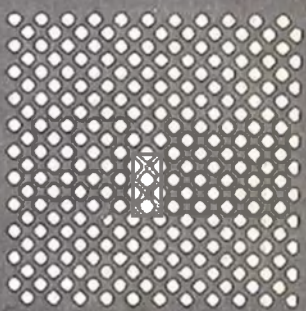
В. Н. ГОЛОВКО

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ



СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
Оборудование для приготовления промывочных растворов 5
Механические двухвальные мешалки 5
Фрезерно-струйные мельницы 7
Агрегат АППЖ-4 9
Гидромониторные смесители 11
Установка для приготовления промывочных растворов УПР-Р-2 . . 14
Гидравлические мешалки эжекторного типа 18
Механизм загрузки утяжелителя МЗУ 20
Хранение порошкообразных материалов на буровых, выгрузка материалов 22
Перемешивающие устройства в емкостях 25
Оборудование для очистки промывочных растворов от выбуренной породы 28
Оборудование для механической очистки вибросита 28
Оборудование для разделения фракций твердой фазы с помощью центробежных сил 33
Пескоотделители 1ПГ и 1ПГК конструкции Гипронефтемаша . . . 34
Гидроциклонные пескоотделители объединения Куйбышевнефть . . 37
Ситогидроциклонная установка 38
Гидроциклоны, применяющиеся для очистки промывочных растворов за рубежом 41
Установки для регенерации утяжелителя и регулирования содержания глинистой фазы в промывочных растворах 43
Установки УР1 45
Элементы циркуляционных систем 51
Желоба 51
Приемные или рабочие емкости 53
Запасные емкости 54
Запорная арматура, быстросборные соединения трубопроводов . . . 55
Блок для хранения жидких химических реагентов 58
Устройства для долива жидкости в скважину 58
Автоматическая система долива без доливных емкостей 60
Циркуляционные системы промывочных растворов 61
Циркуляционная система буровой установки БУ-50Бр1 с дизель-электрическим приводом 61
Циркуляционная система ЦС50БрД буровой установки БУ50БрД с дизельным приводом 61
Циркуляционная система 1ЦС80БрД буровых установок БУ80БрД и БУ80БрЭ 63
Циркуляционные системы ЦС125БД и ЦС125БЭ буровых установок Уралмаш-125БД и Уралмаш-125БЭ 63
Другие циркуляционные системы 68
Типовая схема циркуляции промывочного раствора 69
Литература . . . . . на обл.

2005г.
622.24
Г61

В. Н. ГОЛОВКО

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

2 1951

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
Москва, 1971

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
Оборудование для приготовления промывочных растворов 5
Механические двухвальные мешалки 5
Фрезерно-струйные мельницы 7
Агрегат АППЖ-4 9
Гидромониторные смесители 11
Установка для приготовления промывочных растворов УПР-Р-2 14
Гидравлические мешалки эжекторного типа 18
Механизм загрузки утяжелителя МЗУ 20
Хранение порошкообразных материалов на буровых, выгрузка материалов 22
Перемешивающие устройства в емкостях 25
Оборудование для очистки промывочных растворов от выбуренной породы 28
Оборудование для механической очистки вибросита 28
Оборудование для разделения фракций твердой фазы с помощью центробежных сил 33
Пескоотделители 1ПГ и 1ПГК конструкции Гипронефтемаша . . . 34
Гидроциклонные пескоотделители объединения Куйбышевнефть . . 37
Ситогидроциклонная установка 38
Гидроциклоны, применяющиеся для очистки промывочных растворов за рубежом 41
Установки для регенерации утяжелителя и регулирования содержания глинистой фазы в промывочных растворах 43
Установки УР1 45
Элементы циркуляционных систем 51
Желоба 51
Приемные или рабочие емкости 53
Запасные емкости 54
Запорная арматура, быстросборные соединения трубопроводов . . . 55
Блок для хранения жидких химических реагентов 58
Устройства для долива жидкости в скважину 58
Автоматическая система долива без доливных емкостей 60
Циркуляционные системы промывочных растворов 61
Циркуляционная система буровой установки БУ-50Бр1 с дизель-электрическим приводом 61
Циркуляционная система ЦС50БрД буровой установки БУ50БрД с дизельным приводом 61
Циркуляционная система 1ЦС80БрД буровых установок БУ80БрД и БУ80БрЭ 63
Циркуляционные системы ЦС125БД и ЦС125БЭ буровых установок Уралмаш-125БД и Уралмаш-125БЭ 63
Другие циркуляционные системы 68
Типовая схема циркуляции промывочного раствора 69
Литература . . . . . : на обл.

20005-г.

В. Н. ГОЛОВКО

622.24
Г61

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

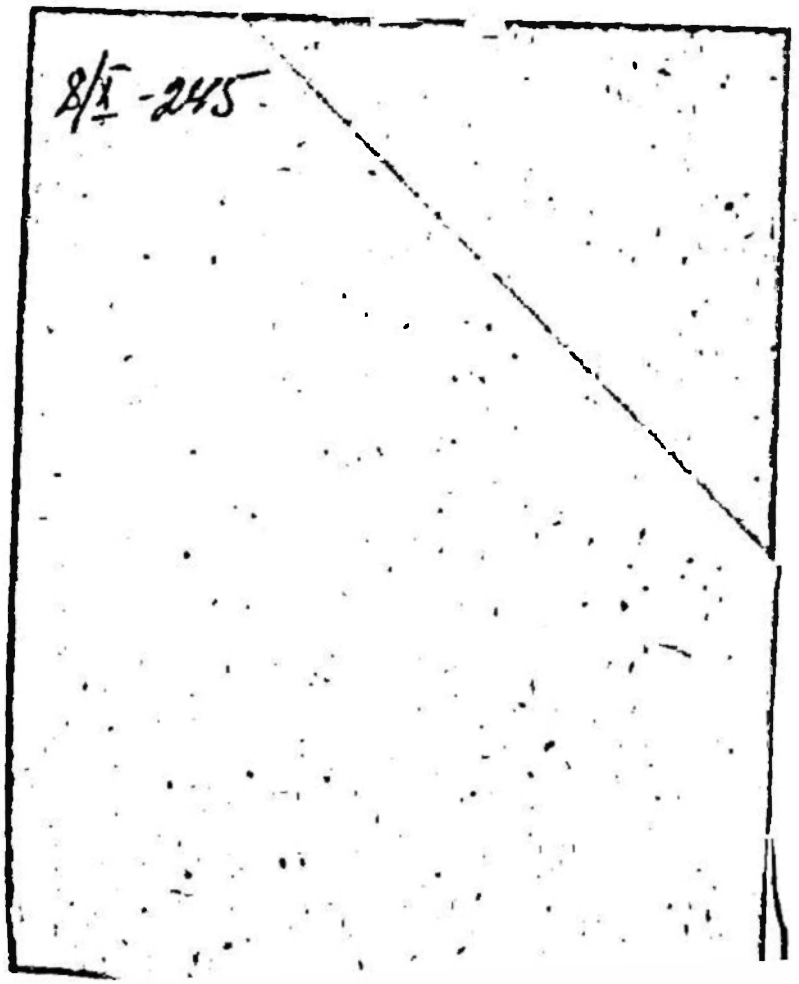
21951

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
Москва, 1971

Оборудование для приготовления и очистки буровых растворов. Головко В. И. М., изд-во «Недра», 1971, стр. 72.

В брошюре описывается оборудование для приготовления, очистки, циркуляции промывочных растворов, а также циркуляционные системы, применяющиеся в основных нефтедобывающих районах Советского Союза. Приводится оборудование, изготовляемое некоторыми зарубежными фирмами.

Таблиц 2, иллюстраций 45, библиография — 13 названий.



ВВЕДЕНИЕ

С ростом глубин нефтяных и газовых скважин все более важное значение приобретают промывка скважин; процессы приготовления и очистки буровых или промывочных растворов, регенерация утяжелителя; поддержание структуры растворов в циркуляционных системах буровых установок.

Все указанные процессы, а также погрузо-разгрузочные работы, связанные с комовыми материалами (глина, утяжелитель, химические реагенты) отнимают много времени у буровой бригады.

Затраты на оборудование для приготовления и очистки промывочных растворов и циркуляционные системы, на глинопорошки, утяжелитель и химические реагенты составляют значительную часть стоимости 1 *м* проходки.

Если же принять во внимание убытки от газовых выбросов, прихватов, обвалов, которые косвенно зависят от качества промывочных растворов, то удельный вес «глинохозяйства» в стоимости 1 *м* проходки возрастет еще более.

Для иллюстрации сказанного приведем некоторые цифры.

В 1960 г. приготовление и утяжеление промывочных растворов, промывка скважин по Украинской ССР составили 19% календарного времени бурения [1].

В современных буровых установках для глубокого бурения стоимость глинохозяйства составляет около 10% общей стоимости установки.

Так, в опытных образцах буровой установки БУ-200 вес и стоимость характеризуются цифрами, приведенными в табл. 1.

Таблица

Буровые установки	Вес всего оборудования, *т*	Вес оборудования глинохозяйства, *т*	Стоимость всего оборудования, тыс. руб.	Стоимость оборудования глинохозяйства, руб.
БУ200ДГ	711	125	1200	60
БУ200Э	648	125	717	60

Стоимость 1 *м* проходки глубоких скважин в США за 1960 г. составила 176 долл. при средней глубине скважины 4814 *м* [2].

В том же 1960 г. по 42 глубоким скважинам, пробуренным на глубину 4570—5800 *м* в Южной Луизиане, стоимость промывочных растворов составила 9,8—26,2 долл. на 1 *м* проходки [3].

Оборудование для приготовления и очистки промывочных растворов, а также циркуляционные системы буровых установок в Советском Союзе отличаются большим разнообразием конструкций и размеров.

Изготовляется это оборудование в мастерских контор бурения и на ремонтно-механических заводах.

Комплектование буровых установок оборудованием для приготовления очистки и циркуляции промывочных растворов осуществляется буровыми трестами и конторами бурения.

Циркуляционные системы по компоновке и составу оборудования отличаются еще бо́льшим разнообразием, чем отдельные виды оборудования.

Разнообразие циркуляционных систем и отдельных видов оборудования для приготовления, очистки и циркуляции промывочных растворов обусловлено различными геолого-географическими условиями нефтедобывающих районов и различными исходными материалами для приготовления, утяжеления и химической обработки растворов.

Работами Гипронефтемаша, Хадыженского машиностроительного завода и Волгоградского завода бурового оборудования в последние годы положено начало упорядочению циркуляционных систем и унификации отдельных видов оборудования.

Начиная с 1965 г. все вновь разрабатываемые основными машиностроительными заводами буровые установки комплектуются серийно изготовляемым оборудованием для очистки и циркуляции промывочных растворов.

Разработаны ведомственные нормали на двухвальные глиномешалки, вибросита, ситоконвейеры, гидроциклонные пескоотделители, емкости.

Разработаны циркуляционные системы для буровых установок Уралмаш-125БД, Уралмаш-125БЭ, БУ-80БрД.

Цель настоящей брошюры — ознакомить широкие круги работников бурения с оборудованием для приготовления, очистки, циркуляции промывочных растворов, а также с циркуляционными системами, применяющимися в основных нефтедобывающих районах Советского Союза, и с циркуляционными системами, поставляемыми машиностроительными заводами в комплекте новых буровых установок.

В брошюре описано также соответствующее оборудование, изготовляемое некоторыми зарубежными фирмами.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ

Конструкция оборудования для приготовления промывочных растворов зависит от применяемых исходных материалов — глин, утяжелителей и химических реагентов.

Для приготовления промывочных растворов из сухих порошкообразных материалов требуется лишь тщательное перемешивание частиц твердой и жидкой фазы и создание условий для полного смачивания твердых частиц. Для приготовления промывочных растворов из комовых материалов или влажных порошков необходимо предварительное дробление кусков или слипшихся комков. Процессы дробления исходных твердых материалов и перемешивание их с жидкостью, главным образом с водой, осуществляются в механических или гидравлических мешалках.

Однако затраты труда буровой бригады на приготовление промывочных растворов не ограничиваются процессами дробления и перемешивания.

Не меньше усилий и времени приходится затрачивать на выгрузку материалов из транспортных средств, складирование и подачу материалов к мешалкам.

Оборудование и приспособления для погрузки и выгрузки материалов подчас более сложны и имеют более высокую стоимость по сравнению с основным оборудованием для приготовления — мешалками.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ДВУХВАЛЬНЫЕ МЕШАЛКИ

Наибольшее распространение на буровых предприятиях Советского Союза имеют механические двухвальные мешалки, которые применяются для приготовления и утяжеления промывочных растворов из комовых материалов, а также для приготовления химических реагентов.

Двухвальные мешалки применяются нескольких типоразмеров и отличаются между собой емкостью барабана. Мешалки емкостью 0,5, 0,75 и 2,0 $м^3$ применяются в буровых установках для геологопоискового и структурного бурения. Мешалки емкостью 10 $м^3$ применяются на стационарных глинозаводах. В буровых установках

для глубокого разведочного и эксплуатационного бурения применяются двухвальные мешалки емкостью 4 $м^3$.

Конструкция и техническая характеристика двухвальных мешалок достаточно известны.

Отличительной особенностью их является универсальность. Промывочные растворы в двухвальных мешалках могут приготовляться из любых комовых материалов, вплоть до смерзшихся кусков глины или утяжелителя.

Высокое качество приготовленных растворов в механических двухвальных мешалках сочетается с низкой производительностью, которую можно ориентировочно оценить следующими цифрами:

Производительность глиномешалки МГ2—4 по готовой суспензии, $м^3/ч$	4
Исходный материал — комовая глина	2—4
» » — глинопорошки	6

Отечественные заводы изготовляют двухвальные мешалки емкостью 4 $м^3$ двух марок: МГ2-4 и Г2-П-2, которые имеют незначительные отличия.

В 1965 г. Гипронефтемаш разработал нормаль Н1024-65 на двухвальные мешалки.

Нормаль Н1024-65 отличается от мешалок МГ2-4 и Г2-П-2 некоторыми конструктивными усовершенствованиями, из которых основными являются наличие приводного электродвигателя на общей раме с корпусом мешалки и замена плоскоременной передачи на клиноременную.

На буровых двухвальные мешалки обычно монтируются на высоких деревянных или стальных основаниях. Поэтому приготовленная суспензия сливается в желоб самотеком. Подача твердых материалов в мешалки в большинстве случаев осуществляется вагонетками, которые передвигаются по наклонному рельсовому пути с помощью канатов и системы блоков, связанных с валами мешалки. Вагонетки загружаются у основания рельсового пути вручную; выгрузка их в приемную воронку мешалки осуществляется механически.

На многих буровых предприятиях двухвальные мешалки используются для приготовления жидких химических реагентов из бурого угля и щелочи или других твердых компонентов. В этом случае приготовленный в мешалке химический реагент несколько часов отстаивается в специальной емкости. Для удобства транспортировки мешалка монтируется на отстойной емкости.

Такие блоки применяются в объединении Укрвостокнефтегаз.

При переходе на сухие порошкообразные материалы для приготовления, утяжеления и химической обработки промывочных растворов появляются следующие преимущества: снижение в два-три раза удельного расхода исходных материалов на 1 $м^3$ готового

раствора, уменьшение трудовых и денежных затрат на транспортировку, погрузку и выгрузку материалов и возможность использования простых гидравлических мешалок эжекторного типа.

При повсеместном переходе на сухие порошки отпадет необходимость в применении двухвальных мешалок при бурении скважин; это подтверждается и зарубежным опытом.

До тех пор пока широко используются комовые материалы, учитывая наличие более производительных механизмов, область применения двухвальных мешалок может быть ограничена приготовлением химических реагентов.

ФРЕЗЕРНО-СТРУЙНЫЕ МЕЛЬНИЦЫ

Второй разновидностью механических мешалок являются фрезерно-струйные мельницы.

Фрезерно-струйные мельницы типа ФСМ (ФСМ-3; ФСМ-7), разработанные Воронежским инженерно-строительным институтом для приготовления и утяжеления промывочных растворов из комовых материалов, начали применяться на буровых предприятиях Украины в 1963—1964 гг.

Техническая характеристика фрезерно-струйной мельницы ФСМ-3

Характеристика мельницы ФСМ-7 практически не отличается от характеристики мельницы ФСМ-3.

Производительность по исходным материалам, по данным треста Харьковнефтегазразведка.

Комовая глина, *т/ч*	10—12
Порошковая глина, *т/ч*	20—25
Утяжелитель (магнетит)	30—35
Диаметр ротора, *мм*	400
Длина ротора, *мм*	600
Скорость вращения ротора, *об/мин*	500
Мощность приводного электродвигателя, *квт*	28
Габаритные размеры, *мм*	1950×1530×1410
Вес, *кг*	1400

Фрезерно-струйная мельница ФСМ-3 рис. 1 состоит из следующих основных узлов: ротора, приемного бункера, предохранительной шарнирной плиты, диспергирующей рифленой плиты, ловушки и лотка для отвода готовой суспензии.

Комовые или порошкообразные материалы подаются в приемный бункер *10*, вода подается по перфорированной трубе *12*.

Подвижный щиток *11* ограничивает предельный размер комьев, попадающих из бункера во внутреннюю часть корпуса.

Исходные материалы с водой попадают по предохранительной плите *14* на вращающийся ротор.

При наличии в материале больших камней или кусков металла последние заклиниваются между лопастями ротора и предохранительной плитой. При этом специальные штифты *15* срезаются, пли-

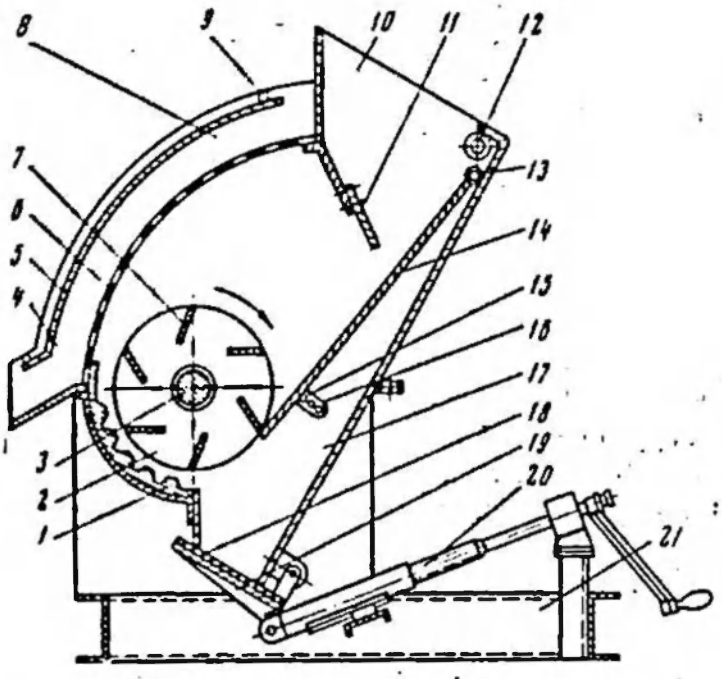


Рис. 1. Фрезерно-струйная мельница ФСМ-3:

1 — диспергирующая рифленая плита, *2* — лопастной ротор, *3* — горизонтальный вал, *4* — лоток, *5* — отражательный щиток, *6* — выходная решетка, *7* — лопасть, *8* — борты, *9* — шарнир, *10* — приемный бункер, *11* — подвижной щиток, *12* — перфорированная труба, *13* — шарнир, *14* — предохранительная плита, *15* — сменные штифты, *16* — регулирующая планка, *17* — ловушка, *18* — резиновая прокладка, *19* — откидная крышка, *20* — механизм для открывания и закрывания крышки ловушки; *21* — рама

та поворачивается вокруг шарнира *13* и камни падают в ловушку *17*. Из ловушки они периодически удаляются путем открывания крышки при помощи механизма *20*.

В нижней части корпуса расположена сменная диспергирующая рифленая плита *1*, огибающая с небольшим зазором четверть ротора. В нижней части корпуса укреплена решетка *6*.

Выбор диаметра отверстий решетки обусловлен требованиями, предъявляемыми к получаемой суспензии.

Сверху решетка закрыта щитком *5*, который может быть откинут поворотом вокруг шарнира *9*.

Готовая суспензия стекает по внешней поверхности решетки и по лотку *4* отводится за пределы мельницы.

Измельчение частиц глины или утяжелителя происходит при перемещении материала с водой лопастями ротора вдоль диспергирующей плиты, при ударе струй, выбрасываемых ротором, о решетку, а также при прохождении суспензии через отверстия решетки.

Частицы материала, не прошедшие через отверстия решетки, вновь падают на ротор и проходят повторный цикл измельчения.

Фрезерно-струйная мельница является машиной непрерывного действия сравнительно высокой производительности. Ее бесперебойная работа может быть обеспечена при наличии механизированной загрузки исходных материалов. В настоящее время загрузка фрезерно-струйных мельниц осуществляется вручную. Суспензия, полученная во фрезерно-струйной мельнице, имеет нераспустившиеся твердые частицы и требует дополнительного перемешивания либо многократной циркуляции по схеме мельница — емкость — мельница.

Это обстоятельство является существенным недостатком данной механической мешалки.

Фрезерно-струйные мельницы показали высокую эффективность при ликвидации аварий — газовых выбросов, когда нужно было за короткий срок приготовить большое количество утяжеленного раствора.

В этом случае параметры полученной суспензии могут и не удовлетворять требованиям, предъявляемым к буровым растворам. Высококачественные буровые растворы в мельнице не могут быть получены.

Фрезерно-струйные мельницы типа ФСМ производит в ограниченных количествах завод Главнефтепроммаша по требованиям отдельных объединений.

АГРЕГАТ АППЖ-4

Прообразом фрезерно-струйных мельниц являются фрезерно-метательные мельницы, которые по конструкции мало отличаются от фрезерно-струйных. Фрезерно-метательные мельницы впервые начали применять работники объединения Саратовнефть.

В процессе эксплуатации была обнаружена недостаточная степень диспергации твердой фазы в получаемой суспензии. Для улучшения качества суспензии конструкторским бюро объединения Саратовнефть на базе фрезерно-метательной мельницы был разработан агрегат АППЖ-4, предназначенный для приготовления и утяжеления промывочных растворов из комовых и порошкообразных материалов. Агрегат состоит из фрезерно-метательной мельницы ФММ-5, пескового насоса, приемной емкости и опорной рамы (рис. 2).

Техническая характеристика

Производительность по готовой суспензии, $м^3/ч$	10—15
Скорость вращения барабана фрезерно-метательной мельницы, *об/мин*	600
Скорость струи в струйной камере, *м/сек*	20
Диаметр сопла струйной камеры, *мм*	23,4
Расход воды, $м^3/ч$	15
Давление воды, подаваемой в метательную мельницу, $кГ/см^2$	1,5
Мощность электродвигателя фрезерно-метательной мельницы, *квт*	20

Гидромониторный смеситель ГСТ, разработанный трестом Татбурнефть совместно с Гипропефтемашем, имеет резервуар объемом 14 $м^3$ и выгодно отличается от смесителей системы Папировского и ГВТФ-1.

Преимуществами смесителя ГСТ являются расположение гидромониторов, отсутствие вентилей, что значительно упрощает эксплуатацию смесителя, наличие лабиринта, обеспечивающего сепарацию нераспустившихся частиц материала.

Более подробно конструкция смесителя описана ниже.

Техническая характеристика гидромониторного смесителя ГСТ

Производительность, $м^3/ч$	40
Объем резервуара, $м^3$	14
Рабочее давление, $кГ/см^2$:	
при работе двух буровых насосов	75—95
при работе одного бурового насоса	40—50
Угол наклона загрузочного трапа, *град*	14
Ширина загрузочного трапа, *мм*	3310
Габаритные размеры, *мм*	11770×3700×2900
Вес (вместе с загрузочным трапом), *кг*	8390

Смеситель (рис. 3) состоит из резервуара *2* и загрузочного трапа *1*, по которому бульдозером подаются в резервуар исходные материалы.

Резервуар разделен перегородкой на два сообщающихся между собой отсека *А* и *Б*.

В отсек *А* встроены 6 гидромониторов, направленных под углом к оси емкости. Такое расположение гидромониторов обеспечивает создание в отсеке *А* мощного потока, интенсивное размывание глины или утяжелителя и разрушение твердых смерзшихся кусков. В отсек *Б* встроены 3 гидромонитора. Образовавшаяся в отсеке *А* суспензия движется в отсек *Б*, который разделен перегородками на четыре полости. Проходя между перегородками, жидкость теряет нераспустившиеся комки глины или утяжелителя, которые под воздействием струи трех гидромониторов возвращаются в отсек *А*.

Освобожденная от комков суспензия поступает в барабанный фильтр *3*, откуда через сливную трубу — в приемную или запасную емкость.

Нераспустившиеся комки материала в отсеке *А* снова размываются и поступают вторично в отсек *Б*. Для предотвращения засорения насадок гидромониторов перед каждым из них установлен фильтр.

По окончании работы смесителя резервуар очищается от осадка глины или утяжелителя при помощи двухшарнирного гидравлического перемешивающего устройства *5*. Образовавшаяся пульпа удаляется через люк *4*.

