавления химических реагентов, бентонита и т. д. Затем кондиционный буровой раствор закачивают центробежными и буровыми насосами в скважину [10].

Таким образом, при использовании центрифуг в несколько раз возрастает межремонтный период насосного оборудования, увеличивается стойкость долот. Кроме того, облегчается управление свойствами буровых растворов [3].

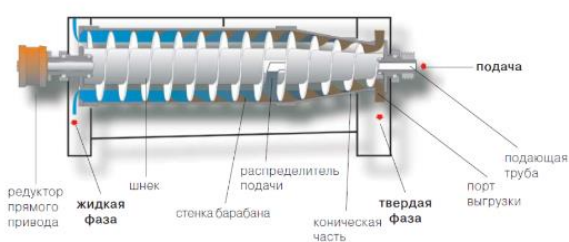
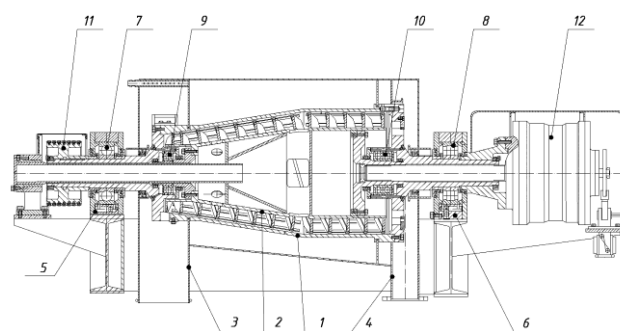


Рисунок 41 - Схема работы центрифуги [10]



**Рисунок 42 – Конструкция центрифуг:
1 – горизонтальный ротор с цилиндрическим и коническим участками;
2 – шнек; 3 – иламоприемник; 4 – приемник раствора; 5, 6 – цапфы;**

7, 8 – коренные подшипники; 9, 10 – подшипники; 11 – приводной шкив; 12 – планетарный редуктор

Установка для обработки бурового раствора на базе центрифуга позволяет вести безамбарное бурение, решая экологические проблемы. Основой установки является стандартная центрифуга бурового раствора.

При очистке неутяжеленных растворов удаляются частицы до 5 мкм, а также обезвоживаются сливы из песко- и илоотделителей. Применение установки позволяет вскрывать пласты при циркуляции бурового раствора плотностью 1,06 г/см³, получаемого без разбавления водой.

При работе с применением утяжеленных буровых растворов использование установки дает возможность вести бурение на одном объеме утяжелителя, выводя из раствора коллоидную фазу и исключая тем самым избыток нарабатываемого утяжеленного бурового раствора. Экономия барита при этом может составлять 40 – 60 % и более; а также существенно снижается расход химреагентов.

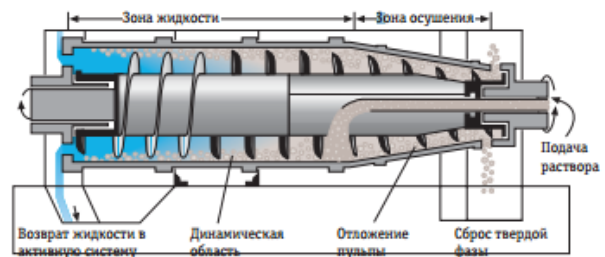
Установка комплектуется центробежным насосом и мембранным насосом для работы с утяжеленными буровыми растворами. В комплекте с блоком флокуляции центрифуги обезвоживают избыточный буровой раствор, возвращая жидкую фазу в оборотное водоснабжение.

Современные модификации центрифуг

Центрифуга 518 компании M-I SWACO (рис. 43) – первая высокоскоростная декантирующая центрифуга для обработки буровых растворов и жидкостей. Центрифуга обеспечивает высокую скорость восстановления раствора и эффективный контроль твердой фазы, что значительно сокращает расходы на рабочие жидкости (makeup fluids) и утилизацию. Сбалансированная конструкция центрифуги M-ISWACO позволяет работать в течение долгого времени при скорости от 1900 до 3250 об/мин и центробежной силе до 2100 G.



**Рисунок 43 - Центрифуга 518
компании M-ISWACO [8]**



**Рисунок 44 - Принцип работы
центрифуги 518 компании M-I
SWACO [8]**

Новизна конструкции включает более длинный ротор, что увеличивает время удержания и приводит к получению более сухого шлама и более мелким частицам отделения (более высокой точки отсечки). Точная балансировка обеспечивает более продолжительную работу на высоких скоростях вращения с большей эффективностью при минимальном техническом обслуживании и вынужденном простое.

В центрифуге M-ISWACO установлен высоко-скоростной точно сбалансированный вращающийся ротор из нержавеющей стали. Внутри ротора сплошной спирально-шнековый конвейер вращается в одном направлении с ротором, но с более низкой скоростью.

Загружаемая суспензия поступает через полую ось на узком конце и подается к ротору. Центробежная сила в 500G при скорости 1900 об/мин удерживает суспензию у стенок ротора в динамической области. Захваченные частицы ила и песка оседают и распределяются по стенкам ротора, затем они смещаются по направлению к выпускным отверстиям для сброса твердой фазы при помощи лопастей конвейера с карбидовольфрамовыми краями. Частицы ила и песка на выходе остаются влажными, но без присутствия свободной жидкости. На стадии свободной жидкости мелкие 2 – 3 микрона частицы проходят через незабивающиеся карбидовольфрамовые выпускные отверстия каналы их нержавеющей стали с наплавлением из твердой стали (рис. 44).

Центрифуга M-I SWACO CD 518 HV является сепаратором декантаторного типа. Декантатор представляет собой центробежный сепаратор с горизонтальной осью вращения. Особенности: квазисимметричный шнек обеспечивает повышенное проходное сечение потока, что сводит к минимуму турбулентность; повышенная износоустойчивость лопастей шнека за счет напайки карбид-вольфрамовых пластин, и соответственно меньший объем обслуживания; возможность регулирования центробежной силы и настройки дифференциальной скорости для повышения эффективности сепарации; высокая коррозионная стойкость за счет применения нержавеющей стали в корпусе.

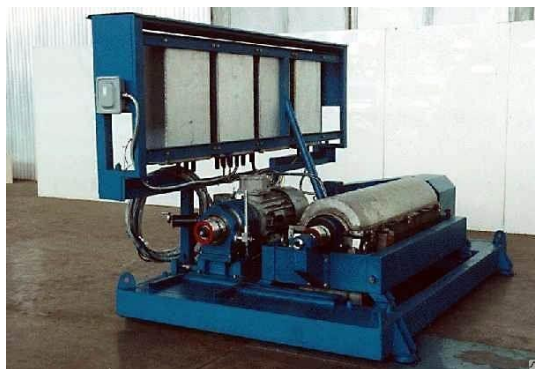


Рисунок 45 - Центрифуга Mi-Swaco CD 518 HV *Рисунок 46 - Центрифуга ОГС-352К-02*

На основании эксплуатации центрифуги ОГС-352К-02 буровыми предприятиями, можно сделать вывод, что одним из основных дефектов является выход из строя пластин шнека и трудности связанные с его ремонтом, большой пусковой момент при включении центрифуги и не плавное регулирование скоростей.

Центрифуга 518 имеет высокую скорость и высокую производительность. В структуре устройства главного привода можно изменить частоту вращения ротора (1900, 2500, 3200 об./мин) с помощью ступенчатых шкивов. Диапазон частот вращения валов главного и вспомогательного приводов контролируется двумя гидравлическими преобразователями крутящего момента, следовательно, можно производить

запуск центрифуги без дополнительных перегрузок, а также плавную регулировку скорости вращения барабана и шнека.



Рисунок 47 - Центрифуга MI-SWACO – 518



Рисунок 48 - Центрифуга FORWARD LWG450

Усовершенствованная и высокотехнологичная конструкция центрифуги FORWARD LWG450, а также точная балансировка барабана и шнекового конвейера обеспечивают бесперебойность работы в течение долгого времени. Износостойкий барабан и шнековый конвейер, выполненные из нержавеющей стали, обладают антикоррозионными свойствами, а также устойчивы к химическому воздействию, обеспечивая долговременную безаварийную эксплуатацию и незначительные затраты на техническое обслуживание и ремонт.

Барабан центрифуги GN LW363 сделан из дуплексной нержавеющей стали 2205 методом центробежного литья. Защита в шнеке: с установлением карбидных вольфрамовых пластин для длительного срока службы и простоты при смене. На распределительном выходе шнека и выпускном выходе барабана защищены путем карбидного вольфрамового кольца. В конструкции используются оригинальные SKF подшипники для длительного срока и надежной работы. Также GN центрифуга имеет отношение длины и диаметра барабана более 3, чтобы получить хорошую эффективность.



Рисунок 49 - Центрифуга GNLW363



Рисунок 50 - Центрифуга HS3400-DREXEL

Отличительная черта центрифуг HS-3400 - высокая производительность в широком диапазоне применений и условий. Контактующие с раствором детали выполнены из нержавеющей стали, а области повышенного износа полностью укреплены карбидом вольфрама. Можно провести регулировки для оптимизации работы центрифуги, например в зависимости от плотности и вязкости раствора, содержания механических примесей и размера частиц. Регулируемые сливные пластины позволяют регулировать глубину пула: более глубокий для высокого содержания механических примесей, менее глубокий для небольшого содержания механических примесей.

Анализ конструктивных исполнений центрифуг современных производителей показывает, что акцент при их проектировании делается на следующем:

- увеличение ресурса быстроизнашивающихся элементов за счет применения твердых сплавов (карбид вольфрама);
- повышение эффективности очистки бурового раствора за счет возможности варьирования работы центрифуги.

Дегазаторы

Дегазатор - технологическая установка для дегазации бурового раствора, выполняющая следующие функции: восстановление удельного веса буровых промывочных растворов после их грубой очистки от выбуренной породы;

выделение из бурового раствора попутных газов и направление их в газоздушную линию; использование либо в качестве первой ступени очистки раствора от газа, либо в качестве второй ступени после газового сепаратора (в случае метода бурения при равновесном и несбалансированном давлении в скважине).

Газосепараторы и дегазаторы предназначены для очистки бурового раствора от загрязняющего его газа. Если буровой раствор загрязнен не сильно и газ не токсичен, то используется только дегазатор, а если газа много и он токсичен, то используется комбинация газосепаратора и дегазатора.

В конструктивном и технологическом плане дегазаторы делятся на: вакуумные; центробежно-вакуумные; атмосферные. Дегазаторы вакуумного типа по механизму работы делятся на дегазаторы циклического и непрерывного действия. Вакуумные дегазаторы циклического действия представляют собой автоматизированные установки, в основе которых двухкамерная герметичная ёмкость. Камеры включаются последовательно при запуске золотникового устройства. Таким образом, производительность по раствору достигает 25-60 л/с.

Дегазаторы вакуумного типа с механизмом непрерывного действия представлены горизонтальными цилиндрическими ёмкостями с наклонными пластинами, располагающимися в верхних частях этих ёмкостей. Механизм работы: буровой раствор аэрируется, под действием вакуума поступает в камеру и там дегазируется, образуя тонкий слой на пластинах цилиндрических ёмкостей. В основе дегазатора центробежно-вакуумного типа - цилиндрический вертикальный корпус, дегазируемый буровой раствор разбрызгивается на стенки этого корпуса (раствор поступает в подводящий трубопровод под действием вакуума). Производительность этого механизма доходит до 50,5 л/с. В атмосферном дегазаторе буровой раствор выделяется радиально на стенки цилиндрической вертикальной камеры. В результате удара и распыления выделившийся газ уходит в атмосферу либо

отсасывается воздуходувкой. Атмосферным механизмом производительность дегазатора может достигать до 38 л/с.

Конструктивно газовый сепаратор (см. рис. 51) представляет собой герметичный баллон объемом до 4 м³ с целым рядом патрубков: входным 1, газовым 2, сливным 3 и шламовым 4. Входной патрубок расположен тангенциально.

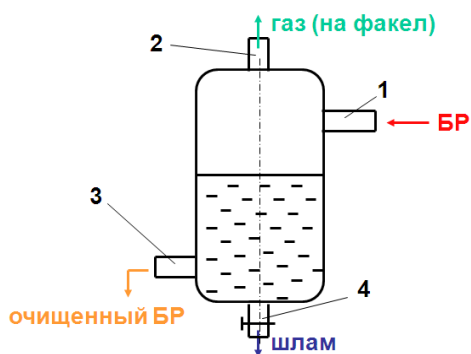


Рисунок 51 – Принцип работы газового сепаратора



Рисунок 52 – Принцип работы дегазатора

При тангенциальном вводе загазированного бурового раствора в сепаратор: резко снижается скорость потока бурового раствора; поток приобретает вихревое движение (возникает центробежная сила). В связи с этим газовый сепаратор объединяет в себе два способа разрушения пузырьков газа: экранный, работающий на принципе резкого торможения потока; центробежный, работающий на принципе вращения потока бурового раствора. Сочетание этих способов и обеспечивает интенсивное выделение газа из жидкости (действуют силы инерции и гравитации).

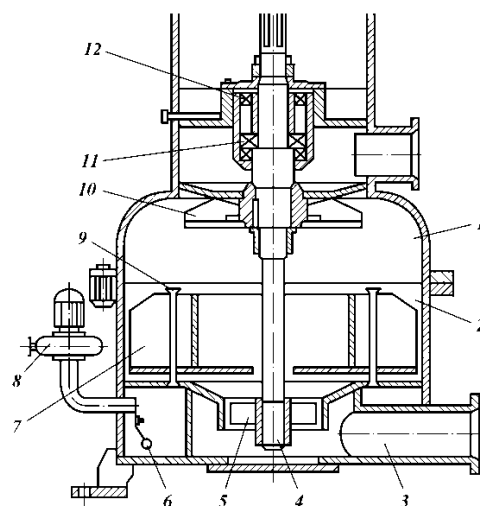
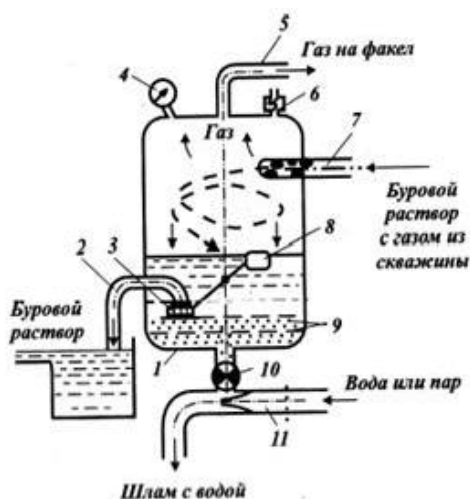


Рисунок 53 – Схема устройства газового сепаратора: 1 – полость ГС; 2 – линия подачи раствора на вибросито; 3 – регулятор уровня раствора; 4 – манометр; 5 – трубопровод для отвода газа; 6 – предохранительный клапан; 7 – линия подачи бурового раствора из скважины; 8 – поплавок; 9 – илам; 10 – задвижка; 11 – эжекторное устройство

Рисунок 54 – Схема центробежно-вакуумного дегазатора: 1, 2 - части корпуса; 3 - труба; 4 - вал; 5 - осевая турбина; 6 - клапан; 7 - пластинчатый деструктор; 8 - вентилятор; 9 - патрубки для отвода газа; 10 - ротор; 11, 12 – подшипники

В основу работы используемых в бурении дегазаторов (рисунок 54) положен барометрический способ разрушения газовых пузырьков (изменение давления путем вакуумирования) [12].

При всех закрытых клапанах включается вакуум-насос. Как только разрежение достигает заданной величины, приемный клапан открывается и загазированный буровой засасывается в камеру, где освобождается от газа, который отсасывается вакуум-насосом. Когда уровень бурового раствора в камере достигает максимально допустимой высоты, открывается выпускной (соединяет камеру с атмосферой) и сливной клапаны.

В используемых в зарубежной практике атмосферных аппаратах дегазация бурового раствора происходит в результате турбулизации тонкого плоского потока. Обычно раствор в дегазатор такого типа поступает при подаче насоса примерно 35 л/с, чтобы скорость течения на входе в дегазатор составляла примерно 1 м/с. В камере дегазатора имеется система наклонных плоских перегородок, по которым стекает, периодически завихряясь, буровой раствор. Толщина слоя раствора на перегородках 10...15 мм, а длина пути раствора 3,5 м [11].

Современные модификации дегазаторов и газосепараторов

Центробежные дегазаторы MI SWACO воздействует на раствор, увеличивая силу воздействия на пузырьки газа для повышения их плавучести и высвобождения. По мере подъема к поверхности пузырьки

высвобождаются из раствора и далее разбиваются турбулентностью потока. Освобожденный газ и дегазированный буровой раствор затем по отдельности выводятся из установки.

Дегазатор «Каскад-40» предназначен для дегазации буровых растворов при бурении скважин на нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождениях. Дегазатор применяется в составе циркуляционных систем буровых установок всех классов. Выпускается в трех исполнениях: «Каскад 40-00», «Каскад 40-02», «Каскад 40-04». Дегазатор в любом из исполнений может комплектоваться специальной емкостью для бурового раствора.



Рисунок 55 – Дегазатор Mi-Swaco CD-1400



Рисунок 56 – Дегазатор «Каскад-40»

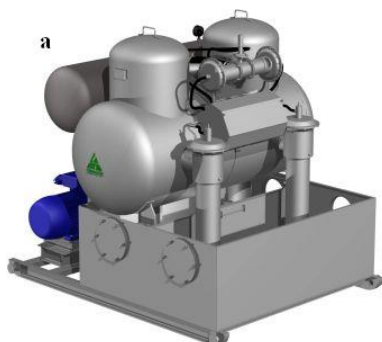


Рисунок 57 – Оборудование для очистки бурового раствора от газа: а – вакуумный дегазатор ДВС-3; б – дегазатор «Каскад-40»; в – гидрогазовый сепаратор



Рисунок 58– Вакуумный дегазатор серии GNZCQ

Анализ конструктивных исполнений дегазаторов и газосепараторов современных производителей показывает, что акцент при их проектировании делается на следующем:

- увеличение пропускной способности;
- увеличение ресурса за счет применения толстостенных деталей.

НАСОСНЫЙ БЛОК

Насосы поршневые и плунжерные

Буровые насосы — циркуляционное оборудование монтируемое на буровые установки, посредством которого обеспечивается подача и откачка бурового раствора из разрабатываемой скважины. Без использования таких насосов бурение будет невыполнимым из-за массивного загрязнения скважины и постоянных обвалов ее стенок.

Буровой насос обеспечивает подачу и циркуляцию раствора в скважине, который в свою очередь поднимает шлам (разбуриваемую породу) на ее поверхность, тем самым очищая дно забоя. В зависимости от конструктивного исполнения все агрегаты делятся на 2-ух и 3-ех поршневые.

В современной буровой промышленности повсеместно эксплуатируются насосы на 3 поршня, так как они имеют значительное преимущество в производительности и равномерности напора подачи.

Типовая конструкция бурового насоса состоит из двух зафиксированных на общей раме частей — механической и гидравлической. Механическая часть состоит из таких узлов как распределительный блок, редуктор, кривошипный механизм, приводной шкив, мотор и трансмиссионный вал.

Гидравлическая оснастка представлена блоком из 2-ух либо 3-ех клапанов, цилиндропоршневой группы, компенсатора давления, предохранительного клапана и блока охлаждения.

Вставные детали гидравлической части поршневого насоса (рис. 60): цилиндрические втулки 6, поршни 2, штоки 3, клапаны 4, крышки 1 и другие, размещаемые в гидравлической коробке 5, работают под высокой знакопеременной нагрузке в абразивосодержащей, химически активной среде, при повышенной температуре. К ним предъявляются следующие требования: высокая прочность и жесткость, повышенная долговечность, простота обслуживания и замены, невысокая стоимость.

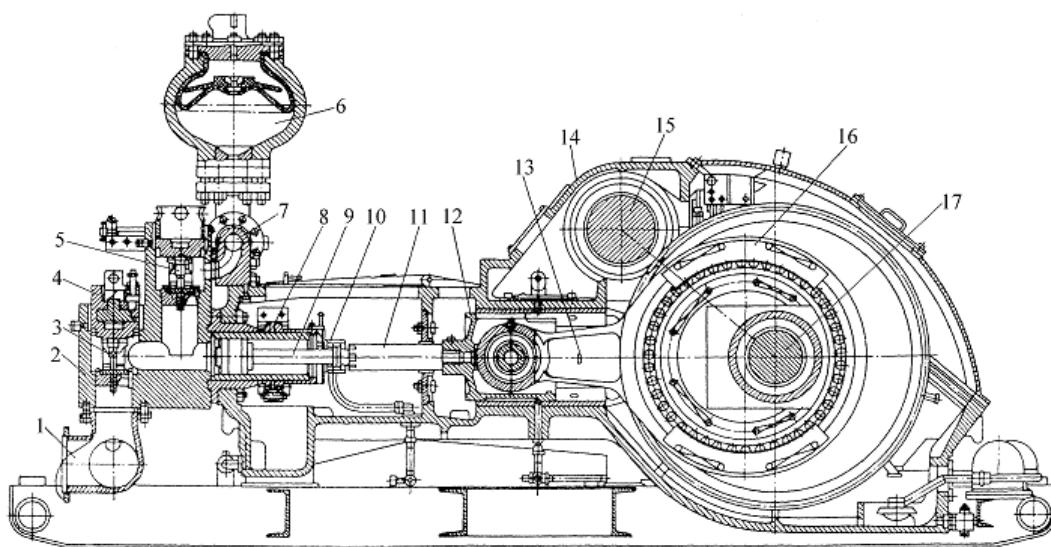


Рисунок 59 - Буровой насос НБТ-600: 1 — всасывающий коллектор; 2 — крышка клапанной коробки; 3, 5 всасывающий и нагнетательный клапаны; 4 — крышка клапана; 6 — пневмокомпенсатор; 7 — нагнетательный коллектор; 8 — цилиндрическая втулка; 9 — шток; 10 — быстроразъемный хомут; 11 — надшток; 12 — крестовина; 13 — шатун 14 — станина насоса; 15 — трансмиссионный вал; 16 — эксцентрик; 17 —

коренной вал.