Гидромониторный смеситель транспортируется в собранном виде только в пределах бурового треста по шоссейным или грунтовым дорогам. Из завода он поступает в составы трех блоков — корпуса и двух боковин *6*, которые привариваются к корпусу при первичном монтаже.

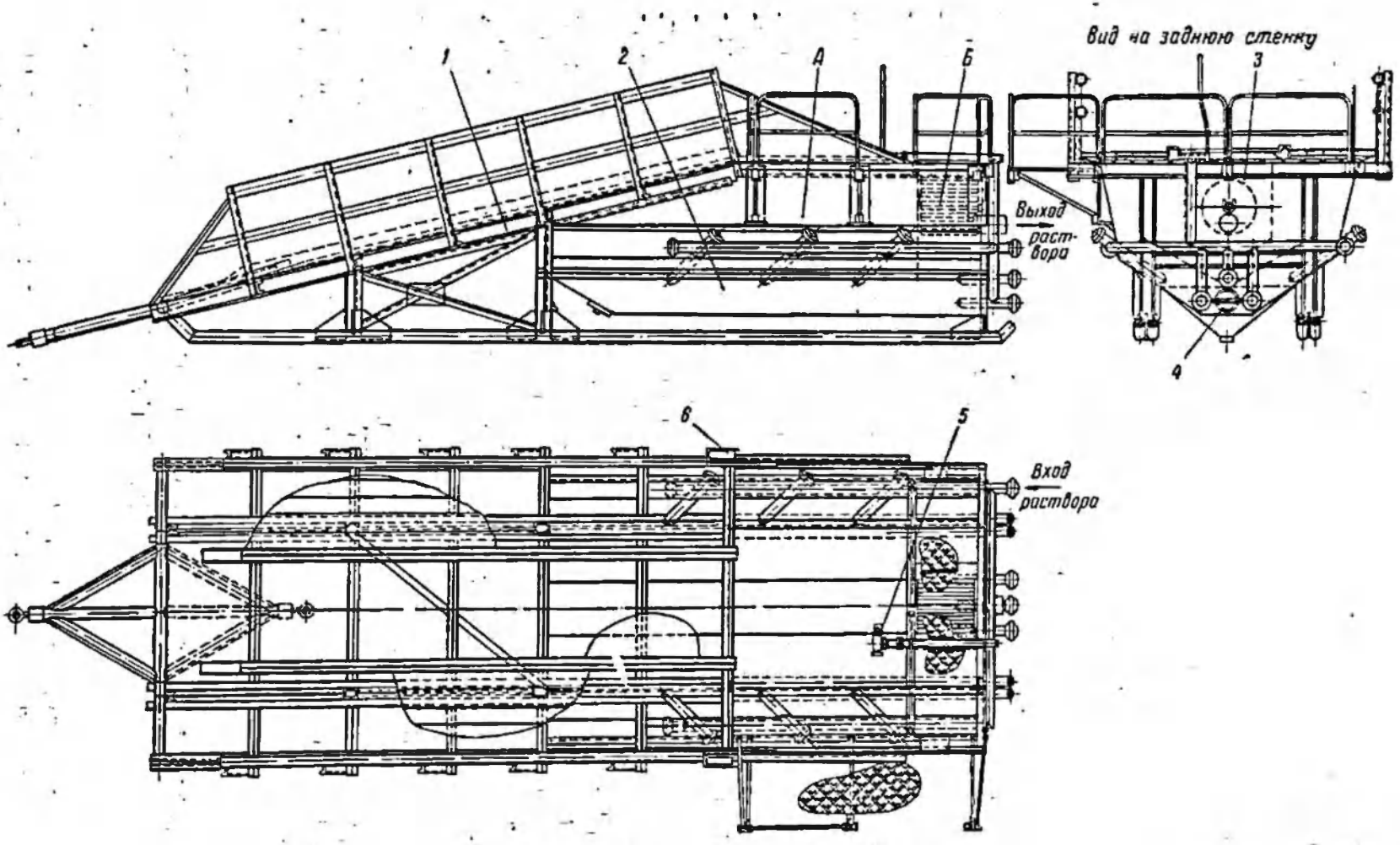


Рис. 3. Гидромониторный смеситель ГСТ:

1 — наклонный трап; *2* — резервуар, *3* — барабанный фильтр, *4* — люк для чистки, *5* — гидравлическое перемешивающее устройство, *6* — боковины каркаса смесителя.

Конструктивные особенности смесителя ГСТ обеспечивают более высокое качество готовой суспензии по сравнению со смесителями Папировского и ГВТФ-1. Однако и в смесителе ГСТ за один цикл также не может быть получен высококачественный буровой раствор. Поэтому суспензия, полученная в смесителе, несколько раз циркулирует по замкнутому циклу буровой насос — смеситель — емкость — буровой насос до полной диспергации твердой фазы.

В объединении Грознефть для утяжеления промывочных растворов применяется особый гидромониторный смеситель.

Смеситель представляет собой цилиндрическую емкость, устанавливаемую обычно ниже уровня складирования утяжелителя. Рядом с емкостью на возвышении или на специальном деревянном помосте накапливается запас утяжелителя. Промывочный раствор, который требуется утяжелить, направляют из манифольда в специальный гидромонитор. Из гидромонитора струя жидкости направляется на кучу утяжелителя для его размыва. Образовавшаяся при этом пульпа стекает в емкость. В емкости пульпа размешивается дополнительной порцией раствора, поступающего из второго гидромонитора. Второй гидромонитор расположен горизонтально непосредственно у дна емкости.

Гидромонитор соединен с вертикальной центральной трубой, установленной в подшипнике. Под действием реакции струи гидромонитор постоянно вращается в горизонтальной плоскости, обеспечивая одновременно с разбавлением пульпы хорошее ее перемешивание. Полученная суспензия вытекает из верхней части емкости.

Гидромониторный смеситель изготовляется силами объединения Грознефть.

Большая гидравлическая мощность гидромониторного смесителя ГСТ наряду с его конструктивными преимуществами позволяет быстро заготовить значительное количество промывочного раствора сравнительно высокого качества, что особенно важно при замене воды в системе циркуляции скважины глинистым раствором.

Поэтому смесители ГСТ получили широкое распространение в восточных районах Советского Союза.

Гидромониторный смеситель ГСТ изготовляется серийно заводом Главнефтепроммаша и может быть рекомендован на ближайшие годы для приготовления промывочных растворов из комовых материалов.

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ УПР-Р-2

К гидромониторным смесителям следует отнести также комбинированную установку УПР-Р-2.

Установка предназначена для приготовления и утяжеления промывочных растворов из комовых и влажных порошкообразных мате-

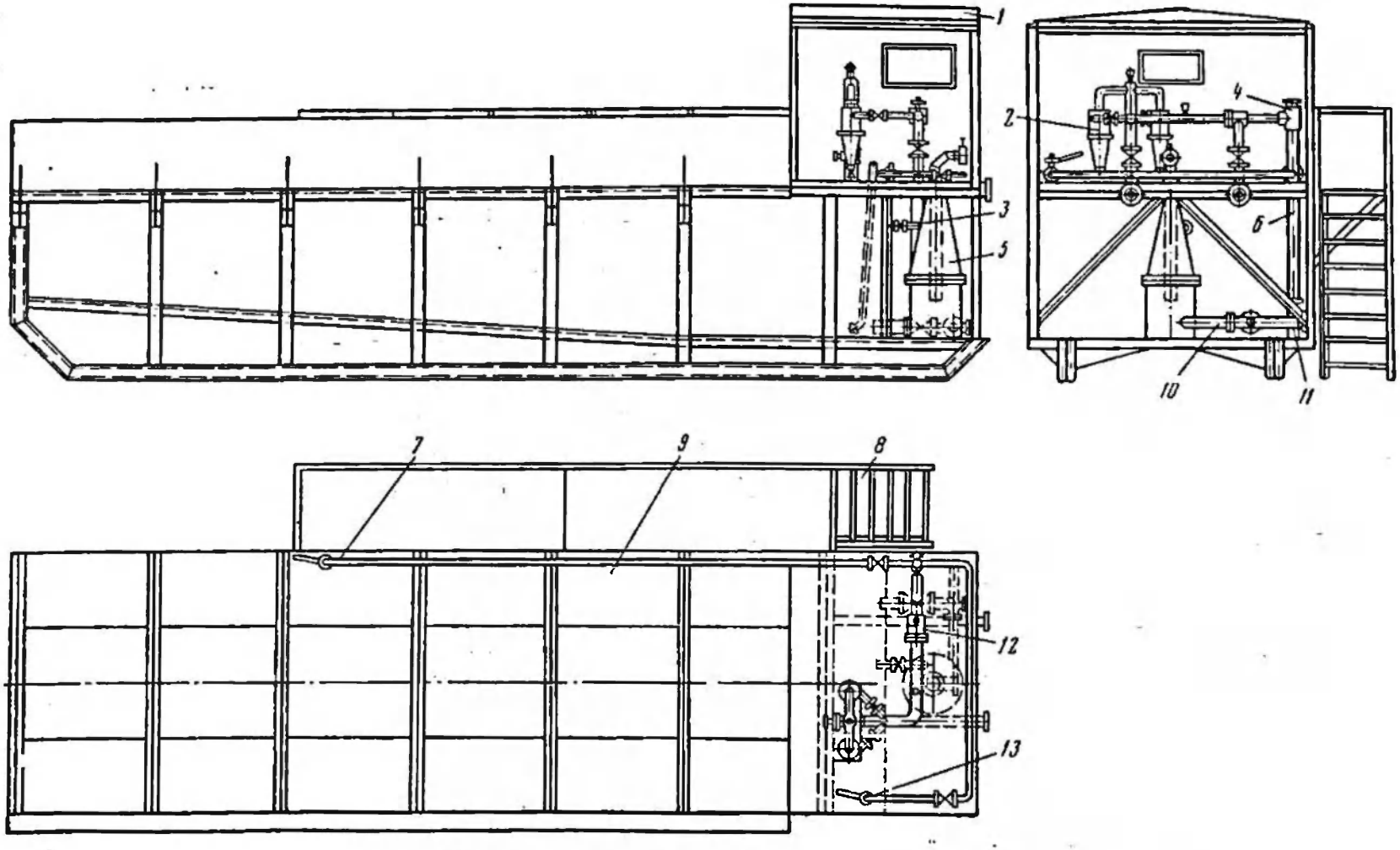


Рис. 4. Установка для приготовления растворов УПР-Р-2:

1 — укрытие, *2* — гидроциклон диаметром 150 *мм*, *3* — труба для сброса нераспустившихся частиц, *4* — кран, *5* — циклон-смеситель, *6* — стояк, *7* — гидромонитор правый, *8* — лестница, *9* — емкость, *10* — струйный насос циклона-смесителя, *11* — тройник, *12* — струйный насос циклонов диаметром 150 *мм*, *13* — гидромонитор левый.

риалов, для регенерации утяжелителя и для регулирования состава и содержания твердой фазы в промывочном растворе.

Техническая характеристика (по данным автора — И. Н. Резниченко)

Производительность при приготовлении и утяжелении растворов, $м^3/ч$	100—120
Производительность при регенерации сухого железистого утяжелителя, $т/ч$	8—10
Интенсивность утяжеления за один цикл, $Г/см^3$	0,2—0,3
Количество извлеченной глины из утяжеленного раствора за один цикл, %	6—7
Полезный объем емкости, $м^3$	60
Габаритные размеры установки, $мм$	10000×3200×4600
Вес (без наклонного трапа), $кг$	11 000

Некоторые пункты характеристики требуют уточнения после проведения промышленных испытаний установки. Так, производительность установки при утяжелении раствора составила 86 $м^3/ч$.

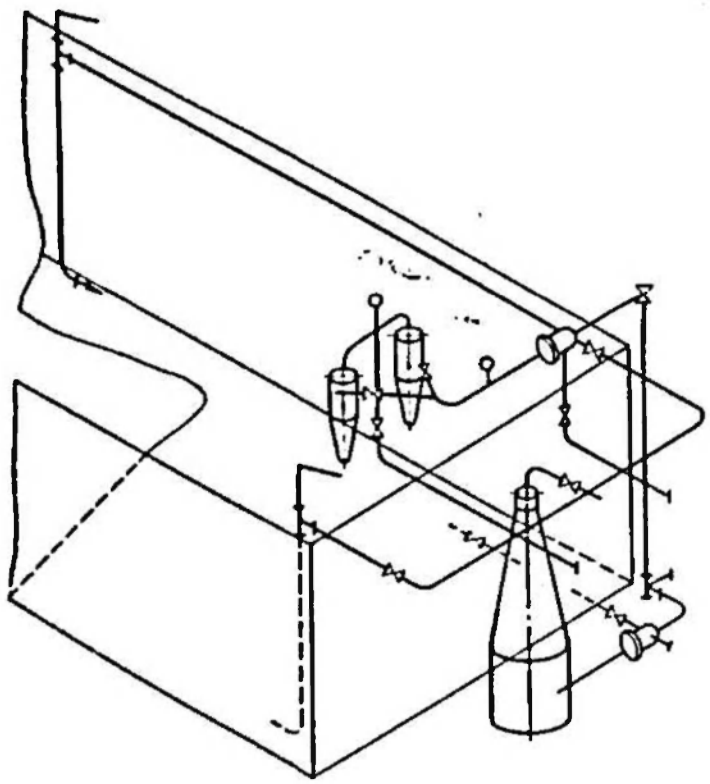


Рис. 5. Принципиальная схема работоы установки УПР-Р-2.

Производительность установки при регенерации железистого утяжелителя составила 5,5—6,5 $т/ч$ сухого утяжелителя. Полный вес установки по справке завода-изготовителя составляет 13,25 $т$.

Установка состоит из открытой стальной емкости с наклонным дном, верхняя часть которой закрыта решеткой (рис. 4, 5). На ре-

шетку емкости может въезжать по наклонному трапу самосвал и сбрасывать глину или утяжелитель. Внутри емкости у боковых ее стенок имеются два гидромонитора. В передней части установки смонтированы два гидроциклона диаметром 150 *мм*, один гидроциклон диаметром 600 *мм*, два струйных насоса и арматура для управления гидромониторами, циклонами и струйными насосами.

Приготовление или утяжеление раствора происходит следующим образом:

Промывочный раствор подается буровым насосом под давлением в тройник *11* стояка, откуда он поступает в гидромониторы.

Одновременно жидкость подается в струйный насос *10*.

Струи жидкости из гидромониторов размывают глину или утяжелитель и превращают их в пульпу. Проходя через струйный насос *10*, жидкость засасывает из емкости пульпу, перемешивается с нею и поступает в циклон-смеситель *5*.

В циклоне-смесителе происходит окончательное перемешивание пульпы с жидкостью и диспергирование частиц утяжелителя или глины. Частицы, которые не успели полностью диспергироваться, поднимаются в верхнюю часть циклона и сбрасываются в емкость. Приготовленная и освобожденная от нераспустившихся комочков суспензия поступает по центральной трубе к приему насосов. Во время приготовления и утяжеления промывочного раствора кран *4* закрыт.

Гидроциклоны *2* диаметром 150 *мм* используются при регенерации утяжелителя и извлечения излишней глинистой фазы из утяжеленного раствора.

При работе гидроциклонов *2* кран *4* открыт. Утяжеленный раствор под давлением подается в струйные насосы *10* и *12*.

Диаметр сопла в струйном насосе *10* в три раза больше диаметра сопла в насосе *12*. Поэтому в насос *10* поступает в *9* раз больше жидкости, чем в насос *12*.

Насос *12* подсасывает воду из водопровода для разбавления утяжеленного раствора.

Разбавленный раствор подается струйным насосом в гидроциклоны. В гидроциклонах *2* происходит разделение глины и утяжелителя. Пульпа, содержащая утяжелитель и незначительное количество глины, разгружается через нижние насадки в емкость.

Большая часть глинистой фазы с водой удаляется через верхние сливные насадки циклонов в дренаж.

Выходящая из циклонов пульпа засасывается струйным насосом *10*. В нем пульпа перемешивается с исходным раствором и направляется в циклонный сепаратор. Здесь происходит окончательное перемешивание раствора с пульпой, после чего суспензия с меньшим содержанием глинистой фазы поступает к буровым насосам.

При сравнении конструкции гидромониторного смесителя ГСТ и установки УПР-Р-2 видно, что в последней не могут использоваться комовые материалы из-за малого количества гидромониторов. Прак-

тически в объединении Краснодарнефтегаз, где применяется установка, в ней производится в основном утяжеление промывочного раствора, реже — регенерация утяжелителя. В качестве исходного материала применяется влажный порошкообразный железистый утяжелитель.

Недостатками установки являются.

1. Неприспособленность ее для комовых материалов, что ограничивает применение установки южными районами.

2. Низкое качество приготовленного раствора, в нем имеются недиспергированные частицы глины или утяжелителя.

3. В процессе приготовления или утяжеления раствора из порошкообразных материалов не поддается точной регулировке его удельный вес, вязкость и другие параметры.

4. Сравнительно большой вес установки.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МЕШАЛКИ ЭЖЕКТОРНОГО ТИПА

Гидравлические мешалки эжекторного типа применяются для приготовления и утяжеления промывочных растворов из порошкообразных материалов, а также для химической обработки растворов сухими порошкообразными реагентами.

Наибольшее распространение в Советском Союзе получили гидравлические мешалки ГДМ-1, называемые также гидроворонками Краснодарского типа.

Техническая характеристика гидромешалки ГДМ-1

Производительность готовой суспензии, $м^3/ч$	70—90
Объем воронки, $м^3$	0,175
Объем бака, $м^3$	1,0
Габаритные размеры, мм	2800×1600×1900
Вес, кг	1120

Гидравлическая мешалка (рис. 6) состоит из воронки *1* для загрузки порошков, камеры смешения *4* с соплом *5*, бака *2* и общей сварной рамы 3. К камере смешения через сопло подводится вода или глинистый раствор под давлением 20—30 $кГ/см^2$. В камере образуется вакуум, благодаря чему туда засасывается порошок из воронки; порошок смешивается с жидкостью. Образовавшаяся пульпа поступает в бак и ударяется о специальный башмак, благодаря чему происходит дополнительное измельчение комков твердой фазы и перемешивание их с жидкостью.

Поднимаясь кверху, суспензия теряет скорость; из нее выпадают на дно комки глины или утяжелителя. Готовая суспензия сливается через выходную трубу в верхней части бака.

Гидравлические мешалки аналогичной конструкции, но без смесительного бака применяются для приготовления цементных растворов при цементаже скважин. В частности, они являются составной частью цементосмесительных машин.

В некоторых объединениях (Укрзападнефтегаз) в гидравлических мешалках цементосмесительных машин готовят глинистые растворы из глинопорошков.

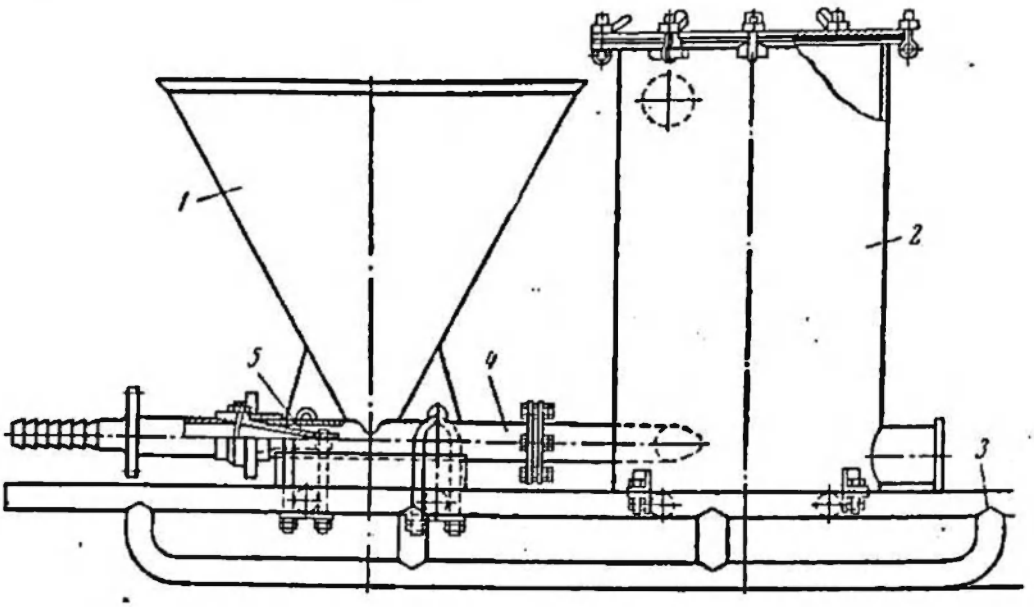


Рис. 6. Гидравлическая мешалка эжекторного типа ГДМ-1.

Суспензию, приготовленную в гидравлической мешалке, нельзя считать буровым раствором вследствие наличия комков твердой фазы. Для разрушения комков применяются длительное перемешивание суспензии механическим или гидравлическим путем в емкостях, отстой, многократная циркуляция по схеме — гидравлическая мешалка — емкость — насос — гидравлическая мешалка и, наконец, естественная циркуляция по схеме гидравлическая мешалка — емкость — насос — манифольд — скважина — очистная система — емкость. Гидравлические мешалки эжекторного типа широко применяются за рубежом: в США, Англии, Франции, Западной Германии, Румынии и в других странах.

Так как за рубежом не применяются комовые материалы, то гидравлическая мешалка является практически единственным устройством для приготовления, утяжеления и химической обработки промывочных растворов.

Конструкция зарубежных мешалок мало отличается от конструкции отечественных.

На рис. 7 показана мешалка, применяемая в буровых установках фирмы «Пенорд Дриллинг Компани» в штате Техас [4]. Мешалка состоит из воронки для загрузки порошков *2*, поворотного шибера *3* диаметром 150 *мм*, смесительной камеры-тройника *4* диаметром 150 *мм*, нагнетательного трубопровода *6* диаметром 150 *мм*, переводника 150×75 *мм*, насадки из твердого сплава диаметром 50 *мм* и отводящего трубопровода *1* диаметром 150 *мм*.

Давление жидкости в мешалке создается двумя центробежными насосами, которые приводятся дизелями мощностью 60 *л. с.* каждый. Насосы могут подавать 2×75 *л/сек* жидкости при давлении 2,8 *кГ/см²*. Производительность мешалки зависит от количества рабочих, подающих порошок из мешков в воронку. При работе одного насоса два рабочих могут загрузить до 900 мешков порошкообразного утяжелителя в 1 *ч* (считая 50 *кг* в мешке). Рабочие разрезают мешки и высыпают их в воронку.

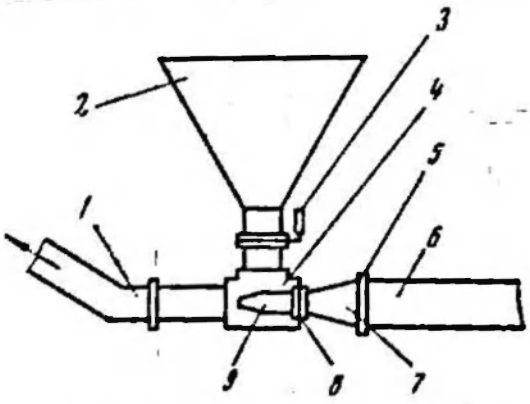


Рис. 7. Гидравлическая мешалка фирмы «Пенорд Дриллинг Компани»:

1 — отводящий трубопровод диаметром 150 *мм*, *2* — воронка, *3* — поворотный шибер, *4* — смесительная камера-тройник, *5* — фланец, *6* — нагнетательный трубопровод диаметром 150 *мм*, *7* — переводник 150×75 *мм*, *8* — фланец, *9* — насадка из твердого сплава диаметром 50 *мм*.

В пересчете на утяжеленный раствор удельного веса 2 *Г/см³*, это соответствует производительности 40 *м³/ч*. При работе двух насосов производительность составляет 80 *м³/ч* утяжеленного раствора.

В мешалке предусмотрены сменные насадки диаметром 38, 25, 12 и 10 *мм*.

Гидравлические мешалки, применяемые фирмой «Сосьетэ Дэ Фораж Петролье Пис Франс» [5], имеют максимальный диаметр насадки 62 *мм*. При скорости струи, выходящей из насадки, равной 28 *м/сек*, расходуется 89 *л/сек* жидкости. Насадки мешалок также питаются центробежными насосами.

МЕХАНИЗМ ЗАГРУЗКИ УТЯЖЕЛИТЕЛЯ МЗУ

Для механизации загрузки влажного порошкообразного утяжелителя в гидравлические мешалки эжекторного типа Гипронефтемашем разработан механизм МЗУ. Этот механизм может применяться в тех случаях, когда утяжелитель хранится на специальных металлических площадках. Обычно такие площадки загружаются автосамосвалами. Утяжелитель движется к воронке гидравлической мешалки бульдозером и в воронку грузится вручную лопатами.