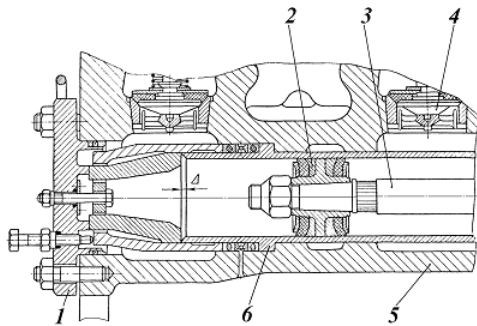


Рисунок 60– Гидравлическая часть поршневого насоса

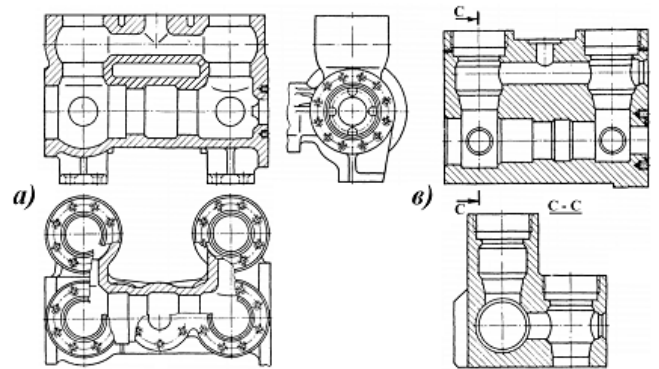


Рисунок 61 - Гидрокоробки поршневых насосов

Гидрокоробки выполняются одноцилиндровыми или многоцилиндровыми. Двухцилиндровые насосы, как правило, снабжаются индивидуальными коробками для каждого цилиндра. В некоторых конструкциях индивидуальные коробки после сборки их со станиной соединяются болтовыми соединениями или сваркой. В многоцилиндровых насосах гидрокоробки нередко выполнены в виде блока цилиндров.

В насосах низкого давления иногда применяют чугунные литые гидрокоробки. В насосах среднего и высокого давления используют стальные коробки, отдельные дефекты которых при изготовлении и эксплуатации могут быть устранены сваркой. Стальные литые коробки рис. 61 (а) используют при давлении не свыше 25,0 МПа, а кованные рис. 61 (в) – при более высоком давлении. Фирмы США нередко используют сварно-кованные гидрокоробки.

Необходимо, чтобы нагнетательный клапан располагался в верхней части коробки, а форма каналов была такой, чтобы газ или воздух, скапливающийся в цилиндре, мог свободно удаляться во время хода нагнетания через клапан в нагнетательный трубопровод.

В обеих торцовых частях гидрокоробки есть отверстия для размещения уплотнения штока и лобовой крышки, в верхних частях гидрокоробки - отверстия для установки нагнетательных клапанов и крышек, образования отводящих каналов, а в боковых частях – для установки

всасывающих клапанов. Раздельное расположение всасывающих и нагнетательных клапанов насоса вызвано необходимостью быстрого осмотра и обнаружения неполадок.

При конструировании гидравлической коробки следует отдавать предпочтение схеме с расположением гнезд для всасывающих клапанов с внешней стороны насоса (см. рис. 61, в), что облегчает обслуживание машины и способствует уменьшению её межцентрового расстояния. Важно по возможности сократить путь жидкости от всасывающего патрубка до поршня с целью уменьшения вредного пространства (объема цилиндра между всасывающим и нагнетательным клапанами за вычетом объема, описываемого поршнем). Необходимо, чтобы нагнетательный клапан располагался в верхней части коробки, а форма каналов была такой, чтобы газ или воздух, скапливающийся в цилиндре, мог свободно удаляться во время хода нагнетания через клапан в нагнетательный трубопровод.

Подвод жидкости из рабочей камеры к седлу клапана и отвод её после клапана должен быть плавным и равномерным для того, чтобы не создавать отжима тарелки в одну из сторон.

В частях гидрокоробки, соединяющихся со станиной, предусматриваются отверстия для шпилек. В отверстиях для клапанных крышек многих конструкций выполняется ленточная резьба (см. рис. 61, в).

Цилиндрическая втулка жестко закрепляется в отверстии гидрокоробки (рис. 62). Для каждого насоса предусматривается комплект цилиндрических втулок с одинаковым наружным диаметром и различным диаметром отверстия. Для вновь разрабатываемых отечественных буровых насосов принят нормальный ряд цилиндрических втулок с внутренним диаметром, изменяющимся от 100 до 210 мм через интервал 10 мм.

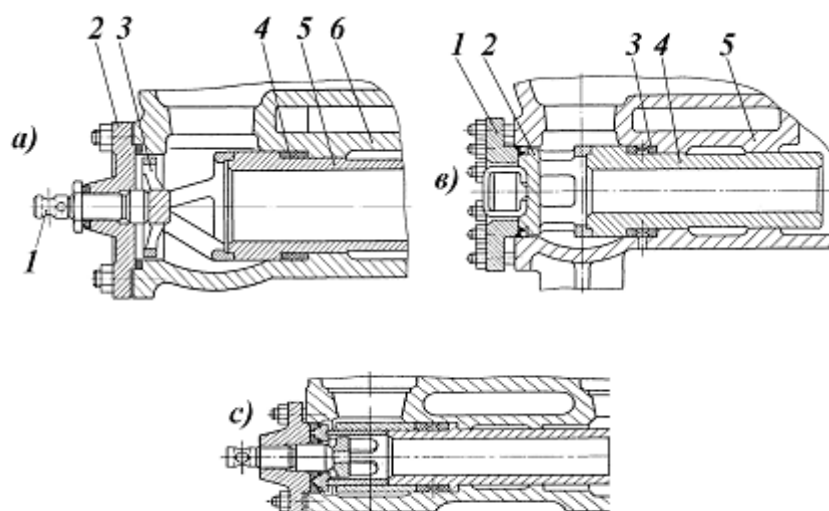


Рисунок 62 – Цилиндровые втулки

На концевых участках цилиндровой втулки выполняются фаски для захода манжет поршня во время сборки (поскольку наружный диаметр их больше, чем отверстие цилиндровой втулки).

Для повышения долговечности цилиндровые втулки изготавливают из качественной углеродистой стали марок 50 или 70, из хромомолибденовой или хромистой стали, а также из цементируемых сталей марок 15, 20 и др. Применяют различные способы поверхностного упрочнения сталей. Втулки из стали изготавливаются индивидуальной ковкой из трубного проката, реже литыми, так как заготовки из литой стали часто имеют неравномерную плотность и структуру металла, что вызывает неравномерность износа и снижает износостойкость пары поршень – втулка.

В зарубежной практике нашли применение цилиндровые втулки, изготавливаемые методом центробежного литья, а для работы в сильно коррозионной среде – из высокопрочной керамики.

Торцы цилиндровой втулки попеременно воспринимают осевое усилие от действия давления жидкости и силы трения со стороны поршня, влиянием которых втулка совершает некоторые колебания вдоль оси. Цилиндровая втулка в гидрокоробке крепится с помощью лобовой крышки (см. рис. 62).

Перекачиваемая жидкость стремится под действием перепада давления проникнуть через зазор между наружной поверхностью цилиндровой втулки 5 и внутренней поверхностью гидрокоробки 6 (см. рис.62 а). Этот зазор герметизируется зарубашечным уплотнением 4 из эластичных подтягиваемых колец.

Конструкции узла крепления и уплотнения цилиндровой втулки разнообразны. В ряде насосов используются конструкции, в которых функции крепления и уплотнения совмещены (см. рис.62 а и в). В первой из них цилиндровая втулка 5 закрепляется с помощью ввернутого в лобовую крышку 2 нажимного болта 1 и коронки 3. Крышка в этой конструкции крепится к гидрокоробке шпильками. Зарубашечное уплотнение 4 крепится к гидрокоробке шпильками. Зарубашечное уплотнение 4 представляет собой резиновую втулку прямоугольного сечения, подтягиваемую буртом цилиндровой втулки. Недостатки этой конструкции: поломка лобовых шпилек, чрезмерное напряжение участка гидрокоробки, соприкасающегося с зарубашечным уплотнением, трудность затяжки центрального болта, порча его резьбы, быстрый выход из строя резинового кольца зарубашечного уплотнения.

В современных поршневых насосах используются разнообразные конструкции поршней, различающиеся устройством манжет, способом их крепления к сердечнику, посадкой его на шток и др.

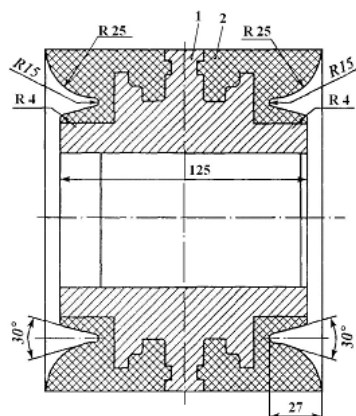


Рисунок 63 - Поршень бурового насоса двойного действия

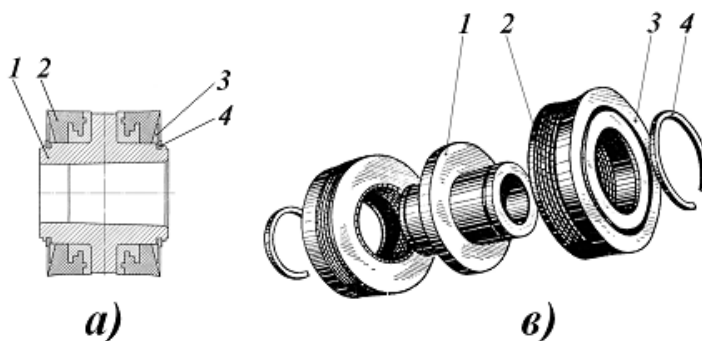


Рисунок 64 - Сборный поршень бурового насоса

Цельный поршень бурового насоса двойного действия (рис. 63) состоит из стального сердечника 1 и привулканизированных к нему с двух сторон резиновых манжет 2 с губами самоуплотняющейся конструкции. Манжеты разделены между собой буртом стального сердечника, воспринимающего действие давления и сил трения стороны резины.

Сердечник поршня имеет фигурные проточки для увеличения прочности соединения резины с металлом. Нередко в его выступающем бурте делают параллельные оси детали сквозные отверстия, необходимые для заливки резиной второй половины поршня при его изготовлении.

Сердечник изготавливают из углеродистой стали. Его поверхность в местах, соприкасающихся с резиновой смеси на натуральном или синтетическом каучуке. Поршни из резины на натуральном каучуке предназначены для работы на жидкости, не содержащей нефти, а из синтетической маслостойкой резины – для общих условий работы.

Наружный диаметр губы манжеты делается несколько большим (на 3 - 4 мм), чем диаметр отверстия цилиндровой втулки. Благодаря этому создается предварительный прижим губы к втулке, необходимый для правильного действия самоуплотняющейся манжеты. Сборочный натяг губы выбирается так, чтобы резина плотно и равномерно, без складок, прилегала к втулке по всей окружности и чтобы на ней создавалось достаточное начальное давление. Натяг манжеты предусматривается лишь на участке, выходящем за пределы сердечника. Поверхность манжеты, находящаяся над сердечником, выполняется относительно цилиндровой втулки с гарантированным зазором. Во время работы насоса манжета поршня давлением жидкости плотнее прижимается к поверхности втулки, обеспечивая надежное уплотнение.

Поршень рис.64, конструкция сборного поршня с резинометаллическими самоуплотняющимися манжетами. Поршень состоит из металлического сердечника 1, двух эластичных манжет 2, двух стальных шайб 3 и двух пружинных колец 4. Отверсти е в сердечнике для посадки на

шток выполнено коническим. На цилиндрической поверхности сердечника с обоих краев имеются канавки для размещения в них пружинных колец 4.

Использование резино-тканевых манжет увеличивает срок службы поршня, так как достигается большая жесткость и лучшее предохранение резины от выдавливания в зазор между буртом сердечника и цилиндровой втулкой. По этим же причинам иногда применяют резино-металлические съемные манжеты. Сердечник поршня имеет фигурные проточки для увеличения прочности соединения резины с металлом.

Сердечник изготавливают из углеродистой стали. Его поверхность в местах, соприкасающихся с резиновой смеси на натуральном или синтетическим каучуке. Поршни из резины на натуральном каучуке предназначены для работы на жидкости, не содержащей нефти, а из синтетической маслостойкой резины – для общих условий работы.