Механизм МЗУ состоит из сварной рамы *2* (рис. 8); рельсового пути *3*, по которому передвигается механизм кареток *4* со скребками, последние укреплены на двух пластинчатых цепях, коробки перемены передач *5*; блока управления *6*, приводного электродвигателя *7*, шкафа с пускорегулирующей аппаратурой *8* и опоры *9*.

Механизм работает следующим образом: электродвигатель *7* через редуктор *1* вращает ведущие звездочки, которые приводят в движение две цепи с каретками *4*. Каретки со скребками являются

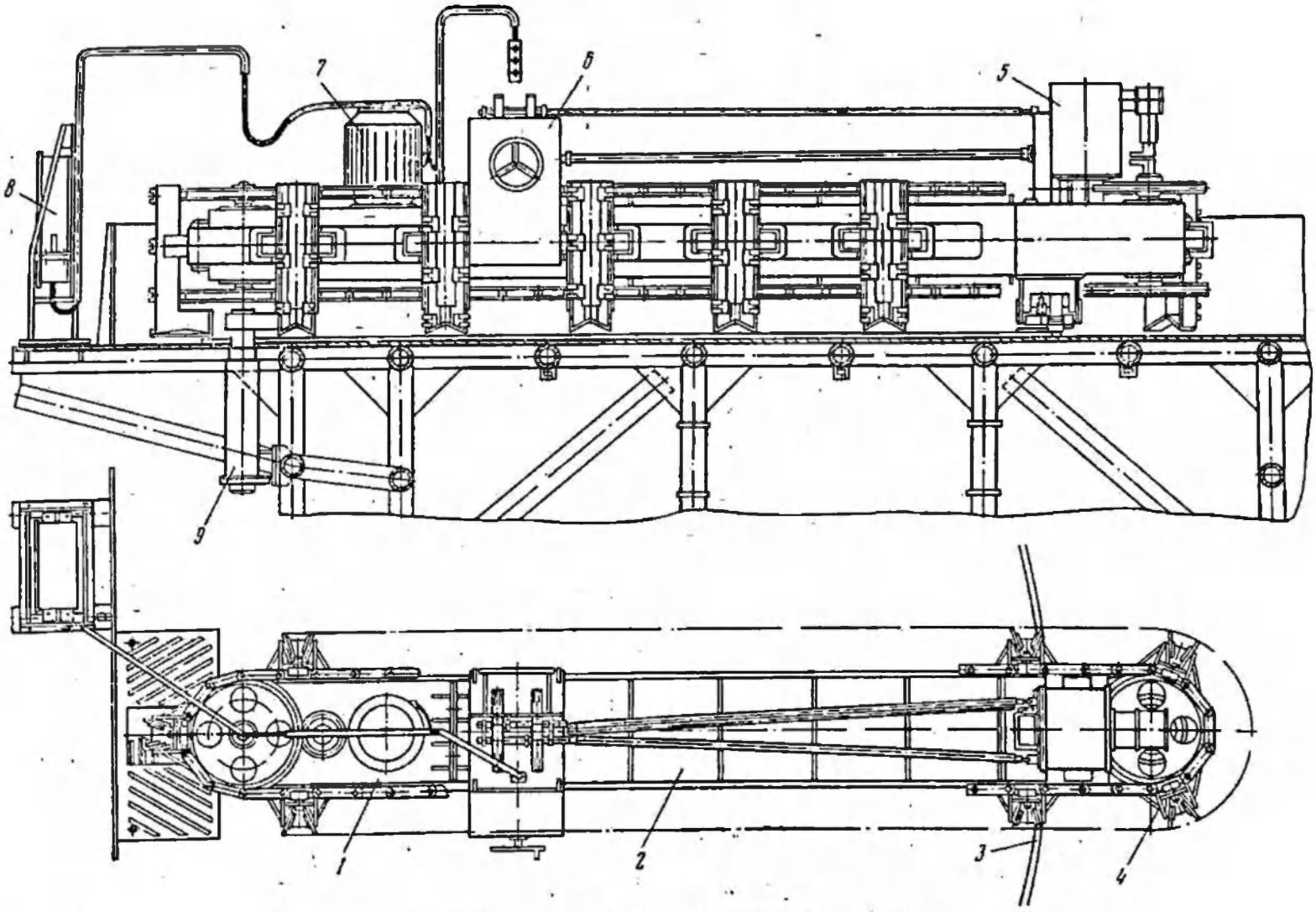


Рис. 8. Механизм загрузки утяжелителя МЗУ.

рабочими органами механизма. Механизм установлен на двух опорах: шарнирная опора *9* и ходовой ролик, который может перемещаться по полукруглому рельсовому пути *3*. Таким образом, механизм в процессе работы может совершать угловое перемещение в пределах $\pm 180^\circ$ и охватывать площадь половины круга радиуса, равного длине рамы.

Угловое перемещение механизма осуществляется от того же электродвигателя *7* через блок управления, карданные валы, коробку перемены передач и малую цепную передачу.

Ведомая звездочка малой цепной передачи установлена на одной оси с ходовым роликом. Благодаря трению ролика о рельс *3* и происходит угловое перемещение механизма при вращении ролика. Блок управления имеет штурвал ручного управления.

При перемещении кареток со скребками последние захватывают утяжелитель и транспортируют его к шарнирной опоре.

Рядом с опорой установлена гидравлическая мешалка, закрытая сверху решеткой. Меняя передачи в коробке *5*, можно изменять скорость углового перемещения механизма и тем самым изменять его производительность, т. е. количество подаваемого в мешалку утяжелителя в единицу времени.

Ручная подача механизма предусмотрена для быстрого перемещения его на холостом ходу по площадке, не загруженной утяжелителем. Максимальная производительность механизма 20 *т/ч*. При изменении передач в коробке *5* и при подаче соответствующего количества жидкости в сопло гидравлической мешалки во время промышленных испытаний механизма за один цикл циркуляции достигалось утяжеление промывочного раствора на 0,04—0,56 $Г/см^3$. Общий вес механизма МЗУ около 4,5 *т*.

Механизм МЗУ заменяет бульдозер по загрузке гидравлической мешалки и обеспечивает равномерную подачу утяжелителя в мешалку при различном расходе утяжелителя.

ХРАНЕНИЕ ПОРОШКООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БУРОВЫХ, ВЫГРУЗКА МАТЕРИАЛОВ

Сухие глинопорошки, утяжелители и химические реагенты транспортируются из складов на буровые в бумажных мешках или в герметически закрытых емкостях. В Советском Союзе незатаренные сухие порошки транспортируются в автоцементовозах и цементосмесительных машинах.

Выгрузка мешков, разрезание их и загрузка гидравлических мешалок производится большей частью вручную.

Мешки хранятся на буровых в закрытых деревянных складах или под навесами. Объединение Башнефть изготовляет на своем предприятии в небольших количествах сборно-разборные склады размером 4×6 *м* (в плане) из трубчатого каркаса с резино-тканевым укрытием. Вес одного склада 1285 *кг*. В некоторых объединениях организовано изготовление транспортабельных деревянных

складов, которые смонтированы на раме с полозьями из стальных прокатных балок.

Зарубежные фирмы для хранения сухих порошкообразных материалов в бумажных мешках устанавливают на буровых сборно-разборные склады из гофрированной стали размером 4,6×2,2×1,85 *м* или 6,1×4,6×2,0 *м*. Склады устанавливаются обычно неподалеку от приемных емкостей.

Некоторые фирмы применяют транспортировку мешков с порошкообразными материалами со складов к гидромешалкам с помощью ленточных транспортеров [5].

В Советском Союзе в бывшем институте ЦИМТнефть также проводились конструкторско-экспериментальные работы по транспортировке мешков с тампонажным цементом ленточными транспортерами [6].

Для механизации тяжелого труда по разрезанию мешков в Советском Союзе и за рубежом разработаны различные устройства. Механизм для разрыва бумажных мешков с порошками разработан Гипронефтемашем и прошел промышленные испытания в объединении Татнефть.

Аналогичные механизмы иной конструкции разработаны Волгоградским институтом и прошли промышленные испытания в объединении Нижневолжскнефть [7].

Гидравлическая мешалка эжекторного типа фирмы «Демко» снабжена откидным столиком. На столике имеется дисковый нож, который используется для разрезания бумажных мешков с порошками. Рабочий перемещает мешок по столику, разрезает его ножом и высыпает в воронку мешалки.

Выгрузка незатаренных порошкообразных материалов из транспортных средств, например из автоцементовозов, в склады на буровой производится пневматическим способом.

В Гипронефтемаше разработаны передвижные металлические склады для хранения сухих порошкообразных материалов на буровых емкостью 25 *м*^{3}. Склад имеет в нижней части гидравлическую мешалку эжекторного типа. Передвижные склады в настоящее время проходят промышленные испытания.

Металлические бункера для хранения порошкообразных материалов на буровой изготовляются и зарубежными фирмами.

Склад из закрытых бункеров для хранения 450 *т* сухих химических реагентов изготовляет фирма «СЗР Тобл энд Саплай К°». Подача материалов в бункера производится элеватором.

Для определения степени наполнения закрытого бункера применяются указатели уровня или непрерывное взвешивание бункера (фирма «Милуайт Мад Сайлс К°») [8].

Для этого одна половина бункера устанавливается жестко на стойках рамы, другая половина передает свой вес на раму через взвешивающий элемент. Таким образом, взвешивающий элемент показывает постоянно вес половины бункера с порошком.

Шкала оттарирована на полный вес бункера. На рис. 9 показан склад из бункера со взвешивающим устройством.

Подача порошкообразных материалов из бункеров в гидравлические мешалки производится механическими питателями, как, например, в цементосмесительных машинах, где порошки из бунке-

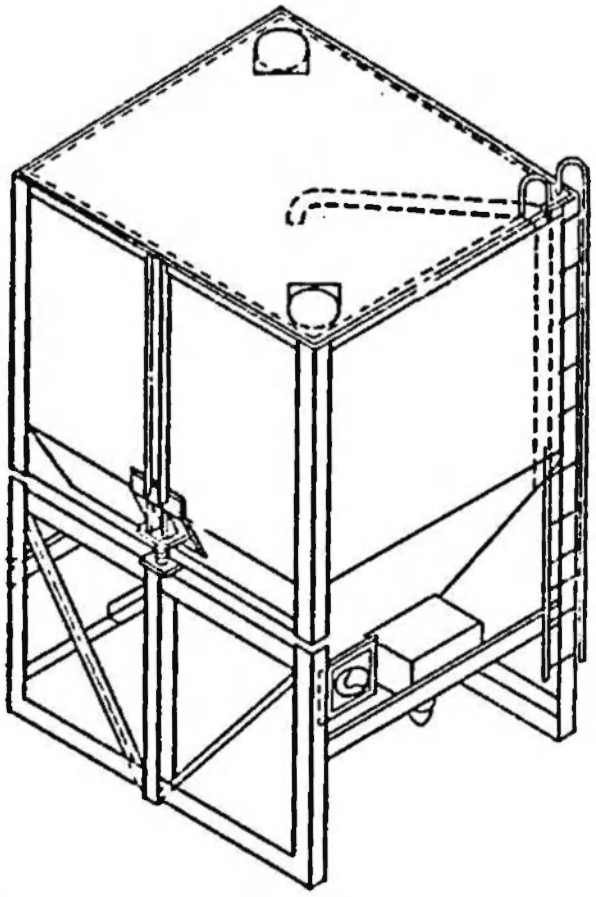


Рис. 9. Склад для хранения порошкообразных материалов со взвешивающими устройствами.

ра машины в мешалку подаются шнековым питателем [9] или с помощью вакуума. Для получения вакуума используется эжектирующее действие гидравлической мешалки.

Вакуумная загрузка гидравлических мешалок применялась в объединении Укрвостокнефтегаз.

За рубежом известна вакуумная загрузка мешалок, осуществляемая фирмой «Пенорд Дриллинг Компани» в штате Техас [4].

Для этого гидравлическая мешалка соединяется 250-*мм* трубопроводом с бункером, в котором хранятся порошки. При работе двух насосов в смесительной камере мешалки создается достаточное разрежение для засасывания порошка из бункера.

ПЕРЕМЕШИВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА В ЕМКОСТЯХ

Суспензия, приготовленная даже из высококачественных бентонитовых глинопорошков в гидравлических мешалках непрерывного действия, имеет частицы твердой фазы, недостаточно хорошо перемешанные с водой.

Поэтому для получения высококачественного бурового раствора необходимо дополнительное перемешивание суспензии в емкостях. При этом повышается дисперсность твердой фазы, увеличивается вязкость, статическое напряжение сдвига. Кроме того, с помощью перемешивающих устройств разрушается гелеобразная структура раствора в емкостях после длительных перерывов бурения, взмучивается твердый осадок перед чисткой емкостей.

Перемешивающие устройства бывают двух типов — гидравлические и механические. Отечественная промышленность изготовляет гидравлические перемешивающие устройства 4УПГ.

Техническая характеристика 4УПГ

Рабочее давление, *кГ/см²*	40
Диаметр сменных сопел, *мм*	12, 16, 20
Расход воды, *л/сек*	8,5; 15,5; 24
Вес, *кг*	33,5

Гидравлическое двухшарнирное перемешивающее устройство 4УПГ (рис. 10) состоит из следующих частей: корпуса *1*, тройника *2*, вращающегося в корпусе, ствола *3* с рукояткой, вращающегося в тройнике, сопла *4*, закрепленного на конце ствола. Благодаря наличию двух шарниров ствол с соплом может поворачиваться в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и принимать любое направление. Нужное направление придает соплу оператор, перемещая ствол за рукоятку.

За рубежом применяются гидравлические перемешивающие устройства, называемые гидравлическими пушками «дган», трех разновидностей:

1. Неподвижные устройства, которые состоят из патрубка диаметром 125—200 *мм*, внутри патрубка устанавливается сопло, питающееся от нагнетательной линии буровых или вспомогательных центробежных насосов. Использование патрубка увеличивает эффективность действия струи, вытекающей из сопла. Неподвижные гидравлические перемешивающие устройства монтируют у дна емкости. Фирма «Пенорд Дриллинг Компани» [4] монтирует неподвижные перемешивающие устройства посередине емкости на расстоянии 450 *мм* от дна.

2. Вращающиеся гидравлические перемешивающие устройства, которые используют реактивное действие вытекающей струи из двух сопел, благодаря чему осуществляется равномерное интенсивное перемешивание раствора в плоскости сопел (рис. 11). Фирма «Сосьетэ де Фораж Петролье» [5] применяет вращающиеся перемешивающие устройства в прямоугольной емкости объемом 24 *м³*.

В каждой емкости установлено по четыре перемешивающих устройства, по два сопла в каждом устройстве. Диаметр сопел 32 мм; сопла укреплены на вращающемся шарнире на расстоянии 300 мм от дна и направлены под углом книзу. Такое расположение сопел приводит к образованию турбулентных потоков, направленных от дна емкости к поверхности раствора. При этом газ, имеющийся в растворе, выносится этими потоками на поверхность, воздух же не проникает в раствор.

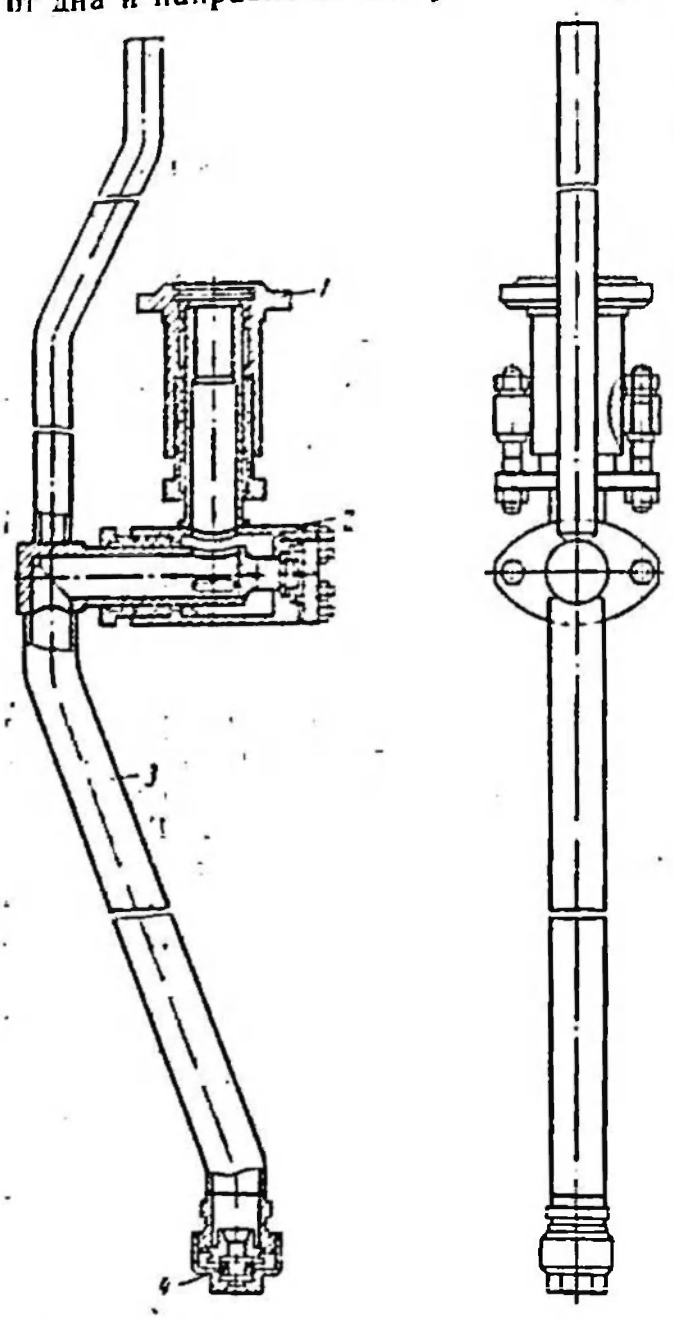


Рис. 10. Перемешивающее устройство 4УПГ.

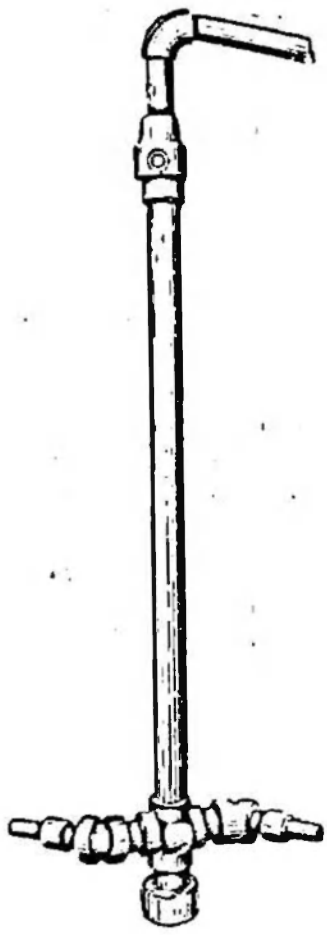


Рис. 11. Гидравлическое вращающееся перемешивающее устройство.

По данным фирмы, при скорости вращения сопел 60 *об/мин* установка способна за 3 *мин* привести в однородное состояние 24 $м^3$ раствора удельного веса 2 $Г/см^3$, который перед этим оставался в покое в течение 3 суток.

3. Поворотные гидравлические перемешивающие устройства изготовляются двух типов — одношарнирные и двухшарнирные; на рис. 12 показано поворотное двухшарнирное перемешивающее устройство фирмы «Демко». Устройство состоит из трубы, на конце которой навинчено сопло, рукоятки и двух шарниров. Бла-

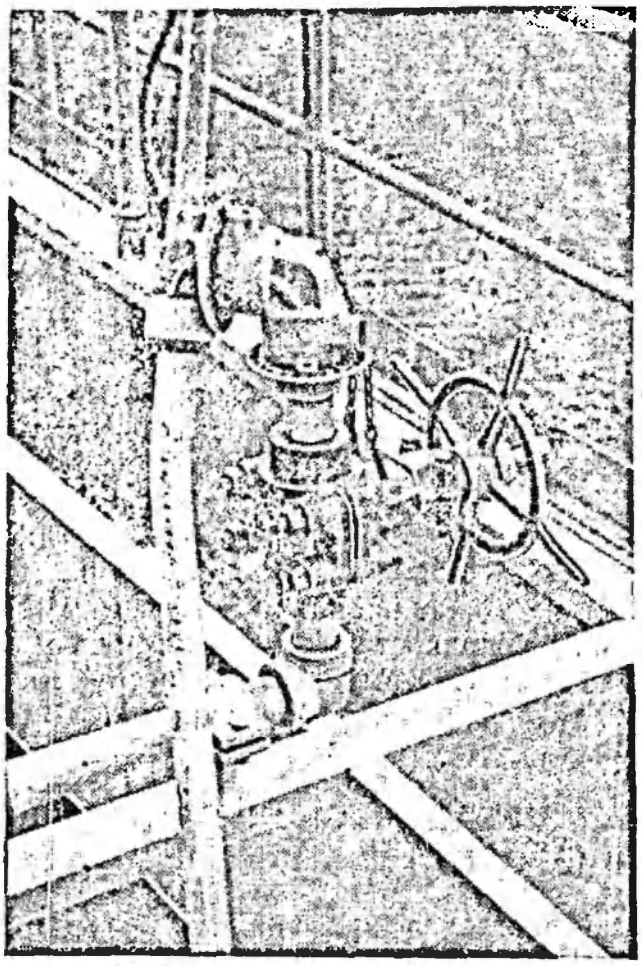


Рис. 12. Гидравлическое поворотное перемешивающее устройство.

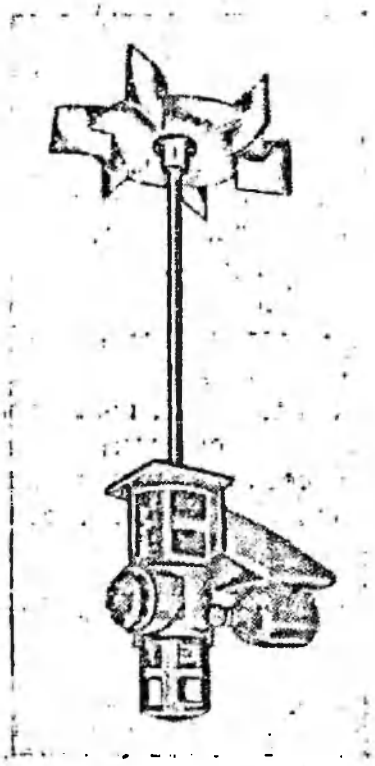


Рис. 13. Лопастная механическая мешалка фирмы Лайтнин.

годаря наличию двух шарниров труба с помощью рукоятки может направляться оператором в любую точку емкости.

Механические мешалки применяются двух типов — лопастные (рис. 13) и пропеллерные. Оба типа изготовляются фирмой «Лайтнин», США.

Механические мешалки приводятся от электродвигателей мощностью от 2 до 15 *л. с.* Мешалки крепятся на емкостях или желобах в вертикальном положении, при этом лопасти мешалки вращаются в горизонтальной плоскости. Скорость вращения лопастного вала составляет около 60 *об/мин.*

Наружный диаметр лопастей от 0,7 до 1,2 *м* выбирается в зависимости от мощности электродвигателя. У мешалок, устанавли-

ваемых на желобах, диаметр лопастей менее 0,7 *м*. Нижняя кромка лопастей отстоит на расстоянии 5—10 *см* от дна емкости или желоба.

Гипронефтемаш разработал механическую мешалку лопастного типа с электродвигателем мощностью 5,5 *квт*. Мешалка предназначена для установки на емкости; в настоящее время она проходит промышленные испытания.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ ОТ ВЫБУРЕННОЙ ПОРОДЫ

Для очистки промывочных растворов от выбуренной породы применяется оборудование двух типов: оборудование для механической очистки и оборудование для разделения фракций твердой фазы, различных по величине и удельному весу, с помощью центробежных сил.

Механическая очистка, осуществляемая с помощью сит, обеспечивает удаление из промывочного раствора частиц, размер которых определяется величиной ячеек сита. Однако при очень малых размерах ячеек вязкая жидкость не может проникнуть через них. Под действием центробежных сил из жидкости могут удаляться практически частицы любой величины. Поэтому такую очистку можно назвать тонкой в отличие от грубой механической очистки.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВИБРОСИТА

Для механической очистки растворов применяются вибрирующие сита, ситоконвейеры, самовращающиеся сепараторы. Наибольшее распространение для механической очистки в Советском Союзе и за рубежом имеют вибросита.

В Советском Союзе изготовляются одинарные вибросита СВ-1 и сдвоенные СВС-2. По конструкции они аналогичны. На рис. 14 показан общий вид вибросита СВС-2.

Техническая характеристика вибросита СВС-2

Пропускная способность при работе с раствором удельного веса 1,2—1,24 *Г/см*³ и вязкостью до 40—45 *сек* при частоте колебаний в минуту 1400 и сетке с ячейками 0,7×2,3 *мм*, *л/сек*	50—55
Перепад уровней, *мм*	750
Угол наклона сетки, *град*	15
Частота колебаний сетки в 1 *мин* . . .	1400, 1600, 1800, 2000
Полезная площадь сетки, *м*²	2,5
Размеры ячеек сетки, *мм*	0,7×2,3 1,0×2,3 1,0×5,0

Привод	Индивидуальный от электродвигателей типа А042-4 мощностью 2×2,8 *квт* при 1420 *об/мин*
Передача	Клиноременная; ремень типа Б длиной 2800 *мм*, ГОСТ 1284—57

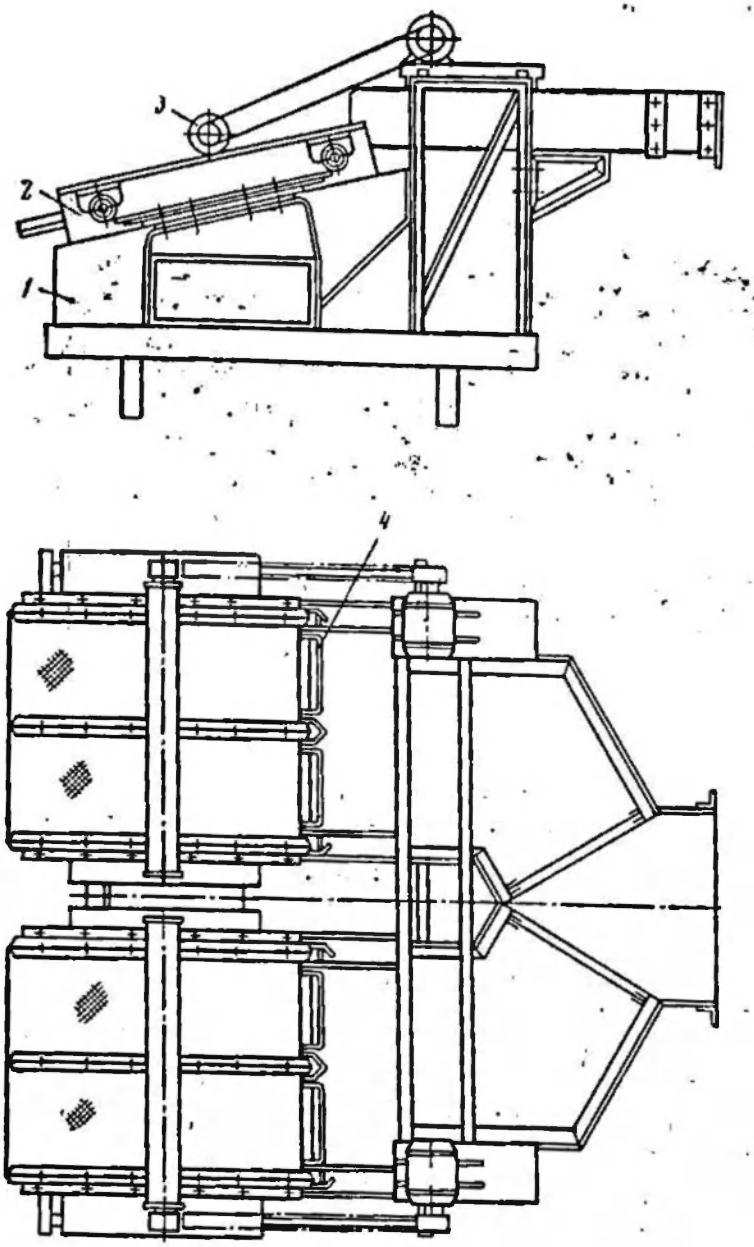


Рис. 14. Вибросито СВС-2:

1 — опорная рама, *2* — вибрирующая рама с сеткой, *3* — вибратор, *4* — выравниватель.

Вибратор	Эксцентриковый вал с эксцентриситетом 4,5 *мм*
Опоры вибратора	Сферические двухрядные роликоподшипники № 3612
Опоры вибрирующей рамы	Рессоры пластинчатые
Габаритные размеры, *мм*	3200×3500×1620
Вес, *кг*	1654

Вибросито СВС-2 действует следующим образом: раствор поступает по открытому желобу и распределяется равномерным слоем по всей ширине сеток при помощи особых шторок — выравнивателей. Наклонная вибрирующая рама вместе с натянутой сеткой совершает под действием электродвигателя и эксцентрикового вала колебания.

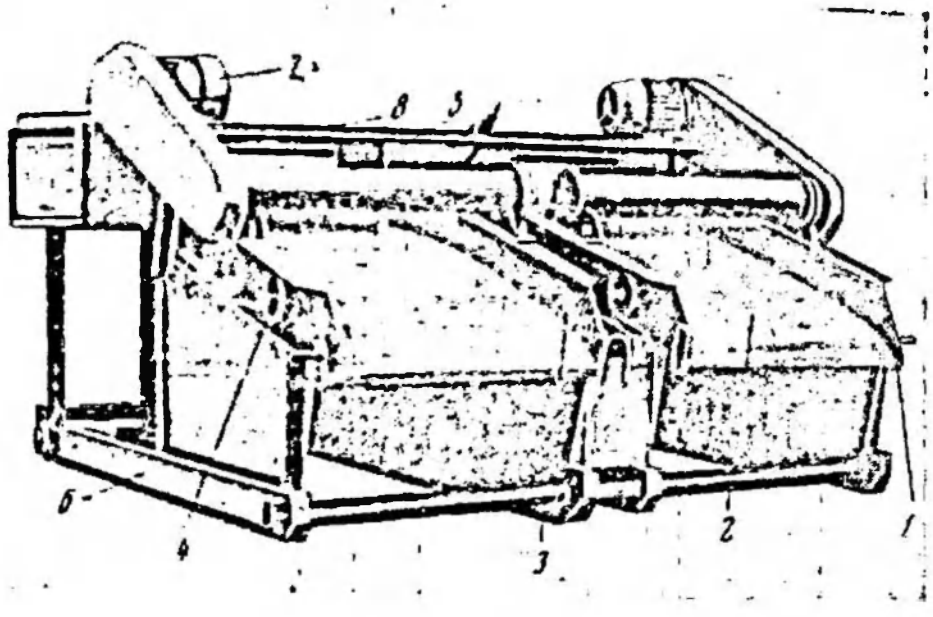


Рис. 15. Вибросито СВ-2:
1 — барабан с храповым устройством, *2* — сетка, *3* — вибрирующая рама, *4* — рессора, *5* — вибратор, *6* — неподвижная рама, *7* — электродвигатель, *8* — желоб.

Раствор протекает сквозь отверстия сетки, собирается в ванне и по желобу направляется к приемным емкостям. Шлам по наклонной сетке сбрасывается за пределы сита. Вибрирующая рама установлена на пластинчатых рессорах, которые, в свою очередь, укреплены на неподвижной ванне.

Гипронефтемаш разработал конструкцию сдвоенного вибросита СВ-2 (рис. 15) [1], у которого значительно увеличен срок службы сетки по сравнению с виброситом СВС-2.

[1] Авт. свид. № 250799. Бюлл. изобретений, 1969, № 27.

Техническая характеристика вибросита СВ-2

Пропускная способность при очистке промывочного раствора вязкостью до 45 *сек* (сетка 1×5 *мм*), *л/сек*	50—60
Перепад высот между подводящим и отводящим желобами, *мм*	750
Частота колебаний в 1 *мин*	1600, 2000
Рабочая площадь сетки, $м^2$	2,6
Длина сетки одной вибрирующей рамы, *м*	4,5
Тип электродвигателя	А042-4
Установленная мощность, *квт*	2,8×2=5,6
Габаритные размеры, *мм*	2450×2650×1530
Вес, *кг*	1425

Вибрационное сито СВ-2 состоит из двух вибрирующих рам, смонтированных на одной общей неподвижной раме, распределительного желоба и двух электродвигателей.

Каждая вибрирующая рама имеет на концах два специальных барабана, на которые намотана сетка. Храповые устройства на барабанах обеспечивают стопорение барабанов в нужном положении.

Между барабанами имеются промежуточные опоры. Сетка натягивается на барабанах и плотно прилегает к промежуточным опорам, принимая по длине выпуклую форму. По мере износа отдельных нитей сетка перепускается с одного барабана на другой. Таким образом обеспечивается полная сработка всего запаса сетки, имеющегося на первом барабане, и уменьшение расхода сетки на 1 *м* проходки. Помимо уменьшения расхода сетки виброситo СВ-2 имеет следующие преимущества по сравнению с виброситом СВС-2.

1. Переменный угол наклона сетки по длине вибрирующей рамы. Этот угол увеличивается по мере продвижения шлама от верхнего барабана к нижнему, что создает условия для лучшего сбрасывания шлама.

2. Упрощение замены износившихся сеток; кусок сетки длиной 4,5 *м* отрезается от рулона и наматывается на барабаны.

3. Возможность применения как стальных сеток, так и сеток из синтетических материалов.

На вибрирующей раме имеется эксцентриковый вибратор со шкивом, который соединен клиноременной передачей с ведущим шкивом электродвигателя. Обе вибрирующие рамы соединены с опорной неподвижной рамой пластинчатыми рессорами.

Имеющиеся на распределительном желобе шиберa обеспечивают поступление неочищенного промывочного раствора к сеткам вибросит слева, справа и из середины.

Виброситa, применяющиеся за рубежом, имеют в основном ту же конструкцию, что и виброситo СВС-2. Источником колебаний вибрирующей рамы являются, как правило, электродвигатель и эксцентриковый вал, соединенный с электродвигателем клиноременной передачей. Однако у них имеются некоторые отличительные особенности.

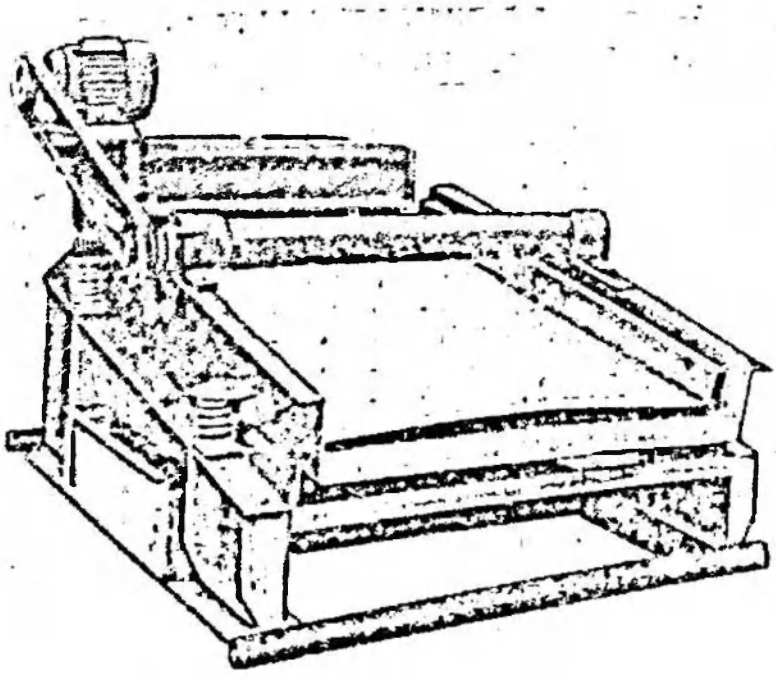


Рис. 16. Вибросито фирмы «Линк Белт», установленное на спиральных пружинах.

Вибрирующая рама у многих фирм, например у фирмы «Линк Белт» (рис. 16), устанавливается на спиральных пружинах. У французской фирмы «Мареп» вибрирующая рама подвешена на конических резиновых опорах. Вибрирующая рама у вибросита фирмы

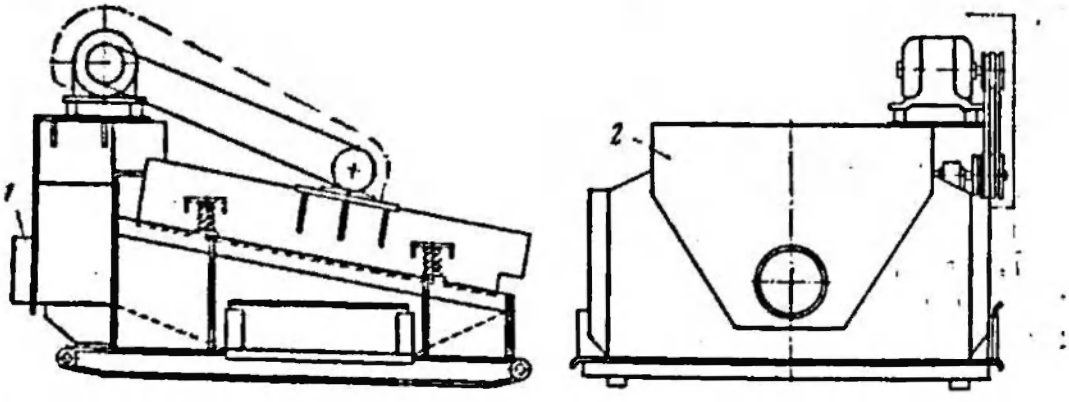


Рис. 17. Вибросито с нижним подводом жидкости:
1 — труба, *2* — V-образный резервуар.

«Румба» установлена на резиновых амортизаторах, имеющих форму наклонного параллелепипеда. Подводящий желоб у фирм «Линк Белт», «Томпсон Тул К°» заменен трубой диаметром 250—300 *мм*. Жидкость из трубы попадает в V-образный резервуар 2 (рис. 17), откуда равномерным слоем выливается на сетку.

Таким образом, отпадает необходимость в выравнивателях. Все металлические детали вибросит предохраняются от разъедающего действия химических реагентов антикоррозионным покрытием. Вибросита изготовляются двух модификаций — с ванной для очищенной жидкости и без ванны. Так, «фирма «Мареп» изготовляет вибросита типа БС с ванной и типа ТС без ванны. Вибросита типа ТС устанавливаются прямо па емкости.

В последнее время фирма «Бароид» разработала новое двухэтажное сдвоенное вибросито [10], которое отличается горизонтальным расположением сетки и формой ее колебаний. Сетка совершает сложное колебательное движение вверх, вперед, назад и вниз. Благодаря такой форме колебаний и горизонтальному расположению сетки жидкость более интенсивно проходит через мелкие отверстия сетки.

Ячейки у сеток некоторых зарубежных фирм имеют следующие размеры:

У вибросит	фирмы «Томпсон»	1,6×0,63 *мм*
»	» «Мароп»	3,0×1,0 *мм*
»	» «Оверстром»	от 0,63 до 0,21 *мм*

Техническая характеристика вибросит некоторых зарубежных фирм приведена в табл. 2.

Таблица

Фирма	Модель	Пропускная способность, *л/сек*	Полезная площадь сетки, $м^2$	Габаритные размеры, *мм*	Вес, *кг*	Число колебаний вибрирующей рамы в 1 *мин*
«Томпсон»	ВЗД	60	2×1,2	2970×1960×1015	1640	2000
»	В54	79	2×1,86	3890×2310	2100	2000
«Мареп»	В-18-59	57	1,82	—	1150	—

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИЙ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ С ПОМОЩЬЮ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ

Разделение фракций твердой фазы промывочных растворов с помощью центробежных сил осуществляется в гидроциклонах и центрифугах. При среднем удельном весе 2,5 $Г/см^3$, который обычно имеют горные породы, в том числе глины, в гидроциклонах и центрифугах осуществляется разделение фракций по их гранулометрическому составу. Этот процесс имеет место при тонкой очистке промывочных растворов от выбуренной породы. Одну фракцию составляют пески и другие породы, другую фракцию — очищенный раствор.

В утяжеленных растворах разделение фракций осуществляется по их удельному весу. Этот процесс имеет место при регенерации

утяжелителя и регулировании состава твердой фазы. Тонкая очистка промывочных растворов в Советском Союзе осуществляется в гидроциклонах.

Гидроциклоны применяются в пескоотделителях, состоящих из одного или нескольких циклонов и шламового насоса.

ПЕСКООТДЕЛИТЕЛИ 1ПГ и 1ПГК КОНСТРУКЦИИ ГИПРОНЕФТЕМАША

Техническая характеристика пескоотделителей

	1 ПГ	1 ПГК
Производительность, *л/сек*	58	60
Наименьший размер удаляемых из жидкости частиц, *мм*	0,1	0,06
Высота для приемного и сливного желобов от основания пескоотделителя, *мм*	700	600
Диаметр гидроциклонов, *мм*	250	150
Количество гидроциклонов	4	4
Материал гидроциклонов	Чугун	Резина
Наименьшее допустимое давление перед циклонами, *кГ/см²*	2,0	1,8
Перекачивающий насос	ВШН-150	ВШН-150
Количество насосов	1	1
Электродвигатель	А073-4	А073-4
Мощность электродвигателя, *квт*	28	28
Габаритные размеры, *мм*:		
длина	2740	2600
ширина	1450	1150
высота	2810	2150
Вес, *кг*	2004	1310

Конструкции пескоотделителей 1ПГ и 1ПГК аналогичны.

Пескоотделитель 1ПГК (рис. 18) состоит из батареи гидроциклонов, вертикального шламового насоса, емкости и соединительной трубы между насосом и батареей. Батарея циклонов состоит из сварной рамы, четырех гидроциклонов, крестовины и четырех отводов с резиновыми рукавами. Внутренняя часть рамы выполнена в виде лотка с наклонным дном и люком, с шибером в передней торцовой стенке. При закрытом шибере песковые насадки погружены в шлам, который вытекает через верхнюю кромку передней торцовой стенки. При открытом шибере шлам свободно вытекает через люк. Гидроциклон (рис. 19) состоит из металлического корпуса *1*, внутри которого закреплен резиновый цельнолитой полый конус *3*, резиновой питающей насадки *5* и металлической сливной насадки *2*.

Резиновая песковая насадка *4* крепится к нижнему концу резинового конуса при помощи бурта в насадке и стального кольца *6*. Песковая насадка поставляется двух размеров — с выходным отверстием диаметром 15 *мм* и диаметром 25 *мм*.

Вертикальный шламовый насос ВШН-150 (рис. 20) представляет собой центробежный насос погружного типа с открытым колесом. Вместо обычного сальника насос снабжен разъемной резино-

вой втулкой, которая выполняет роль уплотнительного устройства и одновременно является опорой нижнего конца вала насоса.

Основные опоры вала насоса (два шарикоподшипника) расположены в верхней части корпуса насоса выше уровня перекачивае-

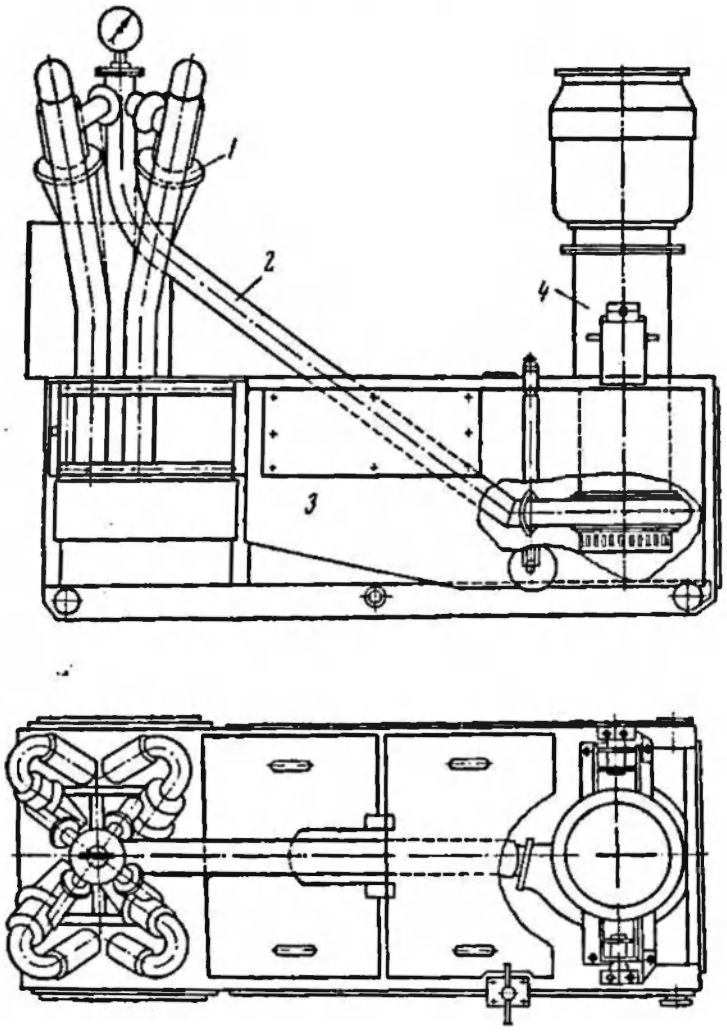


Рис. 18. Пескоотделитель 1ПГК:
1 — батарея гидроциклонов, *2* — соединительная труба, *3* — емкость, *4* — шламовый насос.

мого раствора и надежно защищены от попадания раствора. Шарикоподшипники смазываются солидолом.

Привод насоса осуществляется от вертикального фланцевого электродвигателя через упругую пальцевую муфту. Электродвигатель крепится к корпусу насоса. Корпус насоса имеет два опорных кронштейна с приваренными цапфами, с помощью которых насос устанавливается на емкости.

Такое устройство обеспечивает возможность перевода насоса из вертикального положения (при котором спиральный корпус полностью погружен в перекачиваемый раствор) в горизонтальное поло-

жение для ревизии или ремонта насоса. Всасывающее отверстие предохраняется сеткой от попадания в насос крупных частиц.

Действие пескоотделителя показано на принципиальной схеме (рис. 21). Промывочный раствор, предварительно очищенный в

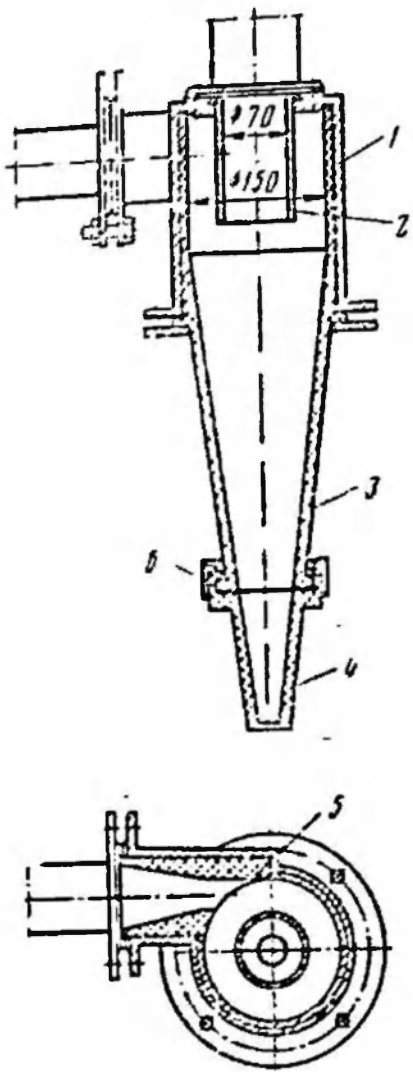


Рис. 19. Гидроциклон диаметром 150 *мм*.

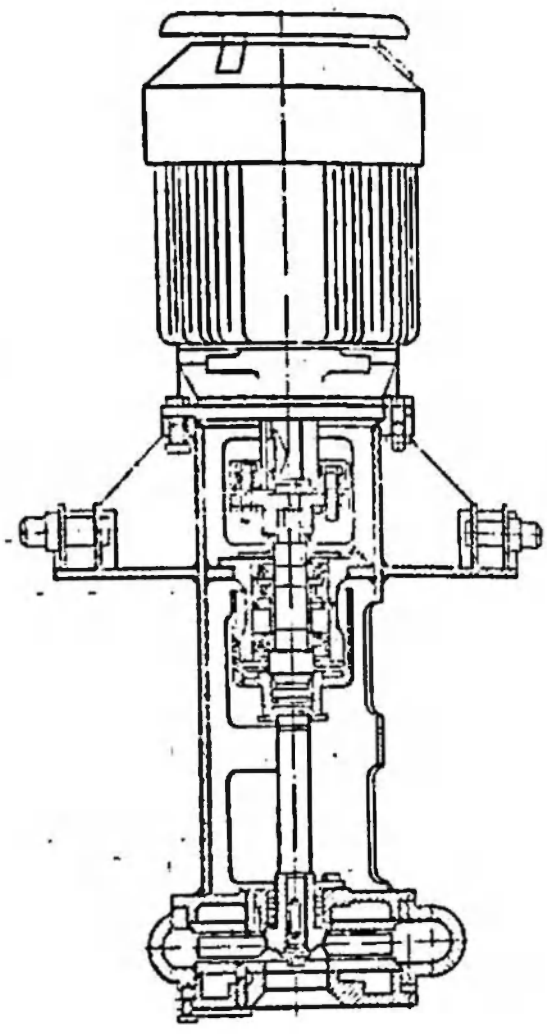


Рис. 20. Вертикальный шламовый насос ВШН-150.

вибросите, поступает по желобу *1* в правый отсек емкости *2*. Из отсека *2* раствор подается шламовым насосом в батарею гидроциклонов *4*. Очищенный раствор из верхних сливных насадок циклонов сливается в левый отсек емкости *5* и по желобу *6* направляется в приемные емкости буровых насосов.