Шток поршневого насоса служит для передачи усилия от крейцкопфа к поршню и представляет собой металлическую деталь цилиндрической формы, длина которой намного больше диаметра. Штоки по конструкции делятся на цельные и составные. В мощных насосах высокого давления применяют составные штоки, которые значительно легче цельных. Цельные штоки применяют в небольших машинах.

На концевых участках штоков выполняется наружная резьба, с помощью которой он одной своей стороной жестко соединяется с контрштоком (крейцкопфом), а с другой – с гайкой поршня. Для обеспечения быстрой замены штока резьба в контрштоке иногда делается конической. Участок для наворачивания контргайки в этом случае имеет цилиндрическую резьбу.

Для вывинчивания штока предусмотрен участок с лысками под ключ или с накатанной поверхностью. Средняя часть штока выполняется гладкой и должна иметь высокую поверхностную твердость. Максимальная прочность и износостойкость узла уплотнения достигается применением легированной или конструкционной стали с объемной или поверхностной

термообработкой. Нередко рабочую поверхность штока покрывают износостойким хромовым покрытием с последующей полировкой. Для повышения усталостной прочности число подрезов на поверхности штока стремятся свести минимуму.

Уплотнение штока служит для предотвращения утечки жидкости из гидрокоробки в месте выхода штока наружу в насосах двойного действия. Уплотнение обычно располагают в отдельном корпусе, который выполняет также роль центрирующей детали между станиной и гидрокоробкой.

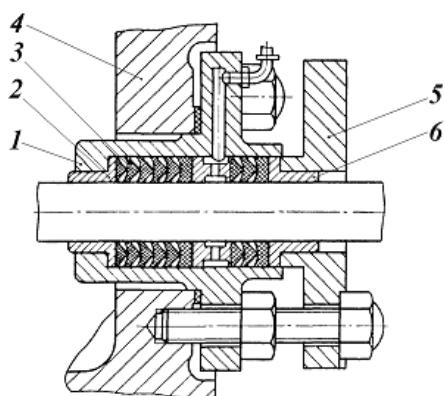


Рисунок 65 – Уплотнение штока бурового насоса

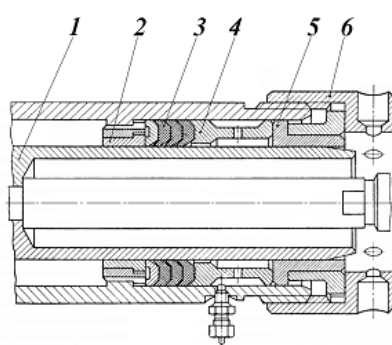


Рисунок 66 – Уплотнение плунжера

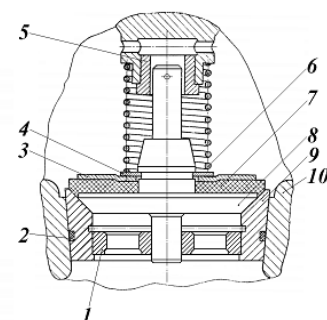


Рисунок 67 - Клапан поршневого насоса

Наиболее распространенными конструкциями уплотнений штоков являются сальниковые, основу которых составляют эластичные кольца-манжеты, вставляемые в сальниковую камеру и подтягиваемые нажимной втулкой (рис. 65). Корпус 1 сальника вставлен в гидрокоробку 4 и присоединен к станине шпильками. Внутри корпуса установлены чугунная грундбукса 2 и эластичные кольца 3, поджимаемые чугунной втулкой 6 и фланцем 5 с двумя шпильками.

В качестве набивочного материала в насосах низкого давления используют резиновые, а в насосах высокого давления – резинотканевые

кольца или манжеты. Манжеты различаются между собой формой сечения. Распространены конструкции так называемого самоуплотняющегося типа. Они имеют U- или V-образное сечение. Для обеспечения эффекта самоуплотнения участки манжеты, соприкасающиеся с поверхностями сальниковой камеры и штока, выполняются с натягом. Своей впадиной манжеты обращены в сторону гидравлического цилиндра. Перекачиваемая насосом жидкость, надавливая на внутреннюю вогнутую поверхность манжеты, поджимает её губы к штоку и стенке корпуса, обеспечивая плотный контакт между деталями и необходимую герметичность стыка.

В практике насосостроения используются как цельные, так и разрезные манжеты. Разрезы на манжете делаются косыми. Стыки соседних манжет смещают один относительно другого на 120 или 180°. Самоуплотняющиеся сальники слегка затягивают, что обеспечивает работу уплотнения при небольшом усилии трения во время хода всасывания и способствует увеличению продолжительности работы узла.

К числу редко применяемых несамоуплотняющихся конструкций относятся манжеты типа «шеvron» и «лайон». Их внутренний диаметр может быть несколько больше диаметра штока. Для обеспечения надежного контакта этих манжет со штоком пакет подтягивается.

В некоторых конструкциях уплотнений (см. рис. 65) в средней части пакета устанавливают металлическое кольцо, разделяющее манжеты (для более равномерного поджима и подвода смазки к трущимся поверхностям). В других конструкциях уплотнений между манжетами установлены металлические проставочные кольца для придания жесткости уплотнительному элементу и обеспечения отдельной его работы.

Конструкции уплотнений плунжерных насосов представляют собой многоэлементные сальники с эластичными манжетами (рис. 66).

Конструкции сальниковых уплотнений плунжеров подобны конструкциям уплотнений штоков. Плунжер 1 направляется грундбуксой 2 и нажимной втулкой 5, изготовленными из антифрикционного материала.

Пакет 3, состоящий из нескольких уплотнительных манжет, поджимается фонарем⁴, с помощью накидной гайки 6 (или фланца). В среднюю часть уплотнения поступает смазка: вода, масло или эмульсия. В уплотнениях плунжеров применяют резиновые и резино-тканевые манжеты различных конструкций. Манжеты типа «шеvron» набираются в пакеты по несколько штук без проставочных колец. Их используют как разрезными, так и цельными. Манжеты типа «лайон» применяются в основном разрезными, а манжеты воротникового типа – неразрезными.

В более поздних отечественных конструкциях плунжерных насосов используются резино-металлические уплотнения, имеющие повышенный срок службы. Плунжер в такой конструкции направляется обрешиненной втулкой, исключая трение металлических поверхностей.

Принцип работы уплотнений плунжеров с резино-металлическими манжетами такой же, как уплотнений штока. Манжеты их самоуплотняются и вступают в действие автоматически. Удержание резины сердечником уменьшает удельное давление на трущихся поверхностях и опасность выдавливания резины в зазор между буртом сердечника и плунжером. Смазка поступает в камеру, расположенную в средней части втулки-манжеты, а из неё – на плунжер. Натяг губы манжеты регулируется при осевом перемещении детали фланцем или накидной гайкой.

Клапаны поршневого насоса относятся к основным деталям гидравлической части.

Основные требования, предъявляемые к клапанам: а) обеспечение полной герметичности, повышенной износостойкости и безотказной работы; б) небольшое гидравлическое сопротивление; в) безударная посадка тарелки на седло; г) легкость осмотра и быстрота замены деталей.

Буровые и нефтепромысловые поршневые и плунжерные насосы снабжены преимущественно автоматическими клапанами, которые открываются и закрываются под действием изменяющегося давления

жидкости. Клапаны этих насосов бывают только тарельчатыми: в них поток жидкости осуществляется лишь по внешней кромке тарелки (кольцевые клапаны применения не нашли). Герметизация зазора между тарелкой и седлом в закрытом положении клапана обеспечивается эластичным уплотнительным элементом.

Клапан, показанный на рис. 67, конический, с перьевой нижней и стержневой верхней направляющими, с уплотнением, расположенным на тарелке. Он состоит из неподвижно закрепленного в гидрокоробке 10 седла 9, подвижной тарелки 8, уплотнительного диска 7, пружины 6 и других деталей. Между гидрокоробкой 10 и седлом 9 находится уплотнительное кольцо 2. В нижней части седла 9 напрессована крестовина 1. Упругий уплотнительный диск 7 надет на тарелку сверху и закреплен на ней стальной шайбой 3 и пружинным замком 4. Во время работы насоса диск прижимается к седлу и тарелке давлением жидкости. Верхняя и нижняя направляющие тарелки помещены соответственно во втулке 5 и в цилиндрическом отверстии седла. Пружина 6, упирающаяся верхней частью в крышку клапана, служит для более быстрой посадки тарелки во время закрытия клапана.

Седло имеет коническую наружную поверхность, необходимую для обеспечения плотного соединения с гидрокоробкой. Конусность $1/5 - 1/6$. При меньшей конусности седло клапана может заклинить в отверстии гидрокоробки так, что для разборки потребуется съемник с большим осевым усилием. Для большей гарантии уплотнения зазора между седлом и гидрокоробкой в кольцевой канавке седла установлено упругое самоуплотняющееся кольцо 9 круглого сечения. Торцовая поверхность седла, на которую опираются тарелка и уплотнительный диск, также коническая, выполняемая обычно с углом относительно оси $45 - 60^\circ$.

В подпружиненных клапанах для уменьшения инерционных сопротивлений тарелку стараются выполнить облегченной. Размеры её выбирают из соображений прочности детали.

Детали клапанов для получения повышенной прочности и износостойкости изготавливают из конструкционной стали 40Х и из сталей 15, 12ХН2, 20ХН3 с цементацией. Тарелки и седла подвергают общей термообработке, их посадочные поверхности закаливают. Твердость седел назначается несколько выше, чем твердость тарелок. Всасывающие и нагнетательные клапаны выполняются одинаковыми и взаимозаменяемыми.

Уплотнительные элементы (шайбы и кольца) изготавливают из маслостойкой синтетической резины. Резиновые уплотнительные элементы для более плотного соединения с седлом иногда закрепляют металлическими бандажами или привулканизуют, что увеличивает срок службы узла.

Шламовые насосы

Шламовые насосы – это насосы центробежного типа. Конструкция насосного агрегата этого вида состоит из следующих основных элементов: корпус, который, как правило, выполнен в форме улитки; электродвигатель, который является приводом, и соединяется с корпусом насоса посредством муфты; рабочее колесо представлено в виде крыльчатки, иначе говоря, это диск с лопастями; вал агрегата; сальники; подшипники; уплотняющие кольца.

Принцип действия центробежного насоса заключается в следующих этапах:

корпус агрегата наполняется водой посредством использования всасывающего шланга;

от поступления воды приходит в движение рабочая крыльчатка;

при движении рабочего колеса возникает центробежная сила, которая отталкивает воду от центра по бокам;

в результате возникает высокое давление, выталкивающее воду из корпуса насоса в напорный трубопровод;

когда создается повышенное напор воды в подающем шланге, в это время в центре рабочего колеса давление заметно снижается, что в свою очередь, способствует подаче новой порции жидкости.