Раствор в емкости не опускается ниже дна желобов *1* и *6*.

Перегородка *7*, разделяющая емкость на два отсека, имеет в нижней части окно. Благодаря окну шламовый насос постоянно погружен в жидкость, если расход через желоб *1* больше или мень-

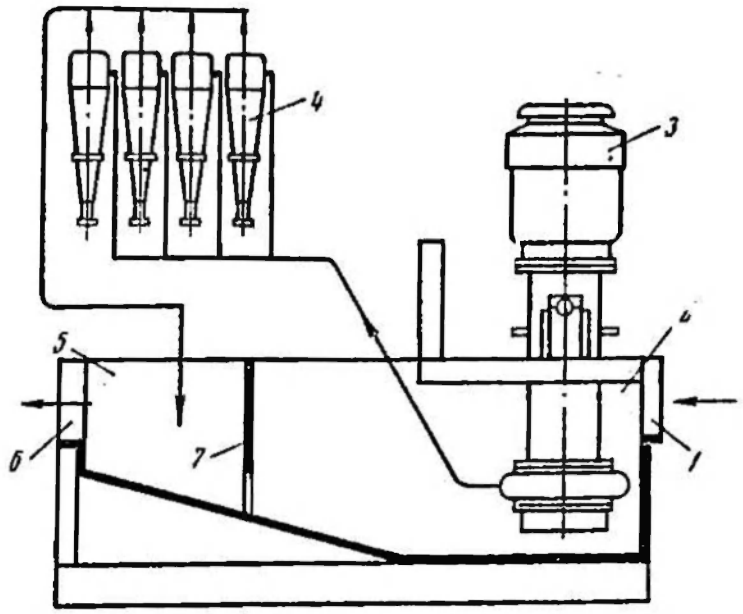


Рис. 21. Принципиальная схема работы пескоотделителя ПГК:

1 — желоб, *2* — правый отсек, *3* — вертикальный шламовый насос, *4* — батарея гидроциклонов, *5* — левый отсек, *6* — желоб, *7* — перегородка.

ше производительности насоса, а также при остановке насоса. При работе циклонов с погруженными в шлам песковыми насадками, т. е. при закрытом шибере лотка, обеспечивается минимальная потеря раствора через песковые насадки. При этом шлам, вытекающий из лотка, имеет максимально возможный удельный вес.

ГИДРОЦИКЛОННЫЕ ПЕСКООТДЕЛИТЕЛИ ОБЪЕДИНЕНИЯ КУЙБЫШЕВНЕФТЬ

В объединении Куйбышевнефть применяются два типоразмера пескоотделителей.

Пескоотделитель треста Первомайбурнефть состоит из четырех стальных гидроциклонов диаметром 300 *мм* и двух горизонтальных шламовых насосов ШН-150. Насосы монтируются в крытом сарае, гидроциклоны — над одной из приемных емкостей (рис. 22).

Промывочный раствор, предварительно очищенный в виброситах или ситоконвейерах, поступает в приемную емкость, откуда шламовыми насосами подается в гидроциклоны; очищенный раствор поступает из сливных насадок циклонов в другую емкость.

Шламовые насосы могут использоваться также для других потребностей буровой установки, например для перекачки химических реагентов.

Гидроциклонный пескоотделитель КуйбышевНИИНП состоит из одного чугунного гидроциклона диаметром 400 *мм* и двух шламовых насосов ШН2-200. Установленная мощность пескоотделителя

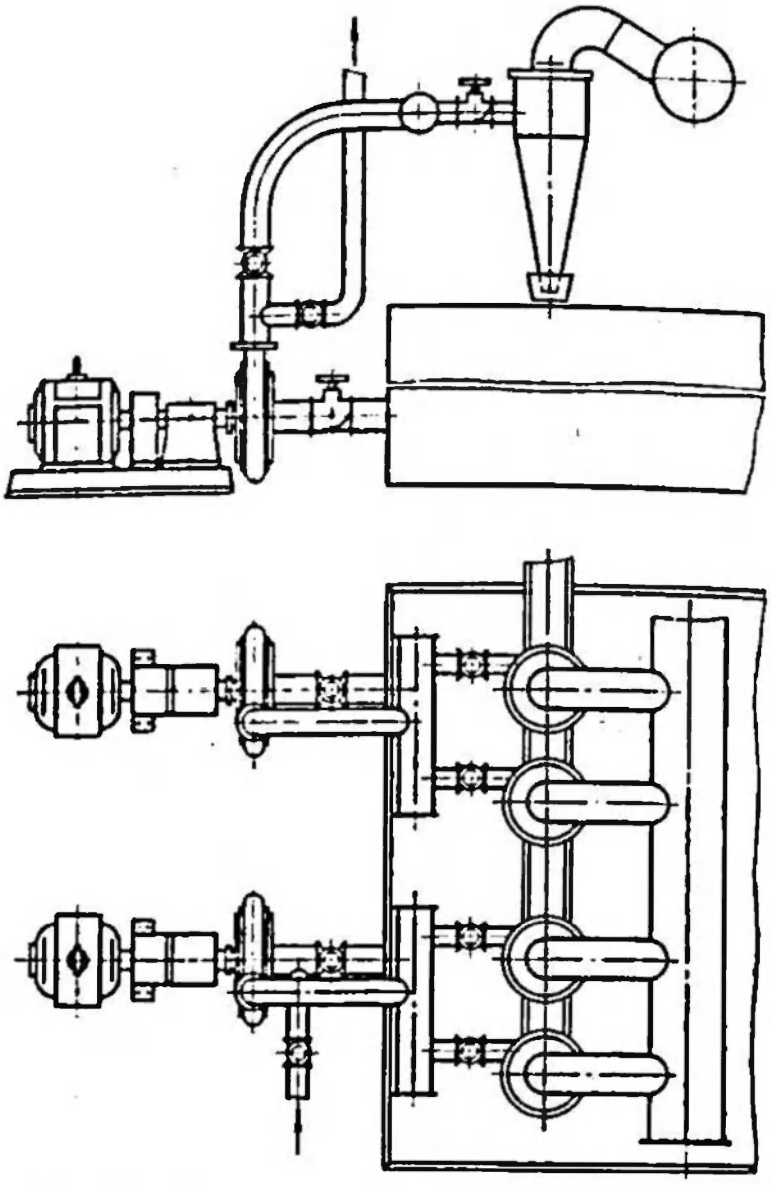


Рис. 22. Пескоотделитель треста Первомайбурнефть.

110 *квт*, конструктивная схема аналогична пескоотделителю треста Первомайбурнефть. Обычно работает один насос, второй — резервный.

Преимуществами пескоотделителя ІПГК по сравнению с пескоотделителем КуйбышевНИИНП являются меньший вес (1310 *кг* против 3260 *кг*) и меньшая установленная мощность электродвигателей (28 *квт* против 110 *квт*).

СИТОГИДРОЦИКЛОННАЯ УСТАНОВКА

Ситогидроциклонная установка является агрегатом, в котором соединены одинарное вибросито и пескоотделитель. Известны ситогидроциклонные установки 4СГУ-1 и 4СГУ-2, изготовлявшиеся оте-

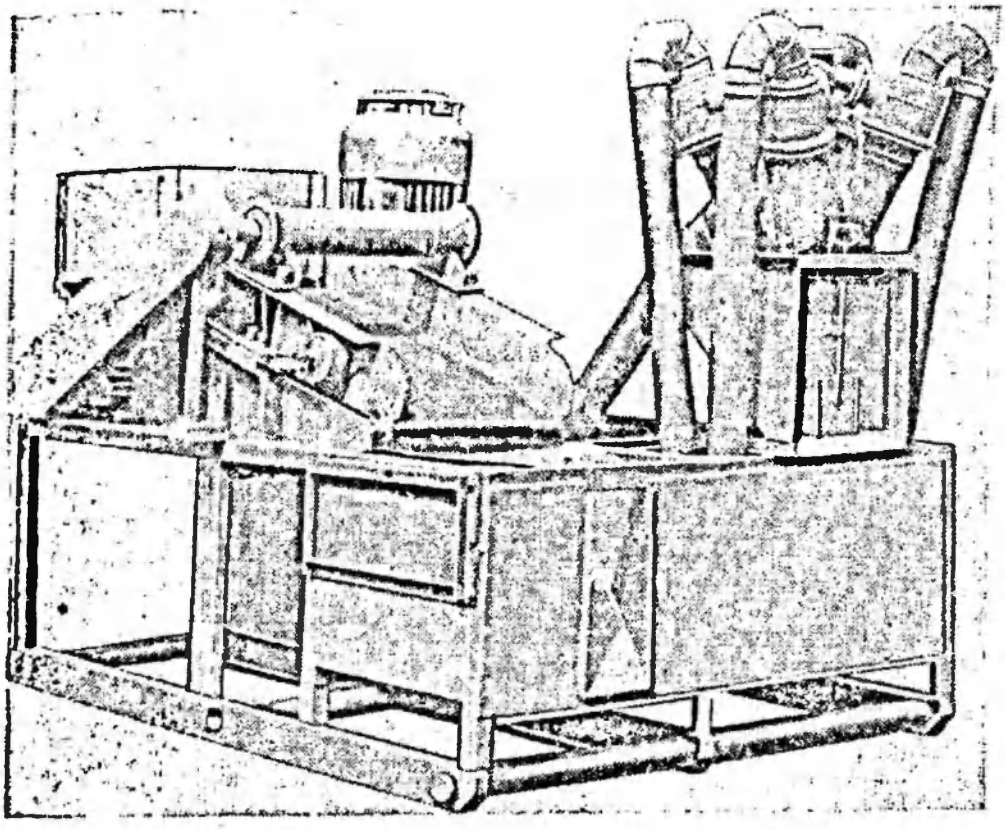


Рис. 23. Ситогидроциклонная установка 4СГУ-2.

чественной промышленностью. Они отличаются конструкцией и компоновкой отдельных узлов. В установках 4СГУ и 4СГУ-1 имеется батарея из четырех чугунных гидроциклонов диаметром 250 *мм*, в установке 4СГУ-2 имеется батарея из четырех резиновых гидроциклонов диаметром 150 *мм*.

В настоящее время изготовляется лишь установка 4СГУ-2.

Техническая характеристика ситогидроциклонной установки 4СГУ-2

Пропускная способность, *л/сек*	60
Количество гидроциклонов	4
Диаметр гидроциклонов, *мм*	150
Материал корпусов циклонов	Резина
Насос, тип	ВШН-150
Ширина сетки, *мм*	900
Полезная площадь сетки, $м^2$	1,125
Размер ячеек сетки, *мм*	4×4; 5×5
Число колебаний сетки в 1 *мин*	1600, 2000
Установленная мощность, *квт*	30,8
Высота приемного желоба вибросита от основания установки, *мм*	1360
Высота выходного патрубка для очищенного раствора от основания, *мм*	600
Габаритные размеры, *мм*	2775×2250×2150
Вес, *кг*	1960

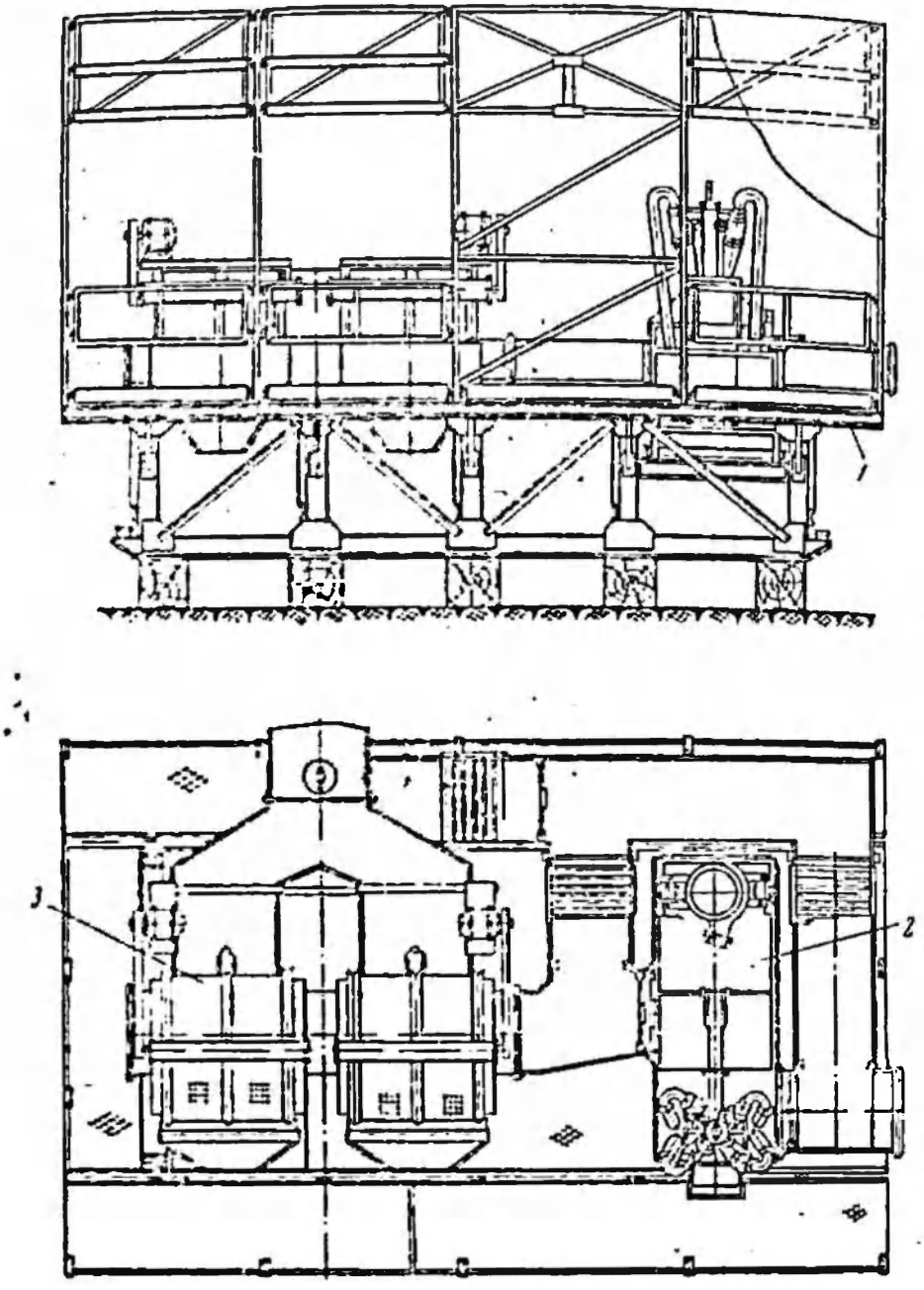


Рис. 24. Блок очистки промывочного раствора БОР:
1 — основание с каркасом укрытия, *2* — гидроциклонный пескоотделитель, *3* — сдвоенное вибросито.

Ситогидроциклонная установка 4СГУ-2 полностью унифицирована с пескоотделителем 1ПГК в части батареи гидроциклонов и шламового насоса. Фактически пескоотделитель 1ПГК почти полностью, за исключением емкости, повторяется в ситогидроциклонной установке.

Ситогидроциклонная установка (рис. 23) состоит из вибросита, пескоотделителя 1ПГК и общей емкости.

Вибросито ситогидроциклонной установки отличается от вибросита СВ-2 меньшей площадью сетки, имеющей более крупные ячей-

ки. Ситогидроциклонные установки могут применяться в тех случаях, когда нужно очищать от выбуренной породы только неутяжеленные промывочные растворы. При этом ситогидроциклонная установка имеет меньшие габаритные размеры и вес по сравнению с очистными блоками. Так, 4СГУ-2 весит 1960 *кг*, очистной блок БОР, описанный ниже, весит 7274 *кг*.

При очистке утяжеленных растворов только в вибросите, имеющем ячейки 4×4 *мм*, большая часть шлама попадает в приемные емкости и через буровые насосы снова в скважину. Более универсальным является комплекс из сдвоенного вибросита СВС-2 и пескоотделителя ПГК. Этот комплекс может применяться для очистки как утяжеленных, так и неутяжеленных растворов. Раствор может очищаться последовательно в вибросите и гидроциклонном пескоотделителе, причем пропускная способность вибросита и пескоотделителя может иметь любые соотношения.

При очистке утяжеленных растворов пескоотделитель отключается заслонками и раствор из вибросита направляется по обводному желобу в приемную емкость. Для облегчения монтажа и транспортировки описанный комплекс очистного оборудования выпускается промышленностью в виде транспортабельных блоков. На рис. 24 показан блок очистки промывочного раствора БОР, входящий в комплект буровых установок БУ-80БрД, БУ-80БрЭ, Уралмаш-125БД, Уралмаш-125БЭ.

В 1968 г. в блоке очистки БОР вибросито СВС-2 заменено более совершенным виброситом СВ-2.

ГИДРОЦИКЛОНЫ, ПРИМЕНЯЮЩИЕСЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ ЗА РУБЕЖОМ

В соответствии с американским стандартом API, не разрешается закачивать в скважину раствор, имеющий частицы выбуренной породы больше 74 *мк* [11].

Поэтому для очистки растворов помимо вибросит и вращающихся сепараторов широко применяются гидроциклоны диаметром от 350 до 100 *мм*.

Фирма «Свако» изготовляет гидроциклоны и меньших диаметров. Обычно применяется двухфазная очистка; вибросита или сепараторы и гидроциклоны, включая гидроциклоны разных диаметров. Фирма «Мид Континент Дистрит Вичита» провела промышленные испытания гидроциклона диаметром 350 *мм* с углом конуса 14° в процессе очистки промывочных растворов. Результаты испытаний следующие:

Производительность, *л/сек*	30—39
Давление питания, *кГ/см²*	2,6—3,4

Циклон удалял из раствора 98,3—99,8% частиц выбуренной породы. Фирма рекомендует применение этих циклонов без предварительной грубой очистки.

Фирма «Грант Тул К°» выпускает гидроциклонные пескоотделители, состоящие из одного, двух и трех циклонов диаметром 250 *мм*. Гидроциклоны состоят из алюминиевого, термически обработанного корпуса, который защищен от абразивного износа внутренней резиновой облицовкой.

Производительность одного циклона 22 *л/сек;* давление раствора перед циклоном рекомендуется 2,8 *кГ/см*^{2}.

В американских журналах описываются гидроциклонные установки с циклонами диаметрами 150 и 100 *мм*. Фирма «Гулф» применяет для тонкой очистки раствора батареи гидроциклонов по 10—20 циклонов в каждой батарее [12]. Обычно применяется несколько батарей из циклонов различных диаметров. Такая установка обеспечивает удаление из раствора частиц выбуренной породы размером 10—20 *мк* и свыше 95% частиц размером свыше 30 *мк*.

Фирма считает применение батарей из циклонов малых диаметров рентабельным.

Применение для тонкой очистки растворов гидроциклонов малых диаметров описано также в проспекте, изданном Американской ассоциацией буровых подрядчиков [11]. Раствор, пропущенный последовательно через гидроциклоны диаметром 150 и 100 *мм*, практически не содержал твердых частиц размером свыше 22 *мк*.

Гидроциклонные пескоотделители изготовляются в США, Франции, Западной Германии многими фирмами, в частности в США фирмами «Дип Эквипмент Компани», «Грант Тул К°», «Бовен Итко», «Томпсон Тул К°» и др.

Фирма «Томпсон Тул К°» изготовляет гидроциклонные пескоотделители с одним, двумя и четырьмя гидроциклонами диаметром 250 *мм*. Пескоотделитель состоит из батареи гидроциклонов, центробежного шламового насоса и двигателя внутреннего сгорания. Циклоны облицованы изнутри резиной толщиной 14—20 *мм* и имеют автоматически открывающиеся клапаны на песковых насадках. Клапаны открываются на бо́льшую или меньшую величину, в зависимости от веса шлама, скопившегося над клапаном, в пределах от закрытой до полностью открытой насадки диаметром 30 *мм*.

С ростом глубины скважин важное значение приобретает удаление с территории буровой выбуренной породы, которая выбрасывается различными очистными устройствами.

Для удаления выбуренной породы применяют бульдозеры и вагонетки, передвигаемые по узкоколейным рельсовым путям.

Ручные вагонетки для утяжеления шлама применяет фирма «Зальц — Гиттер». Оператор отвозит вагонетку к шламовому амбару и опрокидывает ее. По мере накопления воды в амбаре последняя откачивается передвижным насосом и направляется снова в циркуляционную систему.

На рис. 25 показана вагонетка для удаления шлама, установленная на двух узкоколейных рельсовых путях в Биикжалской разведочной экспедиции глубокого бурения.

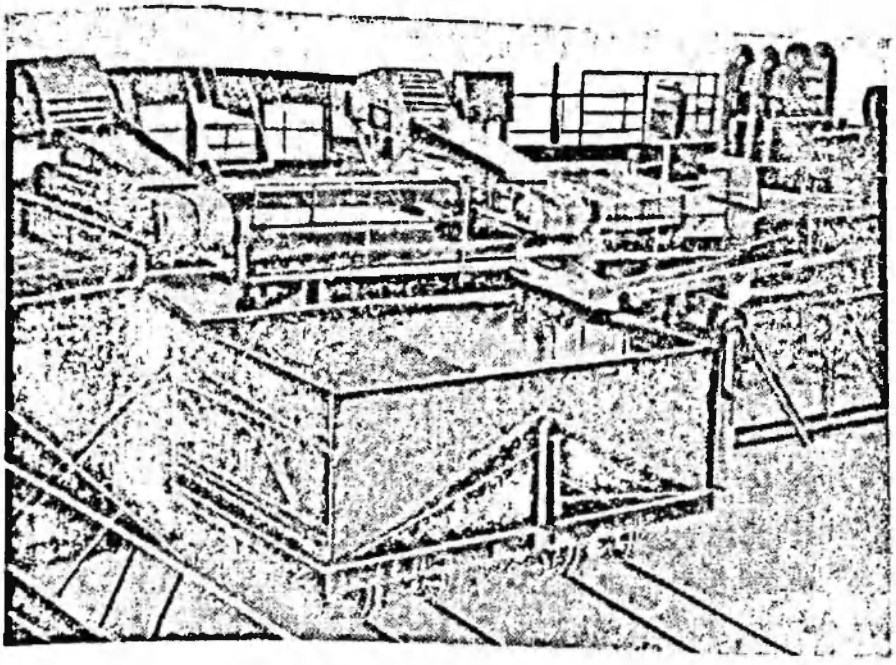


Рис. 25. Вагонетка для удаления шлама в Бишкжалской экспедиции разведочного бурения.

Вагонетка передвигается при помощи лебедки. У шламового амбара оператор открывает две боковые створки, и шлам сползает в обе стороны по наклонным днищам.

УСТАНОВКИ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ УТЯЖЕЛИТЕЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГЛИНИСТОЙ ФАЗЫ В ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРАХ

При проходке горных пород, содержащих глины, и при использовании для промывки забоя утяжеленного раствора на буровых обычно образуются излишки раствора.

Перед работниками бурения возникает постоянная задача экономии утяжелителя.

Задача решается двумя путями. Первый путь — установка на буровой достаточного количества запасных емкостей; по окончании бурения скважины утяжеленный раствор из этих емкостей сливается или откачивается в автоцистерны и перевозится на новую скважину для повторного использования.

Второй путь — уменьшение расхода утяжелителя и химических реагентов в процессе бурения при помощи установок для регенерации утяжелителя.

Принцип регенерации утяжелителя основан на разности удельных весов горных пород и утяжелителя. Известно, что удельный вес горных пород приблизительно равен 2,5 $Г/см^3$, удельный вес утяжелителя в 1,5—1,7 раза больше.

В установках для регенерации происходит разделение твердой фазы утяжеленной суспензии на две фракции.

Первая фракция, имеющая удельный вес 1,02—1,06 $Г/см^3$ и содержащая кроме воды глину и другие горные породы и химические реагенты, сливается в дренаж.

Вторая фракция, имеющая удельный вес 2,2—2,6 $Г/см^3$ и содержащая утяжелитель, направляется в циркуляционную систему для повторного использования.

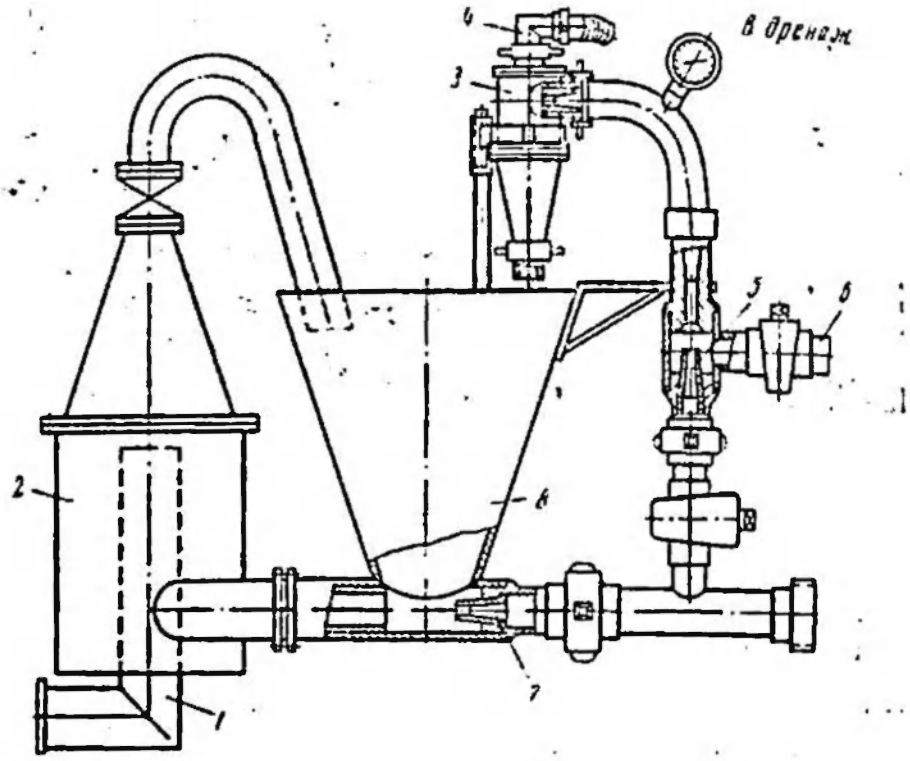


Рис. 26. Установка ЭГУ-1.

Для разрушения структуры утяжеленного раствора последний перед разделением на фракции перемешивается с водой. При использовании на скважине установки для регенерации излишки глинистой фазы по мере необходимости удаляются из раствора, удельный вес его поддерживается постоянным, расход утяжелителя и химических реагентов на 1 *м* проходки снижается, не скопляются излишки раствора.

Для разделения утяжеленного раствора на две фракции используются гравитационный и центробежный способы.

Гравитационный способ разделения утяжеленного раствора в отстойных емкостях применялся в объединении Грознефть.

На этом принципе основана установка для регенерации утяжелителя УРУ, разработанная и изготовленная в Грозном в 1957—1958 гг. Однако гравитационный способ по производительности уступает центробежному, так как центробежная сила, в зависимости от скорости вращения частиц, может в несколько раз превышать силу тяжести.

Поэтому в настоящее время в Советском Союзе и за рубежом применяется только центробежный способ разделения фракций в установках для регенерации.

Описанная комплексная установка УПР-Р-2 используется также для регенерации утяжелителя. На рис. 26 показана установка ЭГУ-1, в которой сохранены основные узлы установки УПР-Р-2.

Установка ЭГУ-1 состоит из двух гидроциклонов *3* диаметром 150 *мм*, двух эжекторов *5* и *7*, гидроциклона *2* диаметром 600 *мм* и воронки *8*.

Утяжеленный раствор, подаваемый буровым насосом под давлением 30—40 *кГ/см*^{2}, разделяется на два потока и поступает к двум эжекторам *5* и *7*. В эжектор *5* подсасывается вода по трубопроводу *6*. Разбавленная суспензия поступает в гидроциклоны *3*, где происходит сепарация утяжелителя и глинистой фракции. Утяжеленная пульпа через разгрузочные насадки сливается в воронку *8*. Глина с водой через сливные насадки циклонов *4* сбрасывается в дренаж. Утяжеленный раствор, поступающий из сопла эжектора *7*, смешивается с утяжеленной пульпой и поступает в гидроциклоп *2*. В гидроциклоне *2* отделяются крупные комки глины и утяжелителя и возвращаются в воронку *8*. Очищенный утяжеленный раствор по трубе *1* направляется в приемную емкость для закачки в скважину. В результате работы установки ЭГУ из утяжеленного раствора удаляются излишки глины, уменьшается вязкость и сохраняется удельный вес. Несколько установок ЭГУ были изготовлены в объединении Краснодарнефтегаз и успешно прошли промышленные испытания.

УСТАНОВКИ УР1

В результате исследовательских и конструкторско-экспериментальных работ Азинмаша, АзНИИбурнефти и Гипронефтемаша разработана эжекторно-гидроциклонная установка для регенерации утяжелителя УР1 с отдельным поршневым насосом. Установка УР1 не связана с работой буровых насосов и может работать в процессе проходки скважины, при спуско-подъемных операциях, а также после окончания проходки и демонтажа буровой установки.

Техническая характеристика УР1

Производительность установки по сухому утяжелителю, *т/ч*	3,0
Процент извлечения утяжелителя, %	90
Диаметр гидроциклонов, *мм*	75
Количество гидроциклонов, шт.	3
Давление жидкости перед гидроциклонами, *кГ/см*^{2}	3—4
Площадь питающей насадки, *мм*^{2}	210
Наименьший диаметр разгрузочной насадки, *мм*	9
Диаметр сливной насадки, *мм*	30

Насос поршневой	11 ГР
Мощность электродвигателя, *квт*	30
Скорость вращения, *об/мин*	980
Габаритные размеры, *мм*:	
насосного блока	3160×1260×1340
батареи гидроциклонов	850×850×1010
Вес, *кг*:	
насосного блока	2044
батареи гидроциклонов	73
общий вес с соединительными рукавами	2351

Установка УР1 (рис. 27) состоит из насосного блока, батареи гидроциклонов и соединительных рукавов с быстроразборными соединениями на концах. Насосный блок состоит из насоса 11ГР 2 с

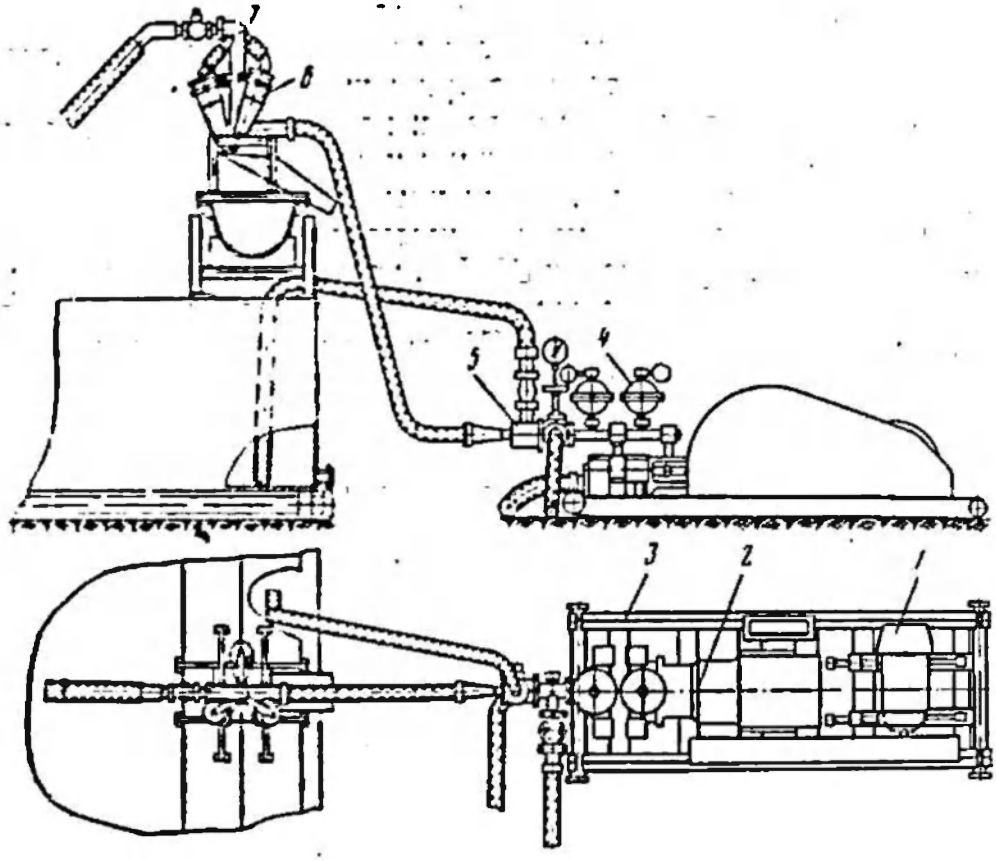


Рис. 27. Установка для регенерации утяжелителя УР1.

шаровыми пневматическими компенсаторами *4*, электродвигателя *1*, магнитного пускателя, клиноременной передачи, гидроэлеватора *5* и сварной рамы *3*.

Батарея гидроциклонов состоит из опорной трубы *7* и трех резиновых циклонов *6* с диаметром цилиндрической части 75 *мм*. Труба разделена перегородкой на две полости. Питающие насадки циклонов жестко соединены с нижней полостью трубы, сливные

насадки соединены при помощи резиновых патрубков с верхней полостью.

Циклон состоит из цельнолитого резинового корпуса, выполненного заодно с питающей насадкой, и стального кожуха. Верхняя крышка вместе со сливной насадкой — съемная. Также съемной

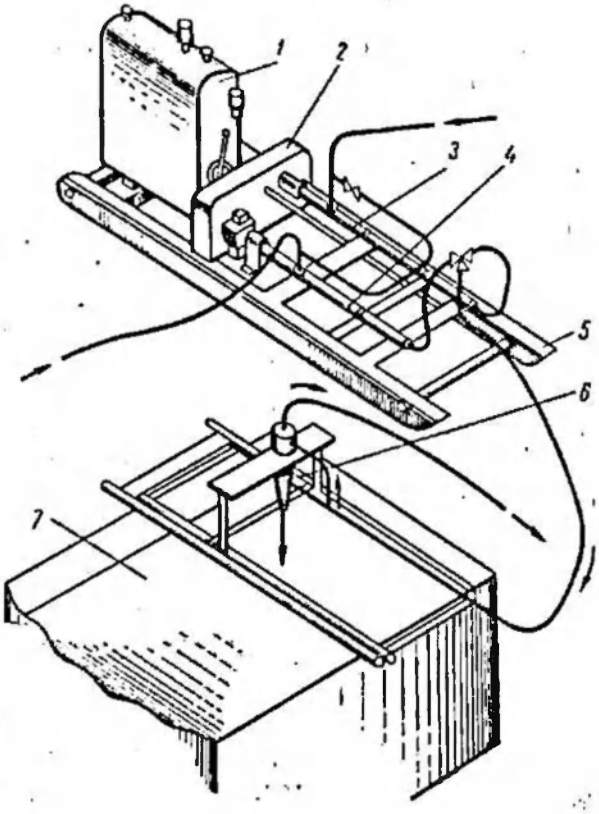


Рис. 28. Установка для регенерации барита фирмы «Филлипс Петролеум»:

1 — привод мощностью 15 *л. с.*, *2* — четырехскоростная коробка перемены передач, *3* — объемный насос для утяжеленной жидкости, *4* — водяной насос, *5* — рама, *6* — гидроциклон диаметром 75 *мм*, *7* — емкость.

является разгрузочная насадка. Диаметр разгрузочной насадки может изменяться путем отрезания нижней части. Таким образом, питающие и сливные насадки циклона имеют неизменные размеры. Диаметр разгрузочной насадки может меняться по желанию оператора.

Сопло гидроэлеватора соединено с нагнетательным трубопроводом насоса 11ГР. К смесительной камере подведен трубопровод утяжеленного раствора, который соединен с емкостью циркуляционной системы.

В смесительной камере происходит разбавление утяжеленного раствора до удельного веса 1,15—1,25 $Г/см^3$.

Разбавленная суспензия поступает в нижнюю полость опорной трубы батареи гидроциклонов.

Батарея гидроциклонов устанавливается на желобе циркуляционной системы. Утяжеленная пульпа из разгрузочных насадок циклонов поступает в желоб и вместе с основным циркулирующим потоком направляется в приемную емкость буровых насосов. Вода с излишками глинистой фазы сливается в дренаж.

При отсутствии циркуляции утяжеленная пульпа по специальному лотку может направляться в запасную емкость.

Установка для регенерации утяжелителя УР1 успешно прошла промышленные испытания и рекомендована Главнефтепроммашем к серийному производству [13].

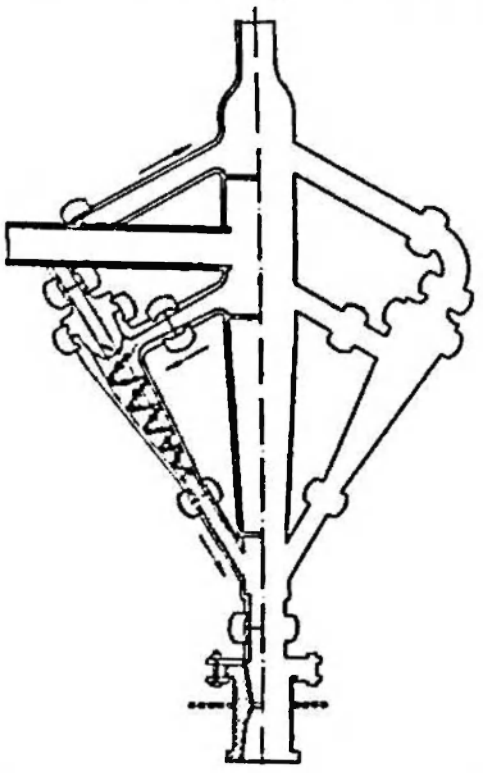


Рис. 29. Блок гидроциклонов «Клайджектор».

За рубежом для регенерации утяжелителя используются гидроциклонные установки и центрифуги.

Фирма «Филлипс Петролеум» (США) выпускает установку (рис. 28) для регенерации баритового утяжелителя, состоящую из насосного блока и гидроциклона диаметром 75 *мм*.

Насосный блок состоит из двух насосов, которые приводятся от двигателя внутреннего сгорания мощностью 15 *л. с.* через четырехскоростную коробку перемены передач. Насосы соединены с гидроциклоном гибкими рукавами. Один насос подает утяжеленный раствор, другой — воду для разбавления.

Из нижней разгрузочной насадки гидроциклона пульпа с выделенным баритом сливается в емкость, из верхней сливной насадки вода с частицами глины сливается в дренаж.

Фирмы «Свако и Дорр Оливер Дивелоп» (США) выпускают для регенерации баритового утяжелителя гидроциклонную установку «Клайджектор».

Блок гидроциклонов (рис. 29) состоит из четырех циклонов диаметром 50 *мм*, смонтированных на вертикальной трубе. В работу могут включаться от одного до четырех циклонов.

Блок для разбавления утяжеленного раствора включает двигатель внутреннего сгорания, насосы, емкость и опорную раму. Оба блока соединены гибкими рукавами.

Производительность установки 150 *л/мин* при удельном весе утяжеленного раствора 2,12 *Г/см*^{3} и 330 *л/мин* при удельном весе 1,66 *Г/см*^{3}. По данным фирмы «Свако», с помощью установки

«Клайджектор» можно регенерировать 80—90% барита из утяжеленного раствора и извлекать 60—90% глины.

На рис. 30 показана схема центрифуги для регенерации барита фирмы «Филлипс Петролеум». Силовой привод *1* мощностью 20 *л. с.* приводит с помощью ременной передачи центрифугу *5* и генератор переменного тока *2* мощностью 5 *квт*. Генератор питает электроэнергией насосы *3* и *4*.

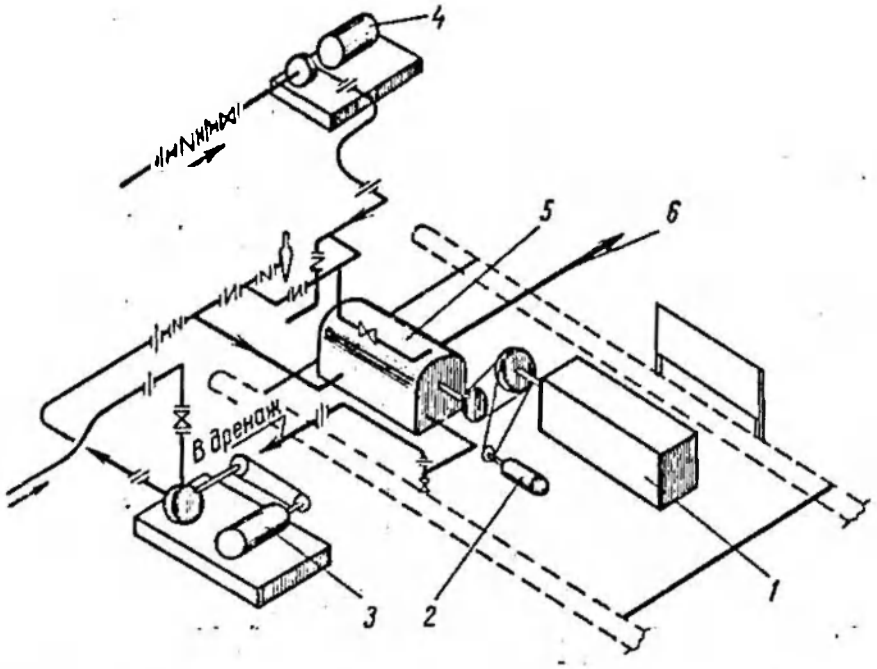


Рис. 30. Схема центрифуги для регенерации барита фирмы «Филлипс Петролеум»:

1 — силовой привод, *2* — генератор переменного тока, *3* — насос, *4* — насос, *5* — центрифуга, *6* — трубопровод сепарированного барита.

Насос *3* подает утяжеленный раствор, насос *4* мощностью 0,5 *л. с.* подает воду. В центрифугу поступает разбавленная суспензия. Сепарированный барит по трубопроводу *6* направляется в запасные емкости, легкие фракции — в дренаж.

Вследствие низкого коэффициента полезного действия эжектора мощность привода эжекторно-гидроциклонной установки типа ЭГУ или УР1 превышает приблизительно в полтора-два раза мощность привода двух насосов, подающих утяжеленный раствор и воду для его разбавления в гидроциклонную установку или центрифугу фирмы «Филлипс Петролеум».

Основные показатели работы установки для регенерации утяжелителя:

Производительность установки по сухому утяжелителю $G_{ут}$, *т/ч* определяется по формуле

$$G_{ут} = Q_{рег}\,\gamma_{рег}\,\frac{100 - S_{рег}}{100}\cdot\frac{\gamma_{рег.сух}}{\gamma_{ут\,сух}},$$

где $Q_{рег}$ — расход регенерированной пульпы, *м³/ч*; $\gamma_{рег}$ — удельный вес регенерированной пульпы; $S_{рег}$ — влажность регенерированной пульпы, %; $\gamma_{рег.сух}$ — удельный вес сухого остатка регенерированной пульпы; $\gamma_{ут.сух}$ — удельный вес сухого утяжелителя.

Процент извлечения утяжелителя $K_{ут}$.

Предварительно необходимо определить процентное содержание утяжелителя и глины в сухом остатке, исходного неразбавленного раствора и регенерированной пульпы по балансу объемов

$$\frac{100}{\gamma_{исх.сух}} = \frac{X}{\gamma_{ут\,сух}} + \frac{100 - X}{\gamma_{гл.сух}},$$

где X — процентное содержание утяжелителя; $100-X$ — процентное содержание глины; $\gamma_{исх.сух}$ — удельный вес сухого остатка исходного неразбавленного раствора; $\gamma_{гл.сух}$ — удельный вес сухой глины.

Расход сухого утяжелителя в исходном неразбавленном растворе, *т/ч*

$$G_{исх.сух} = Q_{исх}\,\gamma_{исх}\,\frac{100 - S_{исх}}{100}\cdot\frac{X_{исх}}{100}.$$

где $Q_{исх}$ — расход исходного утяжеленного раствора в *м³/ч*; $\gamma_{исх}$ — удельный вес исходного утяжеленного раствора; $S_{исх}$ — влажность исходного утяжеленного раствора в %

$$K_{ут} = \frac{G_{ут}\cdot 100}{G_{исх.сух}}.$$

Процент извлечения глины $K_{гл}$.

Расход сухой глины в регенерированной пульпе

$$G_{гл.рег} = Q_{рег}\cdot\gamma_{рег}\cdot\frac{100 - S_{рег}}{100}\cdot\frac{100 - X_{исх}}{100}.$$

Расход сухой глины в исходном утяжеленном растворе

$$G_{гл.исх} = Q_{исх}\,\gamma_{исх}\cdot\frac{100 - S_{исх}}{100}\cdot\frac{100 - X_{исх}}{100}.$$

Расход сухой глины в сливе $G_{гл.сл} = G_{гл.исх} - G_{гл.рег}$

$$K_{гл} = \frac{G_{гл.сл}\cdot 100}{G_{гл.сл}}.$$

Экономический эффект от применения установок для регенерации заключается в уменьшении удельного расхода утяжелителя.

Так, во время промышленных испытаний установки УПР-Р-2 в 1966 г. в объединении Краснодарнефтегаз зафиксированы следующие цифры.

При бурении двух скважин в одинаковых геологических условиях в интервале 3200—3600 *м* расход железистого утяжелителя на 1 *м* проходки составил: на скважине с разбавлением утяжеленного раствора водой и с одновременным утяжелением — 51 000 *кг;* на скважине с применением регулирования содержания глинистой фазы с помощью установки УПР-Р-2 — 9600 *кг*[1].

За время промышленных испытаний установки для регенерации утяжелителя УР1 в 1968 г. в тресте Ширванбурнефть АзССР за 10 дней работы установки было регенерировано свыше 100 *т* утяжелителя, причем установка работала по 2—4 *ч* в день[2].

ЭЛЕМЕНТЫ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Циркуляционные системы буровых установок состоят из желобов, очистных устройств, описанных выше, приемных или рабочих и запасных емкостей, всасывающих и вспомогательных нагнетательных трубопроводов, блоков для хранения химических реагентов, доливных емкостей, запорной арматуры и быстросборных соединений трубопроводов.

ЖЕЛОБА

В Советском Союзе от устья скважины до очистного блока в серийно изготовляемых установках применяются стальные желоба прямоугольной формы; в некоторых объединениях применяются полукруглые желоба из половинок обсадных труб. В зарубежных фирмах, например «Айдеко Пипьене», между устьем скважины и очистным блоком монтируется труба диаметром 250—300 *мм* с большим уклоном. Между очистным блоком и приемными емкостями в серийно изготовляемых отечественных буровых установках установлены полукруглые желоба.

Желоба любой длины набираются из отдельных секций. Длина секции 3200 *мм*, вес секции 119 *кг* (рис. 31). Две секции соединяются между собой с помощью поперечной планки и двух откидных болтов.

Герметичность соединения достигается резиновым уплотнением. Секции желоба изготовляются двух типов — с люками и без люков.

---

[1] Акт промышленных испытаний опытного образца установки УПР-Р-2 от 5 декабря 1966 г.

[2] Акт приемки опытного образца установки для регенерации утяжелителя УР1 от 27 марта 1968 г.

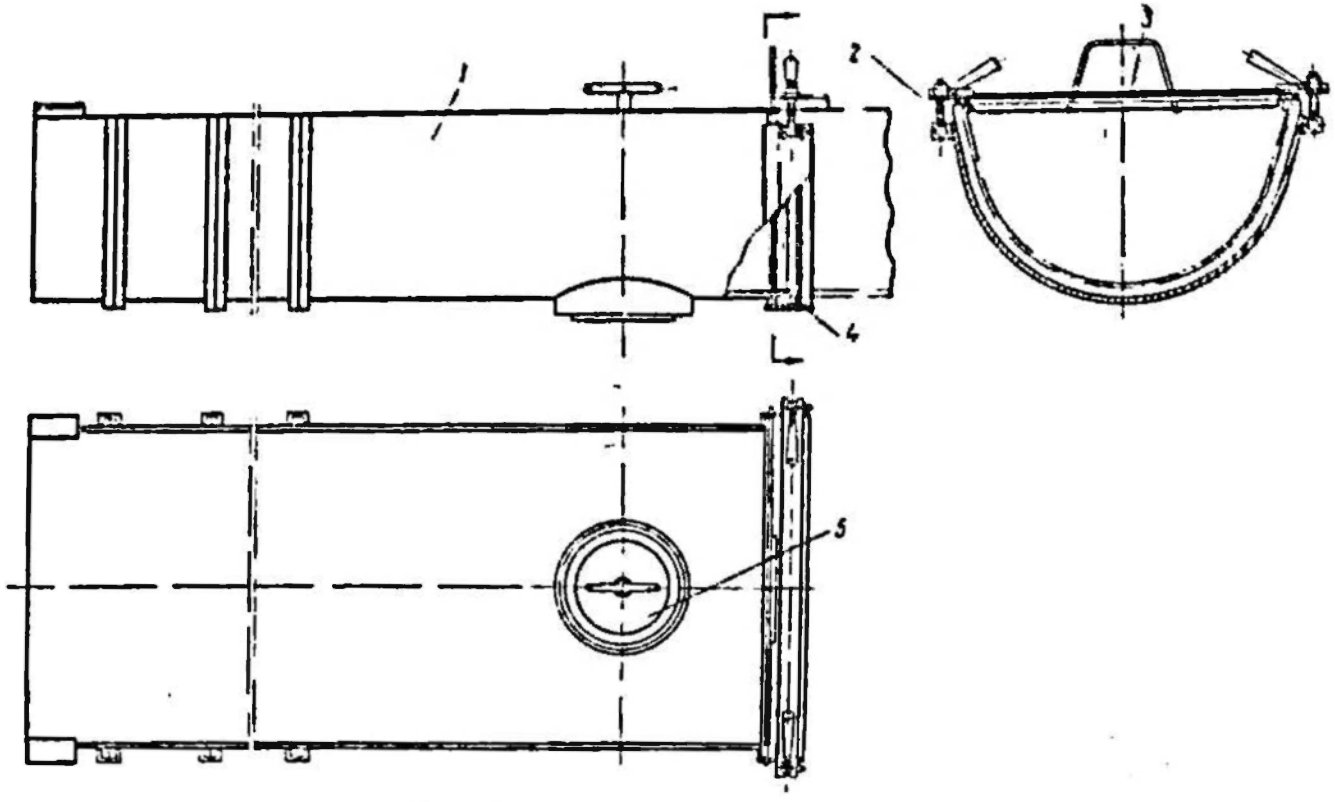


Рис. 31. Секция желоба с люком:

1—желоб, *2*—откидной болт, *3*—поперечная планка, *4*—резиновое уплотнение, *5*—люк.