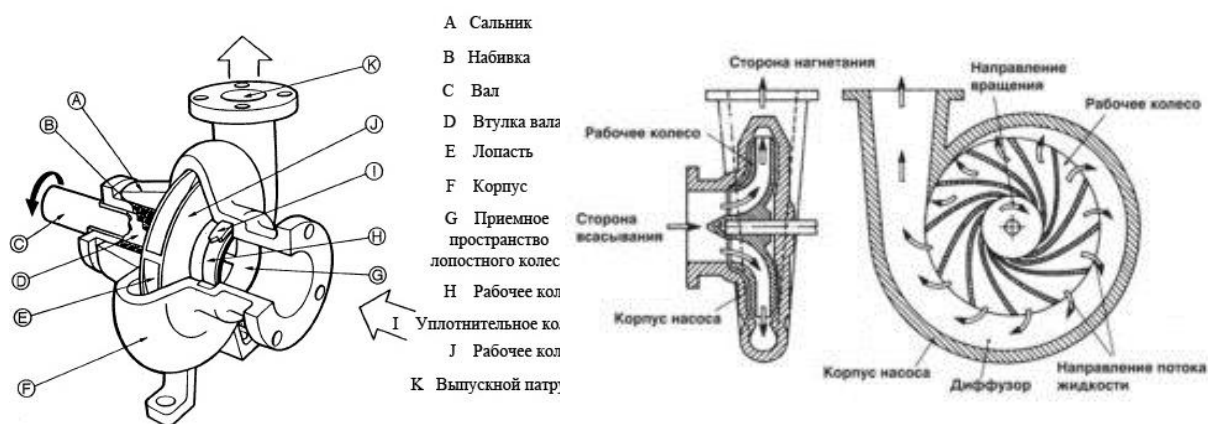


Рисунок 68 – Конструкция центробежного насоса

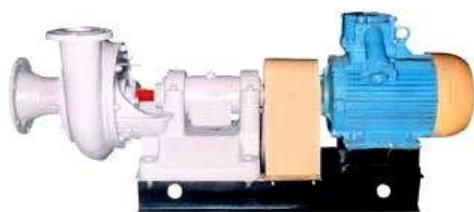


Рисунок 69 – Горизонтальный шламный насос



Рисунок 70 – Вертикальный шламный насос

Горизонтальные шламные насосы (ГШН) предназначены для перекачки гидросмесей с мелкой твердой фракцией, в том числе бурового раствора, со следующими характеристиками взвешенных частиц: плотность – 1300-2500 кг/м³; содержание – до 500 кг/м³; твердость частиц по шкале Мооса не выше – 3; размер частиц не более 25 мм в условиях температуры от 5 до 60 °С.

Вертикальные шламные насосы (ВШН) предназначен для перекачивания, применяемого при бурении скважин промывочного агрегата плотностью до 1300 кг/м³ и подачи загрязненного бурового раствора в гидроциклонную установку для очистки от выбуренного и обвального

шлама. Насос работает при перекачивании бурового раствора с температурой от 0 до 50 °С с содержанием твердых частиц размером до 20 мм. Корпус насоса при работе должен быть полностью погружен в перекачиваемую жидкость. Иногда применяется удлиненный агрегат электронасосный центробежный вертикальный.

Подпорный насос

Подпорный насос относится к категории вспомогательного оборудования. Установка вспомогательного (подпорного) оборудования доступна и в одном помещении с основными, и, что практикуется намного чаще, в отдельной насосной на более низком уровне.

Основное назначение устройств подобного типа - обеспечение стабильной работы и эффективного всасывания жидкости. Учитывая условия их эксплуатации, требуется низкочастотный режим работы агрегата - низкая частота вращения. Нагрузка на вспомогательное оборудование равнозначна нагрузке на основные насосы. Поэтому подпорные агрегаты должны быть не менее надежными и иметь высокий запас прочности.

БАЗОВЫЕ КОМПЛЕКТАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

НОВЫЕ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

Классификации циркуляционных систем

Циркуляционные системы наиболее удобно классифицировать по функциональным и конструктивным признакам и по принадлежности к тому или иному типу буровых установок.

Классификация по принадлежности к типу буровой установки:

Для кустового бурения – циркуляционные системы, выполненные в модульном исполнении на рельсовых опорах;

Для стационарных буровых установок – циркуляционные системы, выполненные на стационарных опорах;

Для мобильных установок – передвижные циркуляционные системы на колесном или гусеничном ходу, ЦС в блочно-модульном исполнении (отличаются от вышеуказанных меньшими габаритами).

Классификация по конструктивным признакам:

Данная классификация основывается на различии ЦС по способу транспортирования к месту использования, то есть на месторождение.

Крупноблочные;

Блочно-модульные;

Блочные.

Также циркуляционные системы подразделяются по монтажеспособности. Блочно-модульные ЦС повышенной заводской готовности проходят на заводе-изготовителе полную сборку с разводкой всех технологических трубопроводов и электрических коммуникаций с последующей стыковкой на быстро - разъёмных соединениях, что дает значительную экономию времени при первичном и повторном монтажах на месте бурения.

В последние годы, в связи с повышенным вниманием к безопасности экологии при проведении буровых работ, а также при увеличении объемов бурения с платформ на море появилась новая классификация циркуляционных систем.

Классификация ЦС по способу утилизации отходов:

ЦС для бурения со шламовым амбаром – перед бурением проводятся земляные работы с целью оборудования шламового амбара, места, куда будет сбрасываться шлам и отработанный буровой раствор. После проведения буровых работ отходы утилизируют, иногда ША просто зарывается. Этот факт делает такие ЦС опасными для окружающей среды, так как буровой раствор представляет собой сложную физико-химическую

смесь из различных веществ и химических реагентов, которые могут быть весьма токсичны.

ЦС для бурения без шламовых амбаров – применяется при бурении на море, а также в местах с особыми требованиями к охране окружающей среды. Но данные ЦС распространены слабо, так как при их использовании необходимо дополнительное дорогостоящее оборудование, а также сама технология проведения обезвреживания и утилизации отходов не надежна и требует больших расходов.

Оборудование блока приготовления и обработки раствора

Очень часто применяется БПР Хадыженского машзавода. Блок имеет два бункера с разгрузочными пневматическими устройствами, резиноканевыми гофрированными рукавами и воздушными фильтрами. В комплект БПР входит выносной гидроэжекторный смеситель, который монтируется непосредственно на емкости ЦС и соединяется с бункером при помощи гофрированного рукава. Бункера предназначены для приема, хранения и подачи порошкообразных материалов в камеру гидроэжекторного смесителя.

Порошкообразный материал загружается в силосы (1) пневмотранспортом при помощи компрессора. При этом материал отделяется от воздуха и воздух выходит в атмосферу через фильтр (2). При необходимости подачи порошка в гидроэжекторный смеситель сначала аэрируют материал в силосе, чтобы исключить его зависание на стенках при опорожнении силоса, затем открывают заслонку для обеспечения подачи материала в подводный гофрированный шланг. Жидкость, прокачиваемая насосом через штуцер гидросмесителя создает в камере смесителя разрежение, а так как в силосе поддерживается атмосферное давление, то на концах гофрированного шланга создается перепад давления под действием которого порошок перемещается в камеру гидросмесителя, где смешивается с жидкостью.

Блок БПР-70 оборудован гидравлическим измерителем массы порошкообразного материала ГИВ-М. На неподвижной части силоса смонтировано разгрузочное устройство, включающее тарельчатый питатель, пневматический эжектор и гидравлический смеситель, который может устанавливаться как на площадке блока, так и на емкости ЦС буровой установки. В последнем случае применяется шиберный затвор с аэратором в верхней его части. Подача порошкообразного материала регулируется изменением положения специального ножа, входящего в комплект питателя.

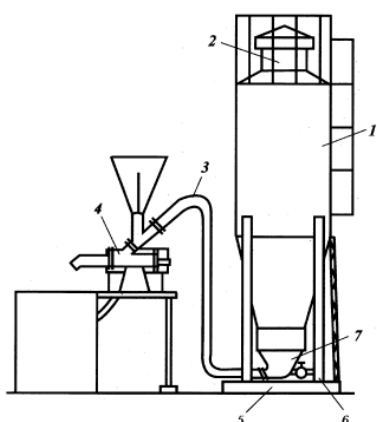


Рисунок 71 - Схема БПР Хадыженского машинозавода: 1 – бункер; 2 – воздушный фильтр, 3 – резиноканевые гаффрированные рукава; 4 – гидроэжекторный смеситель; 5 – рама; 6 – стойки; 7 – разгрузочное пневматическое устройство

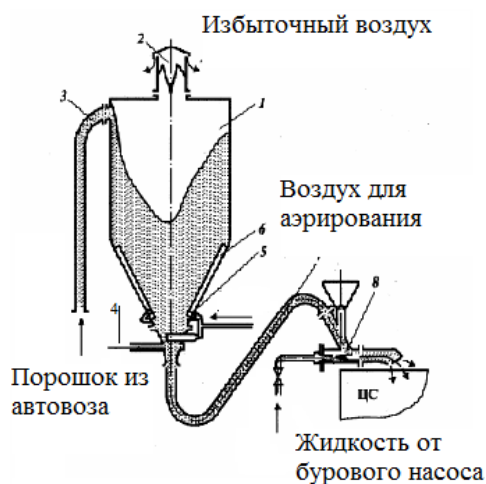


Рисунок 72 - Схема работы блока БПР: 1 - силос; 2 – фильтр; 3 – загрузочная труба; 4 – разгрузочное устройство; 5 – система аэрирования; 6 – аэродорожка; 7 – подводящий шланг; 8 – гидросмеситель.

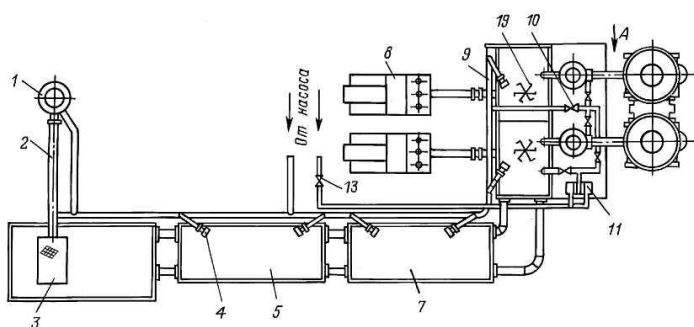
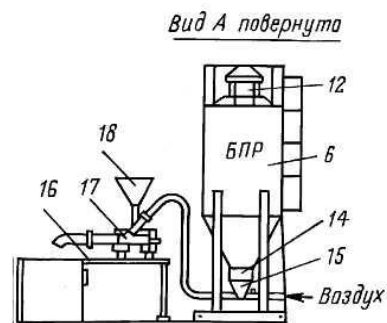


Рисунок 73 – Современная технологическая схема приготовления бурового раствора: 1 — приемная воронка; 2 — растворопровод; 3 — блок очистки; 4, 19 — перемешивающие устройства, соответственно



гидравлические и механические; 5 — промежуточная емкость; 6 — бункер блока приготовления; 7 — емкость с поперечным желобом; 8 — буровые насосы; 9 — приемная емкость; 10, 13 — задвижки низкого и высокого давления соответственно; 11 — гидравлический диспергатор; 12 — фильтр; 14 — аэрирующее шибберное устройство; 15 — разгрузочное пневматическое устройство; 16 — площадка; 17 — гидросмеситель; 18 — воронка

Приготавливают новую порцию раствора в последней емкости ЦС, на которой устанавливают гидроэжекторные смесители с воронками и гидравлический диспергатор. Буровые насосы обвязывают с блоком приготовления раствора таким образом, чтобы они могли подавать раствор в диспергатор по линии высокого давления, а в гидроэжекторные смесители — по линии низкого давления (до 4 МПа).

Прогрессивная технология приготовления буровых растворов позволяет предельно механизировать этот трудоемкий процесс по всей цепочке — от производителя материалов до циркуляционной системы буровой установки.

Широкое распространение в последние годы за рубежом получила технология приготовления буровых растворов с помощью автономного блока фирмы «Халибуртон».