При открывании того или иного люка жидкость может сливаться из желоба в любую приемную емкость.

Желоба монтируются на приемных емкостях или на специальных сварных основаниях. В обоих случаях желоба устанавливаются на регулируемых опорах. Опора состоит из двух стоек с отверстиями и поперечной планки.

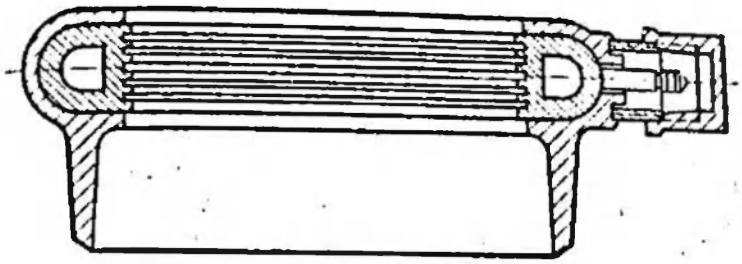


Рис. 32. Пневматическое уплотнение трубопроводов.

Благодаря регулируемым опорам желобу может придаваться любой желаемый уклон.

Полукруглая форма сечения желоба создает хорошие условия для течения промывочного раствора.

В желобе не образуется осадок, поэтому исключается операция чистки желобов. При транспортировке из нескольких секций составляется пакет.

В большинстве зарубежных фирм желоба встраиваются в емкости; таким образом, желоб занимает часть высоты емкости.

Форма желоба прямоугольная. Желоба монтируются с небольшим уклоном (фирма «Айдеко Пиньепе») или совсем без уклона (фирма «Зальц — Гиттер»). Между емкостями монтируется отрезок желоба или круглая труба (фирмы «Зальц — Гиттер»). В этом случае уплотнение между трубой и желобом достигается резиновой камерой, наполненной воздухом (рис. 32). При демонтаже установки воздух выпускается из камеры, труба вкладывается в желоб и емкость готова для транспортировки.

ПРИЕМНЫЕ ИЛИ РАБОЧИЕ ЕМКОСТИ

Отечественной промышленностью серийно изготовляются приемные емкости двух типоразмеров под шифром 1ЕР-24 и ЕР-30.

Техническая характеристика приемных емкостей

	1ЕР-24	ЕР-30
Шифр		
Полезный объем, $м^3$	24	30
Габаритные размеры, *мм*:		

общая длина	7565	8620
полезная длина емкости	7320	8160
общая ширина	2520	3005
полезная ширина емкости	2300	2800
общая высота	2600	1790
полезная высота емкости	1400	1400
Общий вес, *кг*	3375	4140
Удельное давление на грунт при перетаскивании волоком, *кГ/см²*	0,21	0,23

Приемная емкость 1ЕР-24 (рис. 33) состоит из корпуса и трех опорных полозьев для перетаскивания емкости волоком.

Для присоединения к насосам и к соседним емкостям имеется четыре патрубка с фланцами. Стенки емкости укреплены ребрами жесткости; два патрубка, к которым присоединяются всасывающие трубопроводы насосов, закрыты щелевыми фильтрами.

Фильтры могут легко выниматься для чистки.

На противоположной стенке емкости предусмотрены прямоугольные люки для чистки, которые открываются и закрываются с верхней площадки емкости.

Верхняя площадка установлена вдоль емкости. С одной стороны у нее предусмотрено место для желоба, с другой установлены перила.

Емкость укомплектована двумя гидравлическими двухшарнирными перемешивающими устройствами 4УПГ.

Приемная емкость ЕР-30 отличается от емкости 1ЕР-24 некоторыми конструктивными особенностями. Так, ребра жесткости расположены у нее на наружных поверхностях боковых стенок; на двух торцевых стенках предусмотрены вырезы для желобов. Таким образом, емкости ЕР-30 могут соединяться между собой трубами диаметром 250 *мм* в нижней части и полукруглыми желобами в верхней части. Емкостями 1ЕР-24 укомплектованы буровые установки Уралмаш-125БД и Уралмаш-125БЭ; БУ-300Э и БУ-300ДЭ, БУ-200ДГ и БУ-200Э.

Емкостями ЕР-30 укомплектованы буровые установки БУ-80БрД и БУ-80БрЭ.

Зарубежные фирмы в США и ФРГ применяют в качестве приемных и запасных прямоугольные емкости следующих размеров: длина — 9000 *мм*, ширина — 2300—3000 *мм*, высота — 1500—1800 *мм*.

Емкости имеют полозья из двутаврого профиля высотой 200 *мм*. Стенки емкостей имеют вертикальные ребра жесткости из швеллеров. Расстояние между ребрами принимается от 1500 до 900 *мм*. Емкости комплектуются несколькими гидравлическими и механическими перемешивающими устройствами.

ЗАПАСНЫЕ ЕМКОСТИ

Отечественной промышленностью изготовляются цилиндрические запасные емкости, которые применяются для хранения промы-

вочных растворов, жидких химических реагентов, воды, для долива скважины. Запасные емкости имеют объем 20 $м^3$.

Емкости изготовляются двух типов — с указателем уровня и без указателя уровня.

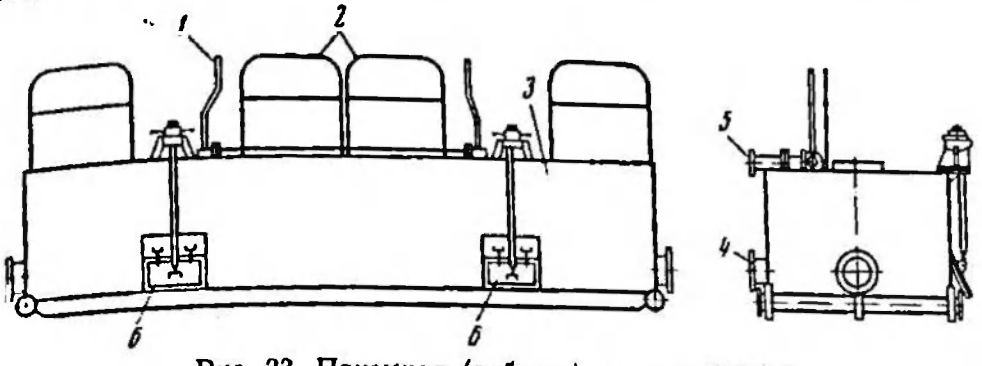


Рис. 33. Приемная (рабочая) емкость 1ЕР-24:

1 — перемешивающее устройство 4УПГ, *2* — перила, *3* — корпус емкости, *4* — патрубок, *5* — подвод жидкости к перемешивающим устройствам, *6* — люк для чистки.

На буровых обычно устанавливается четное количество запасных емкостей, которые комплектуются парами. Одна емкость с указателем уровня, другая — без указателя. Обе емкости устанавливаются на общем основании и сообщаются между собой короткой трубой $D_{усл}=250$ *мм*.

Патрубки диаметром 80 *мм* для подвода жидкости к каждой емкости расположены по касательной к цилиндрической поверхности и снабжены соплами. При заполнении емкости происходит энергичное перемешивание жидкости. В нижней части каждой емкости имеется люк для чистки.

Запасные емкости устанавливаются на низких основаниях, жидкость перекачивается из них буровыми или вспомогательными насосами или на высоких основаниях, когда они используются для хранения жидких химических реагентов или для долива скважины, в этом случае жидкость из них сливается самотеком.

ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА, БЫСТРОСБОРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Для вспомогательных нагнетательных трубопроводов циркуляционных систем применяется запорная арматура общего назначения. Для всасывающих трубопроводов применяются как клиновые чугунные задвижки общего назначения, так и специальные поворотные шибера. Отечественная промышленность изготовляет поворотные шибера 1ШП250 и 1ШП300. Шибера имеют условные проходы 250 и 300 *мм* и вес соответственно 24,3 и 30,6 *кг*.

Поворотный шибер (рис. 34) состоит из корпуса *1*, оси *2*, резинового полотна *3*, рукоятки *4* и фиксатора *5*. Корпус шибера цилиндрической формы зажимается болтами между двумя фланцами,

которые приварены к двум отрезкам трубопровода. В двух взаимно противоположных отверстиях корпуса вращается ось с рукояткой. На оси крепится шпонкой резиновый шибер.

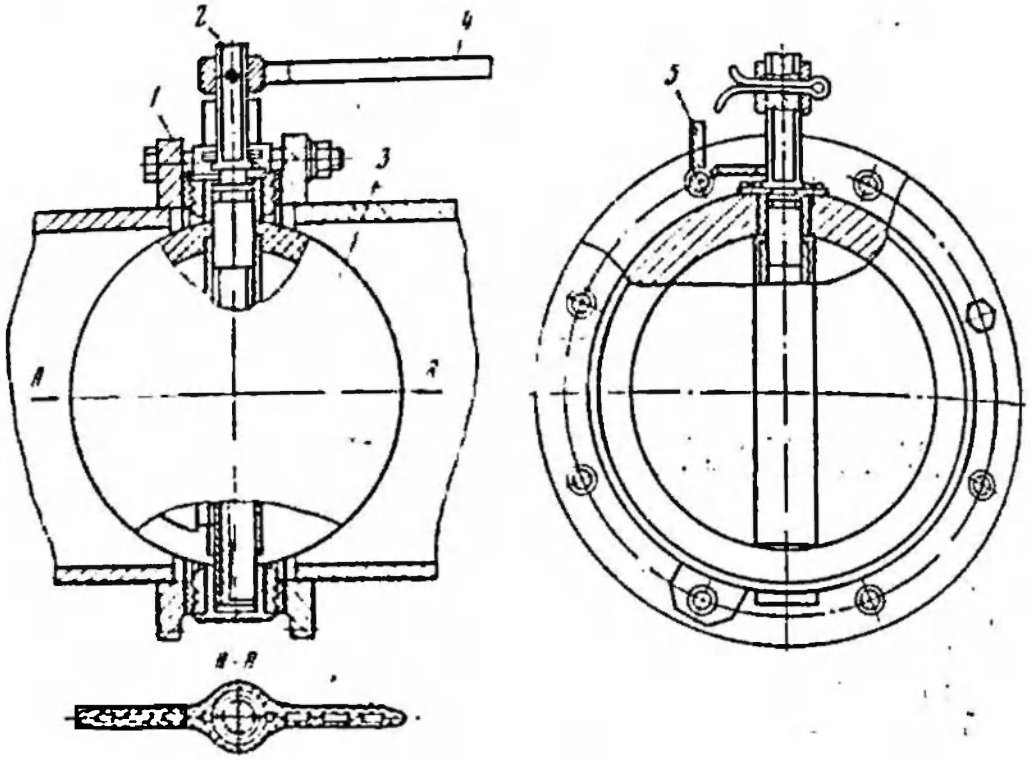


Рис. 34. Поворотный шибер 1ШП250.

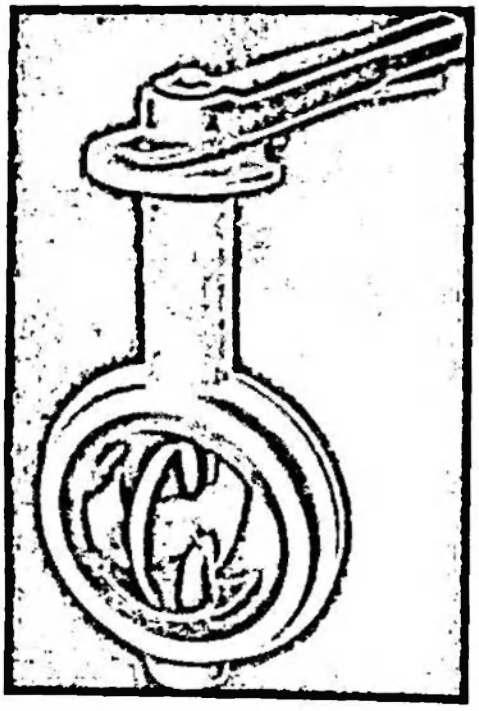


Рис. 35. Поворотный шибер «бабочка» фирмы «Люсеат Франс».

Резиновый шибер для жесткости армирован стальным каркасом. Два положения шибера («открыт» и «закрыт») фиксируются специальным фиксатором.

Поворотный шибер приблизительно в три раза легче клиновой задвижки того же диаметра.

За рубежом большинство фирм применяет во всасывающих трубопроводах специальные шибера «бабочка». Так, на рис. 35 показан поворотный шибер фирмы «Люсеат Франс», Франция (по лицензии фирмы «Вэко», США).

Шибер состоит из металлического корпуса, к которому привулканизировано изнутри резиновое кольцо. Полотно шибера представляет собой металлический диск, который вра-

щается на двух полуосях в подшипниках корпуса. Одна полуось связана с рукояткой.

Для соединения отрезков всасывающих трубопроводов применяются специальные соединительные муфты.

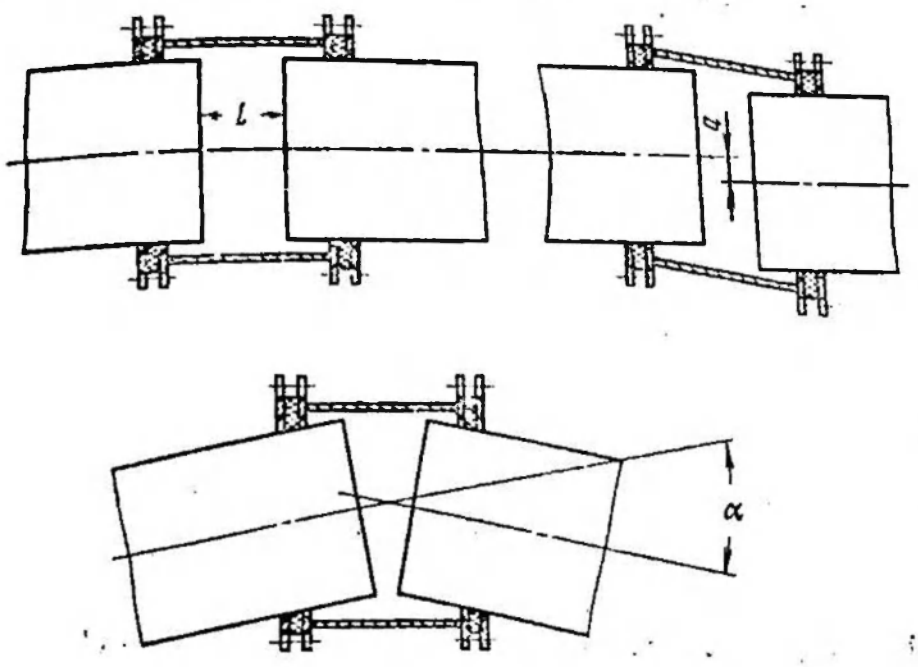


Рис. 36. Конструктивная схема муфты 1МТ250.

Муфты изготовляются двух типоразмеров: 1МТ250, условный проход 250 *мм* и 1МТ300, условный проход 300 *мм*.

Соединительные муфты компенсируют неточности монтажа трубопроводов. Так, муфта 1МТ250 компенсирует неточность монтажа двух отрезков трубопровода в следующих пределах:

Неточность по длине, *мм*	50—25
Смещение осей, *мм*	До 50 0
Отклонение осей от параллельности, *град*	До 25
Вес муфты 1МТ250, *кг*	32
Вес муфты 1МТ300, *кг*	28

Муфта 1МТ250 (рис. 36) состоит из корпуса с двумя приваренными фланцами, двух ответных фланцев и шарнирных болтов с гайками. Между фланцами корпуса и ответными фланцами зажимаются гайками два резиновых уплотнения из мягкой резины. Эти уплотнения при затяжке болтов прижимаются к наружной поверхности труб и создают необходимую герметичность.

Муфта 1МТ300 имеет несколько иную конструкцию, чем и объясняется ее меньший вес.

Применение соединительных муфт исключает полностью сварные работы при монтаже всасывающих трубопроводов.

Для соединения отрезков вспомогательных нагнетательных трубопроводов применяются специальные компенсаторы. Компенсаторы для трубопровода (рис. 37) компенсируют неточности монтажа двух соседних отрезков трубопровода по длине до 100 *мм* и по направлению осей до 15°.

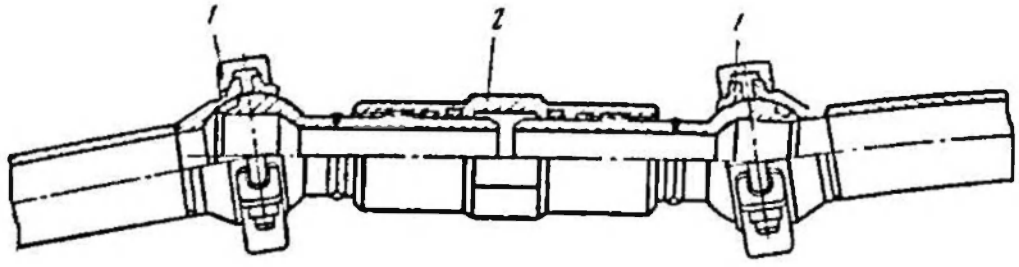


Рис. 37. Компенсатор нагнетательного трубопровода.

Компенсатор состоит из двух полых шаровых шарниров *1* с резиновыми уплотнениями и промежуточной гайки *2* с правой и левой трапецеидальной резьбой. Каждый шарнир соединяется с помощью разъемного хомута с отрезком трубопровода.

БЛОК ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЖИДКИХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

Для хранения жидких химических реагентов используются закрытые цилиндрические и открытые прямоугольные емкости. В циркуляционной системе буровых установок Уралмаш-125БД и Уралмаш-125БЭ предусмотрен для этой цели специальный блок, состоящий из сварного основания, запасной цилиндрической емкости объемом 20 $м^3$ и открытой прямоугольной емкости объемом 14 $м^3$, разделенной на три отсека. Заполнение емкостей осуществляется насосом по специальному трубопроводу. Участок трубопровода для заполнения прямоугольной емкости имеет шарнирный поворотный наконечник, который можно направлять в любой из трех отсеков. Благодаря высокому основанию блока, химические реагенты могут сливаться самотеком в желоб как из цилиндрической емкости, так и из любого отсека прямоугольной емкости; для этого предусмотрены отрезки труб с кранами.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОЛИВА ЖИДКОСТИ В СКВАЖИНУ

При подъеме колонны бурильных труб для смены долота или турбобура снижается уровень жидкости в скважине и уменьшается гидростатическое давление на стенки скважины. Снижение гидростатического давления чревато такими неприятностями, как обвалы и выбросы; поэтому работники бурения при подъеме колонны бу-

рильных труб производят одновременно долив скважины раствором таких же параметров, как и раствор в скважине.

Для долива скважины используются буровые или вспомогательные насосы, как, например: в буровых установках «Айдеко Пиньени» (Италия) и 4ДН-315 (Румыния), эксплуатирующихся в Советском Союзе. При этом требуется включать или выключать тот или иной насос при подъеме каждой свечи либо включать систему циркуляции на период подъема всей бурильной колонны. В этом случае излишки раствора сливаются из скважины через выходной желоб, а уровень в скважине поддерживается постоянным на отметке дна желоба.

Такой способ долива не лишен недостатка, заключающегося в образовании сифона. Сифоны особенно неприятны, когда затруднено применение приспособления разбрызгивания раствора.

Для облегчения труда буровой бригады в Советском Союзе применяются различные устройства для долива скважины.

Идеальное устройство для долива должно автоматически обеспечивать постоянный уровень в скважине в процессе подъема колонны бурильных труб, причем уровень должен быть на 30—50 *м* ниже уровня земли для предотвращения сифонов.

Существуют следующие конструкции доливных устройств. Для долива скважины самотеком неподалеку от устья устанавливается на сварном каркасе закрытая цилиндрическая емкость.

Трубопровод от доливной емкости направляется в приемную воронку или в желоб, соединяющий воронку с очистным блоком. На трубопроводе имеется задвижка, которую открывает рабочий после подъема каждой свечи.

После опорожнения доливной емкости она наполняется с помощью насоса через специальный нагнетательный трубопровод. Эта простая система долива часто усложняется различными автоматическими устройствами.

Так, ВНИИКАнефтегазом разработан автомат для поддержания уровня раствора в скважине, состоящий из диафрагменного датчика, задвижки с пневматической приставкой, блока управления и сигнализации и блока питания воздухом.

Датчик соединен со скважиной. При понижении уровня скважины диафрагма реагирует на изменение гидростатического давления и включает через микровыключатель цепь магнита электропневматического вентиля. Вентиль пропускает сжатый воздух из пневматической системы буровой установки в пневматическую приставку, которая открывает задвижку на доливном трубопроводе.

На блоке управления и сигнализации смонтирована электрическая аппаратура автомата — силовой трансформатор, электронное реле времени, предохранитель и сигнальные лампы, показывающие уровень жидкости в скважине.

Блок питания воздухом состоит из корпуса, электропневматического вентиля и воздушного фильтра.

Автомат поддерживает уровень раствора в скважине на отметке приемной воронки.

Аналогичный автомат долива на базе доливной емкости разработан институтом КуйбышевНИИНП.

В автомате КуйбышевНИИНП имеется центробежный насос и регулятор уровня. При понижении уровня в доливной емкости регулятор уровня включает электрическую цепь магнитного пускателя, включающего электродвигатель центробежного насоса, который наполняет емкость.

В различных объединениях на базе доливных емкостей применяются и другие автоматические системы, т. е. сблокированные с пневматическим клиновым захватом или с пневматической муфтой подъемного вала буровой лебедки.

Обе эти системы воздействуют на пневматическую приставку задвижки доливного трубопровода.

Первая система блокировки. При включении клинового захвата после подъема очередной свечи сжатый воздух поступает одновременно в пневматическую приставку доливной задвижки, происходит долив скважины. После спуска незагруженного элеватора бурильщик выключает клиновой захват, одновременно прекращается доступ воздуха в пневматическую приставку, задвижка закрывается, прекращается долив скважины. Данная система предопределяет запаздывание долива по отношению к подъему свечи, сначала поднимается свеча, затем доливается скважина.

Вторая система блокировки. При включении пневматической муфты подъемного вала буровой лебедки на подъем очередной свечи одновременно включается пневматическая приставка доливной задвижки, происходит долив скважины. После окончания подъема свечи выключается пневматическая муфта, одновременно выключается пневматическая приставка, задвижка закрывается, прекращается долив скважины.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДОЛИВА БЕЗ ДОЛИВНЫХ ЕМКОСТЕЙ

Эта система основана на применении мерных емкостей, равных объему одной свечи. Мерная емкость устанавливается рядом с одной из емкостей циркуляционной системы или внутри емкости. В процессе бурения мерная емкость заполнена раствором. Емкость соединена воздухопроводом с одним из кранов на пульте бурильщика — с краном управления клиновым захватом или пневматической муфтой подъемного вала буровой лебедки. При включении, например, клинового захвата сжатый воздух одновременно вытесняет жидкость из мерной емкости в скважину. После выключения клинового захвата воздух выходит из мерной емкости, которая заполняется самотеком из циркуляционной системы.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ

В настоящей главе описаны циркуляционные системы промывочных растворов, изготовляемые серийно машиностроительными заводами и входящие в комплект новых буровых установок, некоторые элементы циркуляционных систем, применяемые в различных объединениях Советского Союза.

ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА БУРОВОЙ УСТАНОВКИ БУ-50БрI С ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Циркуляционная система состоит из очистного блока (рис. 38), который соединен желобом с устьем скважины и всасывающим трубопроводом с буровым насосом.

Очистной блок представляет собой открытую прямоугольную емкость объемом 18 $м^3$, на которой смонтировано одинарное вибросито и гидроциклонный пескоотделитель. Пескоотделитель является измененной модификацией пескоотделителя 1ПГ; в нем вместо четырех имеется два гидроциклона диаметром 250 *мм*. Промывочный раствор поступает из скважины по желобу на вибросито. После грубой очистки на вибросите раствор поступает в специальный отсек емкости, из которого он забирается шламовым насосом пескоотделителя и направляется в гидроциклоны.