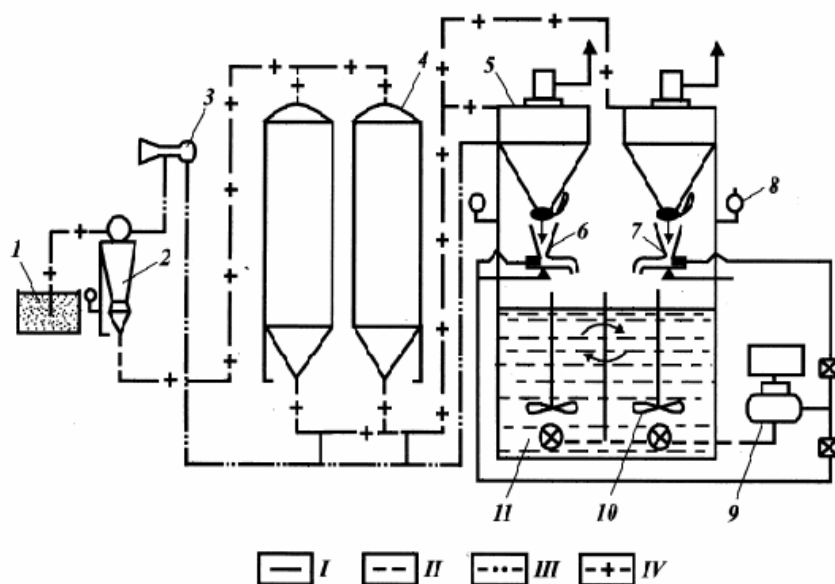


Рисунок 74- Система фирмы «Халибуртон» для приготовления бурового раствора: I – нагнетательная линия; II – всасывающая линия; III, IV –

воздушная линия пневмотранспорта материала; 1 – передвижное средство; 2 – перегрузочный бункер; 3, 4 – бункер – хранилище; 5 – расходный бункер; 6, 7 - загрузочные воронки; 8 – индикатор веса; 9 – центробежный насос; 10 - перемешиватель; 11 – емкость.

Порошкообразный материал поступает на буровую остановку в мешках, контейнерах или металлических емкостях на передвижных средствах 1. С помощью пневматического перегрузчика (вакуум-компрессора и перегрузочного бункера) материал транспортируется пневмотранспортом в бункер-хранилище. Практически 4 т порошка перегружаются из бункера в бункер-хранилище за 5-6 мин при рабочем давлении пневмотранспорта 0,2 МПа. По мере необходимости приготовления раствора порошкообразный материал перемещается в расходные бункера через нижние отводы, создавая при этом избыточное давление (0,07-0,08 МПа) в верхней части бункера хранилища при помощи вакуум-компрессора.

Подведенный к расходным бункерам воздух позволяет аэрировать порошок и интенсифицировать его подачу в воронку гидроэжекторного смесителя. Допустимое давление при этом – 0,02 МПа. Расход порошка регулируется положением заслонки и давлением аэрации.

Технология приготовления раствора в системе «Халибуртон».

В один из секторов емкости 11 заливают расчетное количество дисперсионной среды и центробежным насосом прокачивают ее через гидроэжекторный смеситель с загрузочными воронками 6, 7. после стабилизации подачи насоса подают воздух к расходному бункеру 5 и устанавливают давление на воздушной линии 0,015 – 0,02 МПа. Открывают до определенного положения нижнюю заслонку расходного бункера и подают с определенной скоростью порошок в загрузочную воронку 7. За счет гидровакуума, созданного центробежным насосом, в камере гидроэжекторного смесителя, порошкообразный материал засасывается в камеру эжектора и смешивается с потоком дисперсионной среды.

Полученная таким образом гомогенная суспензия поступает снова в тот же отсек емкости.

Круговая циркуляция по схеме емкость – насос- камера эжектора - емкость продолжается до тех пор, пока расчетное количество порошкообразного материала не попадет в поток. После этого доступ материала в воронку прекращают, закрыв нижнюю заслонку расходного бункера и прекратив подачу воздуха. Аналогично осуществляют утяжеление раствора. Количество израсходованного материала определяют по индикатору веса расходного бункера.

После тщательного перемешивания раствора с помощью механических перемешивателей 10 его при необходимости подвергают химической обработке. Для обработки сухим реагентом или добавки в малых дозах бентонита в ЦС установлена дополнительная гидроворонка с аэрожолобом и или вибрационным побудителем перемещения порошка. В случае применения жидких реагентов используют вертикальную цилиндрическую емкость объемом до 1,5 м³, оборудованную механической мешалкой, подогревателем и сливным патрубком.

Блок приготовления буровых растворов и спецжидкостей БПР-1 предназначен для приготовления бурового раствора, химических реагентов и различных технологических жидкостей при строительстве и капитальном ремонте скважин (КРС) (рис. 75). К преимуществам использования блока относятся сокращение времени приготовления растворов, возможность одновременного смешивания и диспергирования (эмульгирования) компонентов раствора за один цикл циркуляции жидкости, исключение потерь материалов, экологичность процесса приготовления химреагентов, буровых растворов и спецжидкостей, механизация и безопасность работ, простота обслуживания и эксплуатации, возможность организовать обратное водоснабжение на буровой.

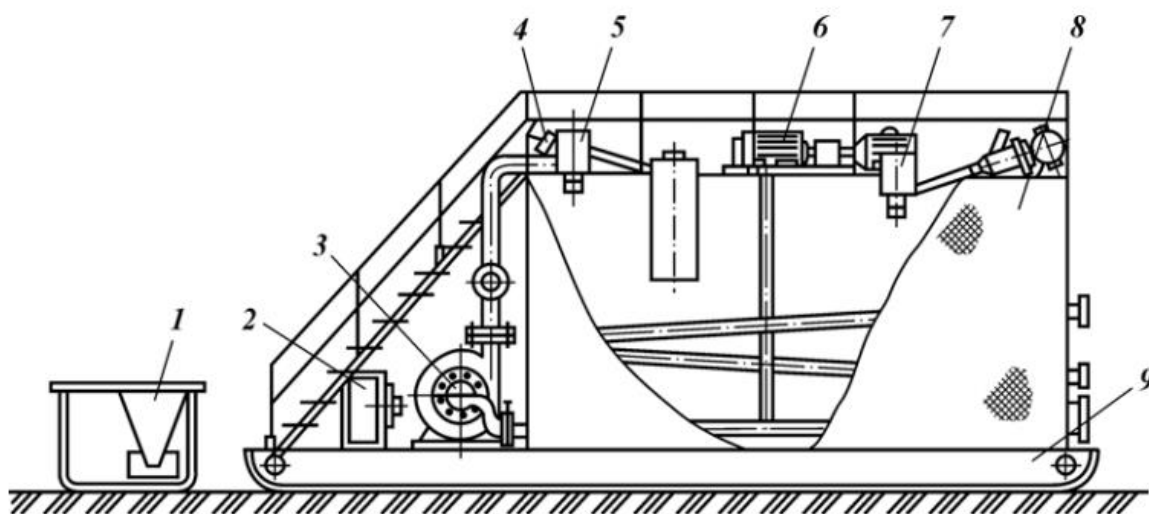


Рисунок 75 - Схема блока приготовления БР и спецжидкостей БПР-1:1 – воронка смесителя переносная; 2 – щит электрооборудования; 3 – электронасосный агрегат; 4 – вакуумный гидравлический смеситель; 5 – шаровый циклонный диспергатор; 6 – механический перемешиватель; 7 – диспергатор; 8 – резервуар; 9 – рама [3]

Блок приготовления буровых растворов и спецжидкостей БПР-2 предназначен для приготовления БР, химических реагентов и различных технологических жидкостей при строительстве и капитальном ремонте скважин. Применяется в составе ЦС буровых установок всех классов, а также с установками для капитального ремонта скважин и другими техническими средствами. Общий вид блока показан на рис. 76.

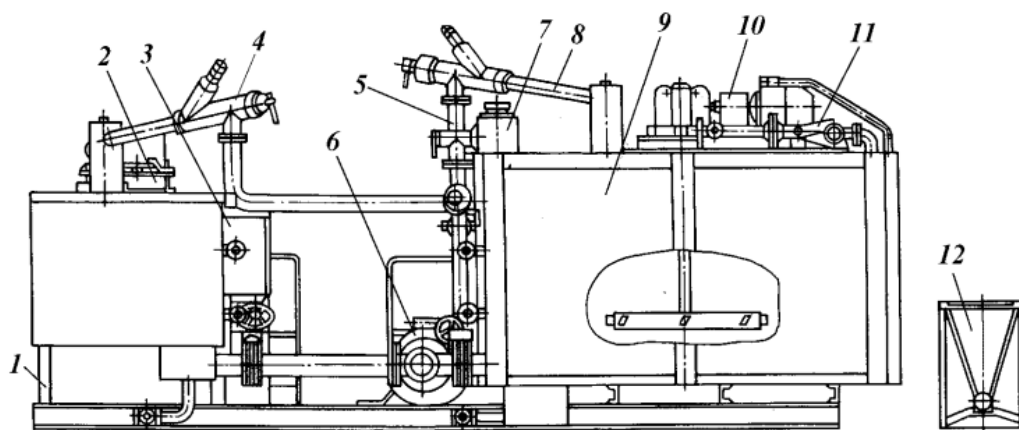


Рисунок 76 – Схема блока приготовления БР и спецжидкостей БПР-2: 1 – резервуар химреагентов; 2 – механический перемешиватель; 3 – шкаф электроуправления; 4 – гидравлический смеситель; 5 – коллектор; 6 – электронасосный агрегат; 7 – шаровый диспергатор; 8- гидравлический смеситель; 9 – основной резервуар; 10 – механический перемешиватель; 11 – гидравлический диспергатор ДГ-2; 12 – переносная смесительная воронка [3]

Блоки приготовления раствора (БПР-40, БПР-70) предназначены для приготовления утяжеления и хранения порошкообразных материалов при бурении нефтяных и газовых скважин. Также могут быть использованы для приготовления жидких химических реагентов из различных порошкообразных материалов. В настоящее время изготавливаются два типа конструкций блоков с объемом сосудов 40 и 70 м³. Оба типа сосудов по конструкции аналогичны, за исключением объемов сосудов и основания блоков. В качестве примера на рис. 77 показан блок БПР-70.

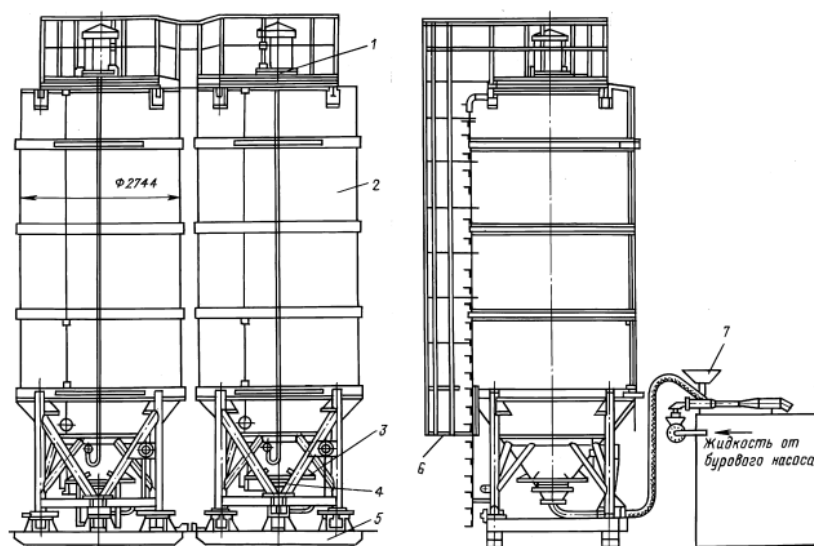


Рисунок 77 – Блок приготовления БПР-70: 1 – фильтр; 2 – цилиндрическая емкость; 3 – аэрирующее устройство; 4 – разгрузочное устройство; 5 – основание; 6 – ограждение; 7 – гидросмеситель [3]

Каждый силос имеет коническое днище с аэрирующими устройствами, к которым поступает сжатый воздух от компрессора буровой.

Гидросмеситель монтируется на одной из емкостей циркуляционной системы на расстоянии не более 8 – 10 м от разгрузочного устройства силоса, с которым он соединяется рукавом. Силосы загружают из автоцементовозов через шланг и загрузочную трубу быстроразъемным соединением (БРС). Подача порошка из силоса в гидросмеситель производится за счет вакуума, создаваемого жидкостью при поступлении ее в камеру гидросмесителя. Точность порционной подачи порошка из силоса в гидросмеситель обеспечивается гидравлическим измерителем усилия ГИУ-1.

Оборудование блоков очистки бурового раствора

Удаление вредных примесей из буровых растворов имеет большое значение, так как чистота раствора во многом определяет качество бурения. Очистка бурового раствора восстанавливает его базовые технологические свойства. Она заключается в ступенчатом удалении элементов выбуренной породы [9].

Очистка бурового раствора от шлама производится с использованием различных механических средств: шламоотделителей гидроциклонного типа, вибрационных сит, центрифуг и сепараторов. На предварительной стадии, если условия бурения особенно неблагоприятны, рекомендуется использовать реагенты для буровых растворов, называемые флокулянтами. Эти вещества способны объединять мелкую взвесь в крупные хлопьевидные образования, которые впоследствии без труда удаляются любыми механическими устройствами.

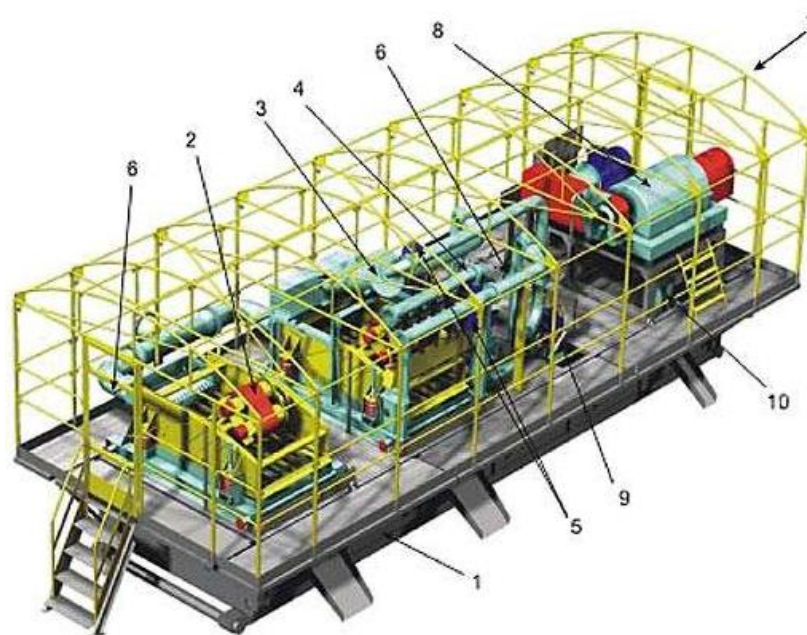


Рисунок 78 – Пример расположения оборудования в ЦСГО (циркуляционная система грязевой очистки): 1 – ёмкость; 2 – вибросито; 3 – пескоотделитель гидроциклонный; 4 – илоотделитель; 5 – насосный агрегат; 6 – трубопроводная обвязка с запорно-распределительной арматурой; 7 – укрытие; 8 – блок центрифуг; 9 – насос; 10 – перемешиватель лопастной

Комплекс очистного оборудования - сложная и дорогостоящая система. Однако прибыль от её применения значительно превышает расходы на эксплуатацию благодаря оптимизации скоростей бурения, уменьшения вредного воздействия на окружающую среду и снижения общей усложнённости ствола.

Производство буровых растворов выполняется на разных типах оборудования, выбор которого осуществляется исходя из частных условий. Такой подход позволяет сократить финансовые и временные затраты.

Аппарат, очищающий буровой раствор от шлама, выбирается таким образом, чтобы его пропускная способность была выше предельной производительности системы промывки скважины. Работа центрифуги при этом не учитывается.

Циркуляционная система составляется из отдельных блоков, расположенных в строго определённом порядке. Приготовление буровых растворов осуществляется согласно технологической последовательности: скважина - блок газового сепаратора - аппарат удаления шлама - дегазатор - сепараторы тонкой очистки - устройство оценки и оптимизации доли содержащихся в растворе твёрдых частиц.

При необходимости некоторые стадии могут быть исключены из процесса. Например, дегазация не требуется, если буровой раствор не содержит газа, а неутяжелённый состав не нуждается в центрифужной обработке.

Иначе говоря, каждый блок бурового оборудования узкоспециализирован и может быть универсальным прибором для определенных условий бурения. Поэтому выбор технологии и аппаратного обеспечения очистки буровых растворов должен осуществляться индивидуально для конкретной скважины. А для эффективности и высокой рентабельности созданной следует в полной степени ознакомиться с техническими возможностями и предназначением каждого блока.

Прочие блоки

Блок обезвоживания буровых растворов предназначен для удаления избытка бурового раствора из циркуляции, ликвидации его после окончания бурения скважины, а также для обезвоживания слива из центрифуги при регенерации барита из бурового раствора.

Блок состоит из манифольда, двух емкостей объемом 3 м³ каждая для приготовления растворов коагулянта и флокулянта. Емкости оснащены механическими перемешивателями с червячным редуктором и двумя насосами для подачи воды и БР (рис. 79).

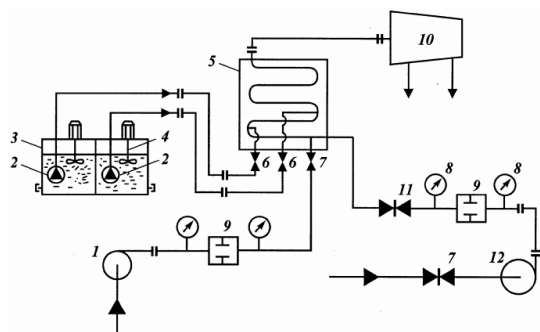


Рисунок 79 - Блок обезвоживания БР: 1 – водяной насос; 2 – дозировочный насос; 3 – блок хранения флокулянтов; 4 – механический перемешиватель; 5 – манифольд; 6 – кран; 7 – вентиль; 8 – манометр; 9 – расходомер; 10 – центрифуга; 11 – задвижка; 12 – иламовый насос [1]

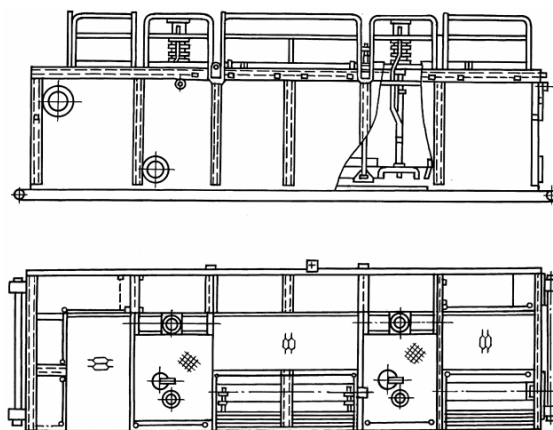


Рисунок 80 - Промежуточный блок [1]

Смесь бурового раствора, воды, коагулянта и флокулянта подается на осадительную шнековую центрифугу, где разделяется на твердую фазу и воду, пригодную после обработки для использования в системе водоснабжения буровой или слива на местность.

Промежуточный блок предназначен для хранения необходимого объема бурового раствора. На емкостях блока установлены по два механических и гидравлических перемешивателя. Последние подсоединены к вспомогательному напорному трубопроводу (рис. 80).

Блок-модуль хранения сыпучих материалов предназначен для приема, хранения, контролируемой выдачи сыпучих материалов, приготовления и утяжеления бурового раствора. Позволяет производить загрузку бункеров

сыпучими материалами (глинопорошок, барит, цемент, химреагенты и пр.) непосредственно из цементовозов, а также с помощью имеющегося в комплекте пневмопогрузчика – из мешков и контейнеров. Измеритель усилия и указатель уровня обеспечивают контроль загрузки, хранения и выдачи сыпучих материалов.

Блок-модуль применяется в составе ЦС буровых установок при бурении нефтяных и газовых скважин глубиной более 5000 м (рис. 81). По требованию заказчика возможна поставка от 2 до 5 бункеров.

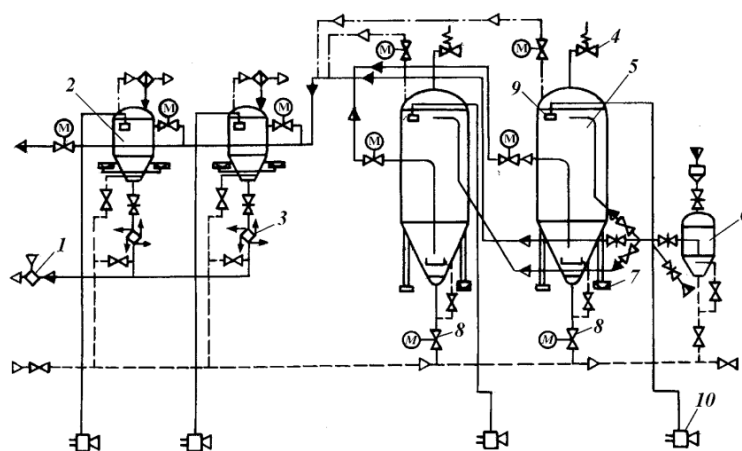


Рисунок 81 - Схема блок-модуля хранения сыпучих материалов: 1 – гидросмеситель; 2 – разгрузчик; 3 – шлюзовый питатель; 4 – предохранительный клапан; 5 – бункер хранения; 6 – пневмоперезгрузчик; 7 – измеритель усилия; 8 – шламовый затвор с электродвигателем; 9 – указатель уровня; 10 – сигнальная сирена [3]

Приложение А
(справочное)

MODERNIZATION OF DRILLING RIG'S CIRCULATING SYSTEMS

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ73	Солодухин И.А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глотова Валентина Николаевна	К.т.н.		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Лысунец Татьяна Борисовна			

MODERNIZATION OF DRILLING RIG'S CIRCULATING SYSTEMS

Definitions

Hoist circulating system: constituent part of the circulating system designed to perform a specific function (preparation, storage or cleaning of a solution, etc.)

Drilling: process of a construction of an excavation of a cylindrical form - the well, mine trunk - by destruction of rocks on a unit.

Boring wash fluid: the multicomponent mix used for cleaning of a trunk and a face of the well of cuttings rock, a synonym of the term "drilling mud fluid".

Drilling fluid: polymict used primarily to clean unit and sank from drill cuttings, as well as to perform many other functions.

Shale shaker device - for accelerating the process of drilling fluid treatment via vibrations.

Gas separator - a device for removing gas from the drilling fluid by using screen and centrifugal methods to destroy gas bubbles

Classifier a device for cleaning drilling mud from finely-dispersed sludge via to the centrifugal effect

Mud degasser device for removing gas from the drilling fluid via barometric method of destroying gas bubbles

Disperser device for additional grinding clay when preparing drilling fluid based on collision of two opposite directed jets

Desilter: type classifier to remove the sludge particles from a solution of up to 0.03 mm -0.05

Batch box The tank to keep and mix the mud and feed it to the well.

Agitator device for preparing drilling fluid

Mud desander : type classifier to remove the sludge particles from a solution of up to 0.08 mm -0.09

Mud agitator device for mixing mud, from the batch box

The well is a cylindrical rock working in the earth's crust, constructed without access to it by a person who is characterized by a relatively small diameter in comparison with its length

Level gauge is an instrument for industrial measurement or monitoring of liquid and bulk solids in tanks, storages, process units, etc.

Level of assortment of production: quantity of production at which achievement it is considered, that the company has broad spectrum in the given conditions

Centrifuge: the device for removal from a chisel solution muck with the size of particles up to 0,01-0,002 mm due to use of centrifugal effect.

Circulating system: a complex of mechanisms and the equipment, included in structure of the complete set of chisel installation and intended for preparation, storage and clearing of a chisel solution, as well as for performance of set of other functions

Slurry of rock particles of different dispersity, which are the result of its destruction

Slurry barn construction, formed as a result of excavation works, used for dumping and storage vyburennogo cuttings and drilling mud until their recycling

Slurry pump - device designed for pumping hydraulic mixtures pumps with small solid fraction, including drilling mud

1. Introduction

Recently the energy complex has played an important role in economy of the Russian Federation, the fuel and energy complex plays one of the most important roles. Oil and gas industry takes a special place in it. In spite of the economic crises, the oil price drop, and the reduction in the volume of well construction, drilling will always be relevant to hydrocarbon production. In the 21st century, the science of drilling is developing at a tremendous pace. The level of production of works 20 years ago is incomparable with the current one. Equipment is constantly being modernized, drilling companies are taking a course to improve the culture of production, introduce new technologies, and gradually reduce the share of manual labor in the total amount of work. But some problems remain relevant for many years.

One of such problems is the imperfection of the circulation systems used, both in drilling and in well overhaul.

Within the framework of the final qualifying work it is supposed to fulfill the theoretical, analytical and practical parts. The theoretical part will address the most acute problems associated with the current level of production of circulating systems.

2. *The main problems associated with the circulation systems*

Constructive imperfection of existing circulation systems. This disadvantage affects the increase in costs during the drilling process, which mainly results in overuse of chemical reagents to control the properties of the drilling mud because of its poor-quality cleaning.

Slow introduction of new technical and technological solutions into production. Domestic manufacturers of equipment and drilling companies, in contrast to foreign companies, behave excessively conservatively

The most acute and important problems that have a significant impact on technological and economic indicators of drilling efficiency were considered. In the work it is supposed to bring author's the solution of these problems with the

subsequent introduction of proposals for improvement in the domestic practice of drilling

Cleaning of a trunk of the well – the major factor providing successful drilling and defining quality of cementation at the final stage of its construction. Therefore, the main functions of circulating system of the drilling rig have to be at such level that together with geological specifications of drilling the objectives of the most high-quality cleaning of the well of cuttings rock and prevention of possible complications and accidents were achieved.

The circulating system represents the complex of mechanisms and the equipment included in structure of a set of the drilling rig and intended

- to prepare and store drilling mud fluid of the set density and quality;
- to supply solution to the well;
- to process drilling mud fluid;
- to purify drilling mud fluid from cuttings-laden drilling mud;
- to decontaminate drilling mud fluid (if necessary);
- to pulp filling process of solution to the well when raising pipes;
- to remove slime in a dump or on disposal

The presence of sludge in the washing liquid has a harmful effect on its technological properties and leads to a deterioration of the technical and economic parameters of drilling. Thus cleaning of drilling fluid from solid, liquid and gaseous impurities is of special importance

In order to reduce or eliminate environmental pollution during drilling, the structure of the circulating system includes devices that prevent leakage of drilling mud into the ground and collect and process it.

Also in the new circulation systems, the requirements for maintaining a high level of production culture and level of labor are of great importance.

When drilling in water protection zones, the discharge of cuttings from the drilling rig should be completely excluded, a special system of sludge removal for discharging drilling waste into the car body or an intermediate hopper with subsequent removal of the sludge for its processing and utilization is included in

the structure of the CS. If necessary (in accordance with the requirements of environmental authorities), the quality of drilling mud cleaning is brought to practically technical water by including a special coagulation and flocculation unit in the CS that works in conjunction with centrifuges.

3. *New drilling equipment for circulation systems*

This vibrating sieve is simple in concept, but a bit more complicated to use efficiently. A wire-cloth screen vibrates while the drilling fluid flows on top of it. The liquid phase of the mud and solids smaller than the wire mesh pass through the screen, while larger solids are retained on the screen and eventually fall off the back of the device and are discarded. Obviously, smaller openings in the screen clean more solids from the whole mud, but there is a corresponding decrease in flow rate per unit area of wire cloth. Hence, the drilling crew should seek to run the screens (as the wire cloth is called), as fine as possible, without dumping whole mud off the back of the shaker. It used to be typical for drilling rigs to have only one or two shale shakers, modern high-efficiency rigs are often fitted with four or more shakers, thus giving more area of wire cloth to use, and giving the crew the flexibility to run increasingly fine screens. AKROS applies the most advanced technologies manufacturing various screen panels designed for shale shakers with mesh sizes from API 20 to API 400. We also offer screen panels for all models of the screen shakers manufactured by

Brandt, Derrick, M-I SWACO, KEMTRON etc. AKROS can fabricate customized screen panels, with sizes and specifications as requested by clients. Four-sided tension of the screen plates is used during fabrication of the screen panels. The screen plates can be fabricated with both square and rectangle mesh shapes. Plugs for isolation of the ruptured mesh areas can be used to extend service life. Screen panels 20-50 API have a double layer design, screen panels 60-325 API have a triple layer design. The first layer of the screen panel plate is made of SS304 grade steel, the second and the third layers of the screen panel plates are made of SS316L grade steel. Framed screen panels – the frame is made of

composite materials resistant to corrosive drilling muds. Storage life of screen panels with composite frame is over 5 years. Composite frame screen panels have an effective area 10-20% larger than metal framed screen panels. High quality fiber glass is used to improve temperature rating of the composite material, the composite frame maintains its properties under temperature of up to 140 degrees Celsius.

AKROS offers high efficiency AKR-series centrifuge of different configurations that are designed for high efficiency separation of solids, barite recovery during drilling. It can also be combined with flocculation and coagulation unit during dehydration. High efficiency centrifuges AKR-453, AKR-553 are designed specifically for processing of large volumes of drilling mud. (Table №1)

Variable frequency drive supplied with centrifuge allows setting required parameters and conducting monitoring within required range according to drilling conditions:

- bowl rotation speed;
- differential speed;
- feeding pump capacity.

Automatic control and regulation are conducted via programmable logical controller with sensor display which enables regulation of centrifuge operation parameters according to changing conditions of drilling. Variable frequency drive is manufactured by the world leading manufacturers ABB and Siemens.

AKROS offers AKR series mud hoppers, designed and manufactured to enable rapid and efficient dosing and mixing of chemical and additives while preparing and maintaining drilling fluids. The hopper function is based on the venturi effect, when the pressure of a flowing fluid decreases passing through a restriction, thus allowing adding appropriate doses of polymers, barite, bentonite and other powder additives. The hopper may be placed on the skid with the centrifugal pump, thus simplifying the installation of mud cleaning equipment on the drilling rig.

Mechanical mud mixers are designed to prepare the drilling muds and maintain their required characteristics. They facilitate uniform mixing of the mud and additives preventing local overtreatment with chemicals. Among other things, mud mixers keep the weighting material in suspension and minimize the settling of sludge.

- high power motor, 3 to 22 KW;
- wide range of blade sizes;
- double-row blade mixers can be supplied as an option.

AKR series vacuum degassers are able to service the needs of any application. It is usually installed after the shakers. Each degasser effectively and efficiently removes gases from gas-cut mud, thus ensuring that the proper mud weight is pumped down hole. In doing so, the degassers are able to aid in the prevention of potential blowouts. Unlike the traditional vacuum degasser, AKR vacuum degasser is a self-contained unit, AKR vacuum degasser is monitored by level sensor to protect over suction of the fluids. The gas-cut mud is drawn into the degasser by a vacuum created by a regenerative vacuum without needing centrifugal pump. AKR 270 degasser can act as a big agitator for the drilling mud, which helps the treatment for desander and desilter.

Centrifugal degasser is a new type degasser, specialized in processing gas cut drilling fluids. Normally it is installed after shale shaker and widely used in various solids control systems, and it is very important for recovering mud weight, stabilize mud viscosity performance, reduce drilling cost. Meantime it can be used as a big power blender. Its advantages are large capacity, high rate of degassing, less area required, low energy consumption, easy operation and maintenance.

The AKR series screw pump is a single screw pump. The pump is an ideal pump for feeding to decanter centrifuge without shearing or agitating the drilling mud. The main parts are screw shaft (rotor) and screw shaft bushing (stator). Because of the special geometry shape of the two parts, they form pressurize capacity separately. The fluids flow along with the shaft, inner flow speed is slow, capacity remains, pressure is steady, so it will not generate vortex and agitating.

The shaft of the pump is made from stainless steel, AKR series pump is available for option with complete stainless steel body, it can drive by coupler, or adjust the speed by using variable speed motor, Triangle V-belt, gear box, etc. AKR series screw pump is with less accessories, compact structure, small volume, easy maintenance, rotor and stator are wear parts of this pump, it is convenient to replace. The stator is made of elastomeric material, so it has particular advantages than other pump to transfer the fluids. With high viscosity and hard suspended particles included.

The treatment technology is based on the thermal processes resulting in evaporation of liquids from drilling cuttings, including: hydrocarbons and water. Water evaporates first, turning into water vapour, and hydrocarbons evaporate later, as they have a higher boiling point. Hydrocarbons are separated from water during the two stage condensation process, based on the same principles. The hammer mill generates large quantities of heat during the grinding process, thus breaking cuttings and removing liquids, including pore fluids. The design provides reduction of thermal energy to minimum and simultaneous removal of liquid components with recovery of hydrocarbons for further re-use in oil-based drilling fluids.

Cuttings skips are designed for containment and transfer of drilled rocks and other wastes produced from well drilling. The design of cuttings skips provides heavy-duty durability and reliability, that's why cuttings skips are widely used in offshore drilling, where the most stringent requirements are applied. Due to portability of equipment and for stacking convenience, drill cuttings collected in skips may be shipped by water transport, as well as by road and railway transport. The cuttings skips may be used under extreme temperatures from minus 40°C to plus 50°C without deterioration of strength and sealing properties.

The F-1000 Triplex Mud Pump is made of rugged Fabriform construction and designed for optimum performance under severe drilling conditions. It is compact and occupies less space, yet delivers unequaled performance. The pumps are backed by several decades of design and manufacturing experience, and are

considered leaders in the field. The NOV Triplex design provides an inherently balanced assembly. No additional counterbalancing is required for smooth operation. No inertia forces are transmitted to the pumps' mountings.

NOV's F-Series pumps are conservatively rated at relatively low rpm. This reduces the number of load reversals in heavily stressed components and increases the life of the fluid end parts through conservative speeds and valve operation.

Forged steel cylinders are identical and interchangeable. Liners and pistons can be inspected without removal. One-piece piston rod, discharge strainer, liner, piston and piston rod are removed and replaced through the front of the pump.

The suction degasser is built into the suction manifold for reduction of pressure surges. F-1000 cylinders are electroless nickel-plated to retard corrosion. Power end cover can be removed without disturbing top mounted motors. One-piece interchangeable eccentric straps.

- Slower speed means increased expendable life;
- Fabricform frame;
- Low weight-to-horsepower ratio;
- Herringbone gears, both gear and pinion, are machined from alloy steel forgings.

References

1. Fundamentals of Sustainable Drilling Engineering. M. Enamul Hossain, Abdulaziz Abdullah Al-Majed. 2015. –p. 785.
2. Drilling Fluids Processing Handbook. Asme. 2005, Elsevier Inc.
3. Reference book 2017, Elsevier Inc. –p. 729.
4. Circulating system . Johannes Fink. 2015, Elsevier Inc. –p. 817.