Очищенный в гидроциклонах раствор сливается в емкость, откуда по всасывающему трубопроводу он забирается буровым насосом.

ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА ЦС50БрД БУРОВОЙ УСТАНОВКИ БУ50БрД С ДИЗЕЛЬНЫМ ПРИВОДОМ

Циркуляционная система ЦС50БрД (рис. 39) состоит из приемного желоба, очистного блока, приемной емкости и всасывающего трубопровода.

Приемная емкость ЕР30 описана выше. Очистной блок смонтирован на такой же емкости и состоит из одинарного вибросита и гидроциклонного пескоотделителя 1ПГК. В пескоотделителе два циклона заглушены и являются резервными. Очистной блок и приемная емкость соединены между собой в верхней части полукруглым желобом, в нижней части — трубой диаметром 250 *мм*.

Циркуляция раствора из очистного блока в приемную емкость может осуществляться как по желобу, так и по трубе, последняя может перекрываться шибером 1ШП250.

Приемный патрубок всасывающего трубопровода рис. 39 изолирован от емкости щелевым фильтром, который может легко выниматься для чистки.

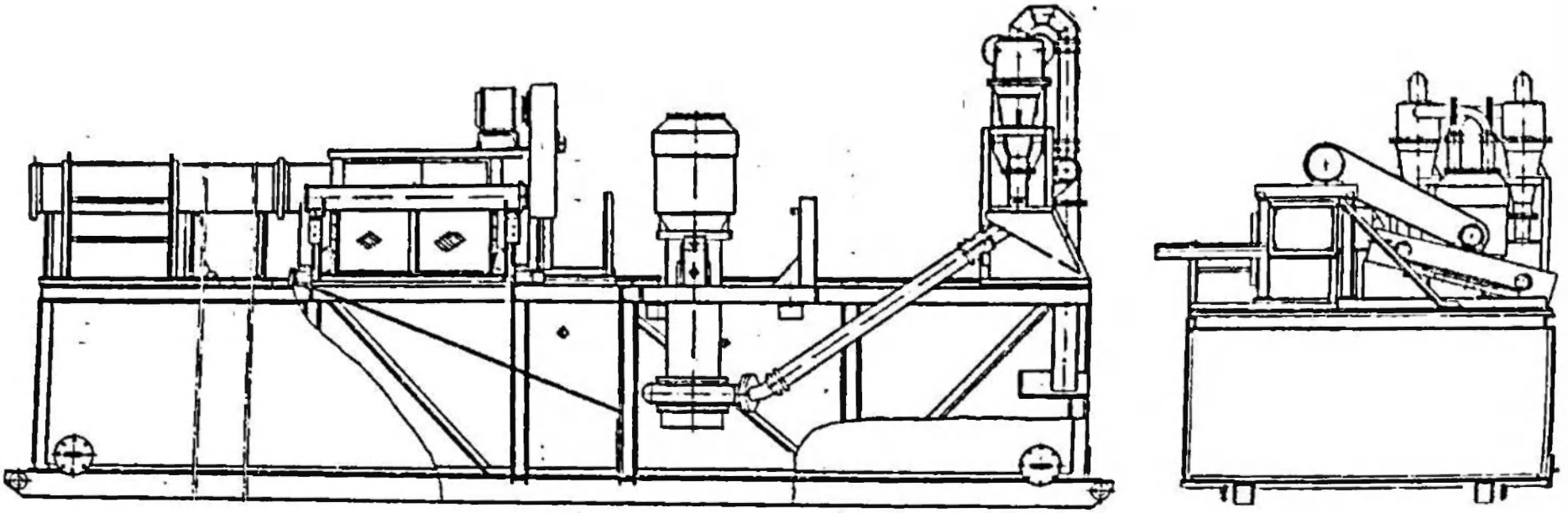


Рис. 38. Очистной блок буровой установки БУ-50Бр1.

Для удобства монтажа два отрезка всасывающего трубопровода соединены монтажной муфтой 1МТ250.

Циркуляционная система ЦС50БрД изготовлена в опытных образцах и проходила промышленные испытания вместе с буровой установкой БУ50БрД.

ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА 1ЦС80БрД БУРОВЫХ УСТАНОВОК БУ80БрД и БУ80БрЭ

Циркуляционная система 1ЦС80БрД (рис. 40) состоит из приемного прямоугольного желоба, очистного блока БОР2, приемных емкостей ЕР30 и всасывающего трубопровода.

Очистной блок состоит из стального каркаса, сдвоенного вибросита СВ2, пескоотделителя 1ПГК и укрытия.

Очищенный в блоке БОР2 раствор проходит последовательно через две емкости ЕР30, выполняющие функции отстойников и запасных емкостей, и из третьей емкости забирается буровыми насосами.

Емкости соединены между собой полукруглыми желобами и трубами диаметром 250 *мм*.

Трубы имеют поворотные шибера 1ШП250.

При закрытых шиберах раствор из емкости в емкость перетекает только по желобам.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЦС125БД и ЦС125БЭ БУРОВЫХ УСТАНОВОК УРАЛМАШ 125БД и УРАЛМАШ 125БЭ

Циркуляционные системы буровых установок Уралмаш-125БД и Уралмаш-125БЭ имеют одинаковый состав оборудования и несколько отличаются лишь компоновкой.

На рис. 41 показана циркуляционная система буровой установки Уралмаш-125БЭ, состоящая из желобов, очистного блока, приемных емкостей, запасных емкостей и блока хранения жидких химических реагентов.

Раствор из скважины поступает по прямоугольному желобу в очистной блок *2*. Очистной блок БОР1 состоит из сварного основания, сдвоенного вибросита СВ2 и гидроциклонного пескоотделителя 1ПГК; благодаря системе желобов и заслонок раствор может очищаться последовательно в вибросите и пескоотделителе и, наконец, может направляться к приемным емкостям, минуя очистной блок.

Желоба состоят из отдельных секций полукруглого сечения, которые могут быстро монтироваться и демонтироваться. Желоба располагаются над приемными емкостями. Благодаря люку в секции желоба очищенный раствор можно по желанию подавать в первую или вторую емкость *4*. Между очистным блоком и приемны-

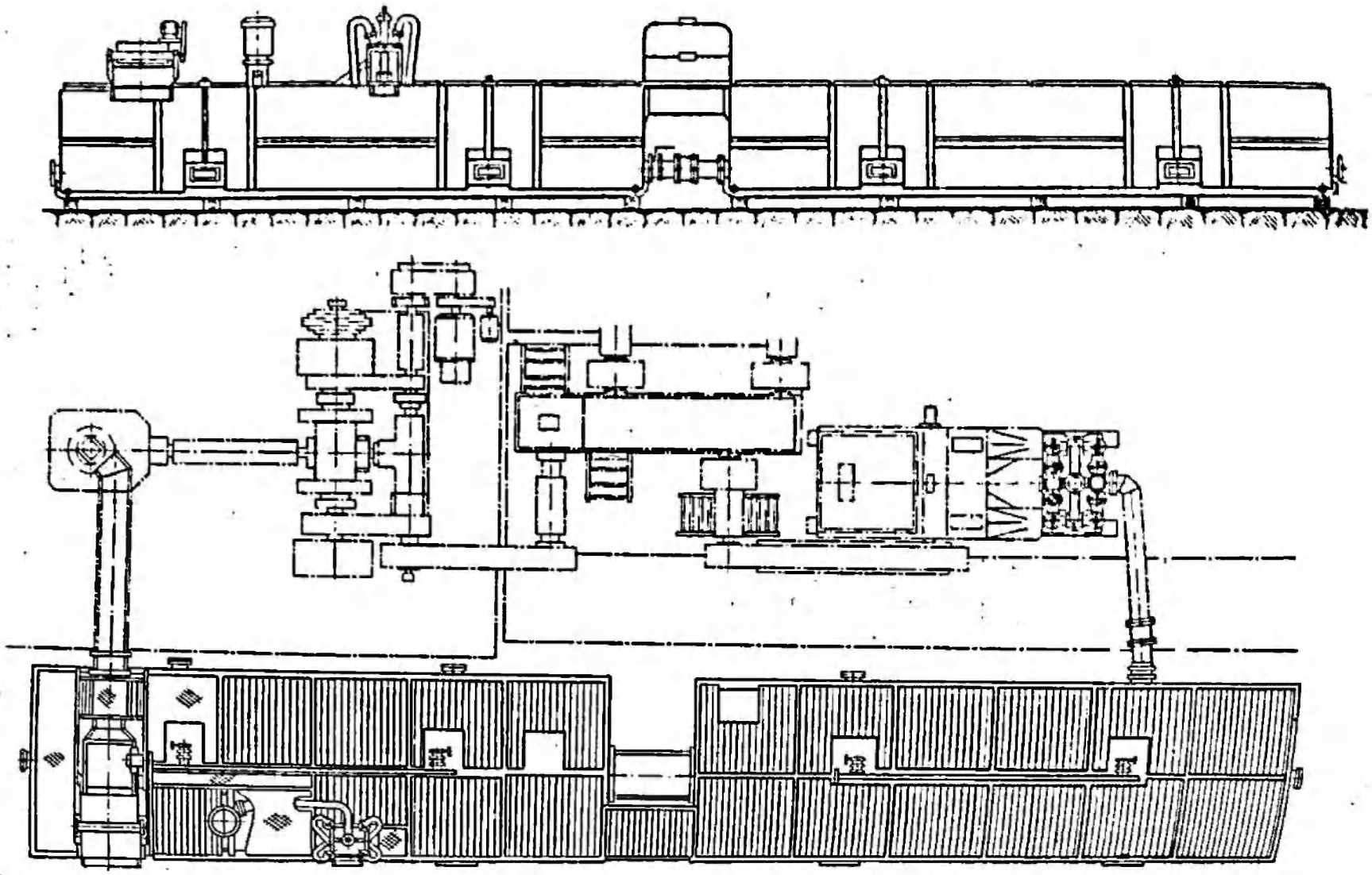
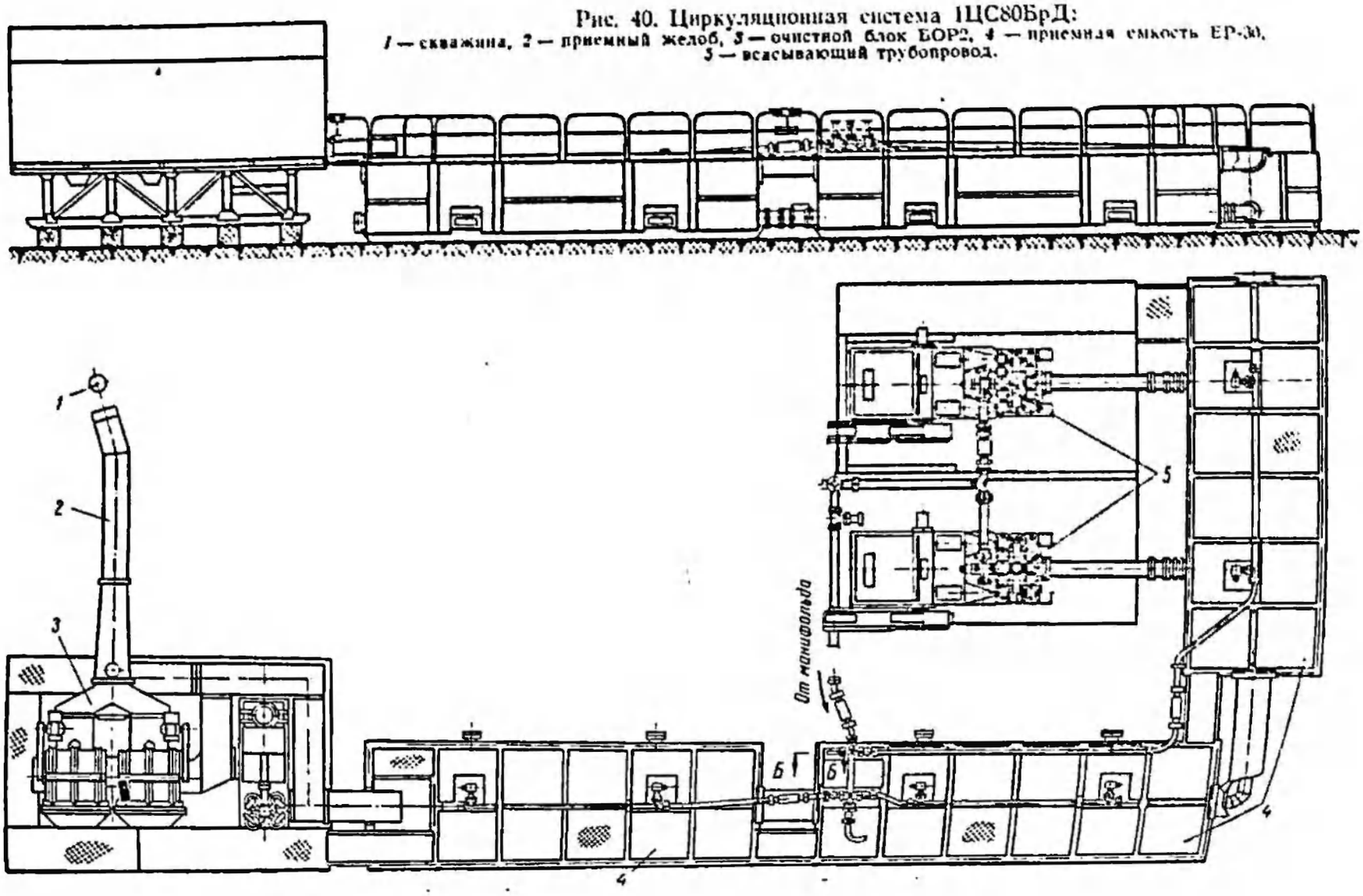


Рис. 39. Циркуляционная система ЦС50БрД.

Рис. 40. Циркуляционная система 1ЦС80БрД:
1 — скважина, *2* — приемный желоб, *3* — очистной блок БОР2, *4* — приемная емкость ЕР-30, *5* — всасывающий трубопровод.



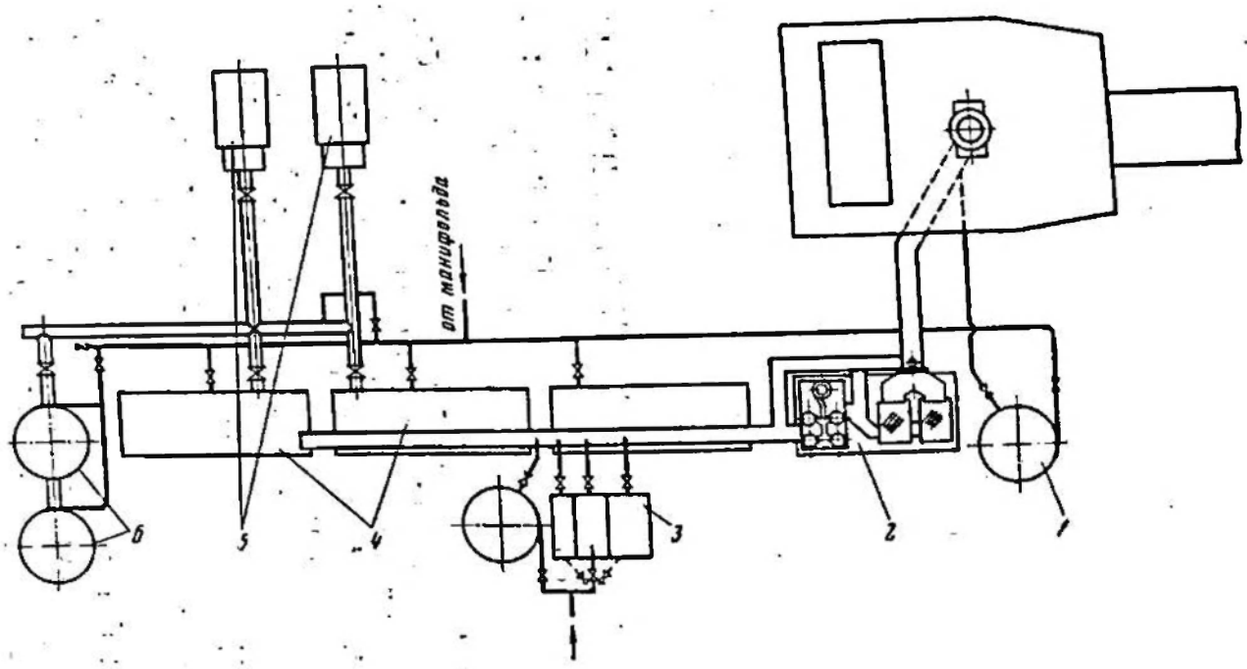


Рис. 41. Циркуляционная система ЦС125БЭ.

ми емкостями установлен блок для хранения жидких химических реагентов *3*.

Запасные цилиндрические емкости *6* объемом 20 $м^3$ каждая установлены попарно на стальных низких рамах. Емкости имеют всасывающие и нагнетательные патрубки, которые соединяются соответственно со всасывающим трубопроводом буровых насосов и со вспомогательным нагнетательным трубопроводом.

В состав циркуляционной системы входит также доливная емкость *1*.

Всасывающий трубопровод диаметром 250 *мм* соединяет буровые насосы *5* с приемными и запасными емкостями. Благодаря наличию поворотных шиберов раствор может забираться любым буровым насосом из любой емкости. Запасные емкости связаны со всасывающим трубопроводом попарно.

Для промывки всасывающего трубопровода от осадков он соединен со вспомогательным нагнетательным трубопроводом.

Вспомогательный нагнетательный трубопровод диаметром 89 *мм* соединяет манифольд с запасными и доливной емкостями, а также с гидравлическими перемешивающими устройствами приемных емкостей.

Аналогичными элементами укомплектованы циркуляционные системы опытных образцов буровых установок БУ300Э и БУ300ДЭ, БУ200Э и БУ200ДГ.

ДРУГИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

В объединении Куйбышевнефть получила распространение циркуляционная система ЦСГО, разработанная КуйбышевНИПИНП (рис. 42).

Система ЦСГО состоит из желоба *1*, очистного блока *3*, двух запасных прямоугольных емкостей *4* объемом 30 $м^3$ каждая и приемной прямоугольной емкости *5* объемом 30 $м^3$. Имеются также две доливные емкости *2* цилиндрической формы.

Очистной блок состоит из сдвоенного вибросита, одного гидроциклона диаметром 400 *мм*, емкости и шламовых насосов. Характерной особенностью системы ЦСГО является включение в циркуляцию промывочного раствора всех запасных емкостей, которые соединены между собой последовательно двумя резино-тканевыми рукавами. Благодаря этому все три емкости могут использоваться для дополнительной очистки раствора путем осаждения тонких фракций выбуренной породы на дне емкостей, откуда они могут периодически удаляться через сливные люки.

Кроме того, во время спуско-подъемных операций может осуществляться принудительная циркуляция раствора для предотвращения его замерзания в емкостях. Для этой цели очистной блок соединен стальной трубой непосредственно с приемной емкостью. Циркуляция осуществляется при работе шламового насоса по схеме очистной блок — стальная труба — приемная емкость — соеди-

нительные резино-тканевые рукава — запасные емкости — очистной блок.

Циркуляционные системы других объединений комплектуются из тех же элементов, которые были описаны выше. Однако форма, размеры и количество отдельных элементов различны между собой.

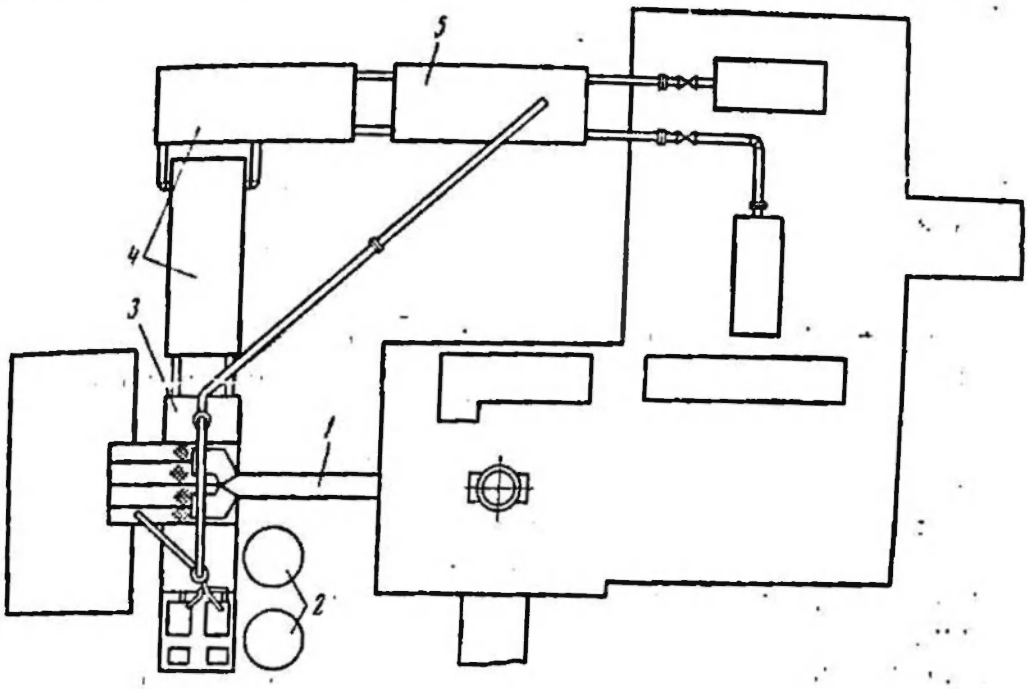


Рис. 42. Циркуляционная система ЦСГО.

В некоторых районах (Грозный, Баку) вновь приготовленный или утяжеленный раствор пропускается через специально предусмотренное вибросито. На нем задерживаются крупные комки глины или утяжелителя.

В объединении Ставропольнефтегаз приемные емкости, имеющие объем 30—40 $м^3$ каждая, делятся перегородкой на два неравных отсека. В меньшем отсеке раствор, поступающий после очистки от выбуренной породы, дополнительно отстаивается, из бо́льшего он забирается по всасывающим трубопроводам буровыми насосами. Перегородка между отсеками имеет отверстия размером 250×50 *мм*. Раствор через эти отверстия перетекает из меньшего отсека в больший.

Осадок из меньшего отсека периодически удаляется.

ТИПОВАЯ СХЕМА ЦИРКУЛЯЦИИ ПРОМЫВОЧНОГО РАСТВОРА

В 1968 г. Гипронефтемашем разработана типовая схема циркуляции промывочного раствора для буровых установок по нормали Н900-66.

Идея типовой схемы заключается в возможности компоновки циркуляционной системы для всех буровых установок от БУ-80 до БУ-250 при любых геологических условиях из унифицированных блоков и типовых соединительных элементов. Вторая особенность типовой схемы заключается в применении в качестве исходных материалов для приготовления, утяжеления и химической обработки промывочных растворов только порошков.

Перевозку порошкообразных материалов предполагается осуществлять специализированными транспортными средствами от заводов-изготовителей до буровых.

Типовая схема разработана в двух исполнениях; первое исполнение предполагает обязательный минимум унифицированных блоков, второе исполнение рассчитано на осложненные условия бурения. В типовой схеме второго исполнения количество отдельных блоков может быть изменено по требованиям заказчиков.

Основными блоками циркуляционной системы являются блок очистки БО, промежуточный блок БП, подпорный блок БПН и комплекс для приготовления промывочного раствора из порошкообразных материалов КОМПР, который выполняет также функции склада порошков. Кроме того, имеется ряд мелких узлов, поставляемых по требованию заказчиков, — установка для регенерации утяжелителя, дозировочная емкость для химических реагентов, передвижной насос и вагонетка для вывоза шлама.

Основной промежуточный блок представляет собой открытую прямоугольную емкость объемом 40 $м^3$ со встроенным прямоугольным желобом и всасывающим коллектором $D_{усл}=300$ *мм*.

Блок очистки образуется из промежуточного блока путем установки на нем сдвоенного вибросита СВ2, гидроциклонного пескоотделителя ПГК и вакуумного дегазатора ДВС II.

Вакуумный дегазатор рассчитан на пропускную способность 45 *л/сек*, мощность электродвигателя у него 28 *квт*.

Подпорный блок образуется из промежуточного блока путем установки на нем подпорного центробежного насоса типа ВШН-150 с увеличенной до 55 *квт* мощностью электродвигателя.

Циркуляционная система по типовой схеме I исполнения (рис. 43) состоит из очистного блока *1*, промежуточного блока *2*, подпорного блока *3* и комплекса КОМПР *4*.

Устье скважины соединяется с очистным блоком при помощи трубы $D_{усл}=300$ *мм*. Труба соединяется с приемной коробкой и с блоком очистки при помощи быстроразборных соединений, позволяющих компенсировать линейные и угловые неточности монтажа.

Блок очистки соединяется двумя патрубками $D_{усл}=300$ *мм* с промежуточным блоком. При помощи двух патрубков $D_{усл}=300$ *мм* соединяются между собой также промежуточный и подпорный блоки.

Подпорный блок соединяется гибким рукавом со всасывающим трубопроводом буровых насосов.

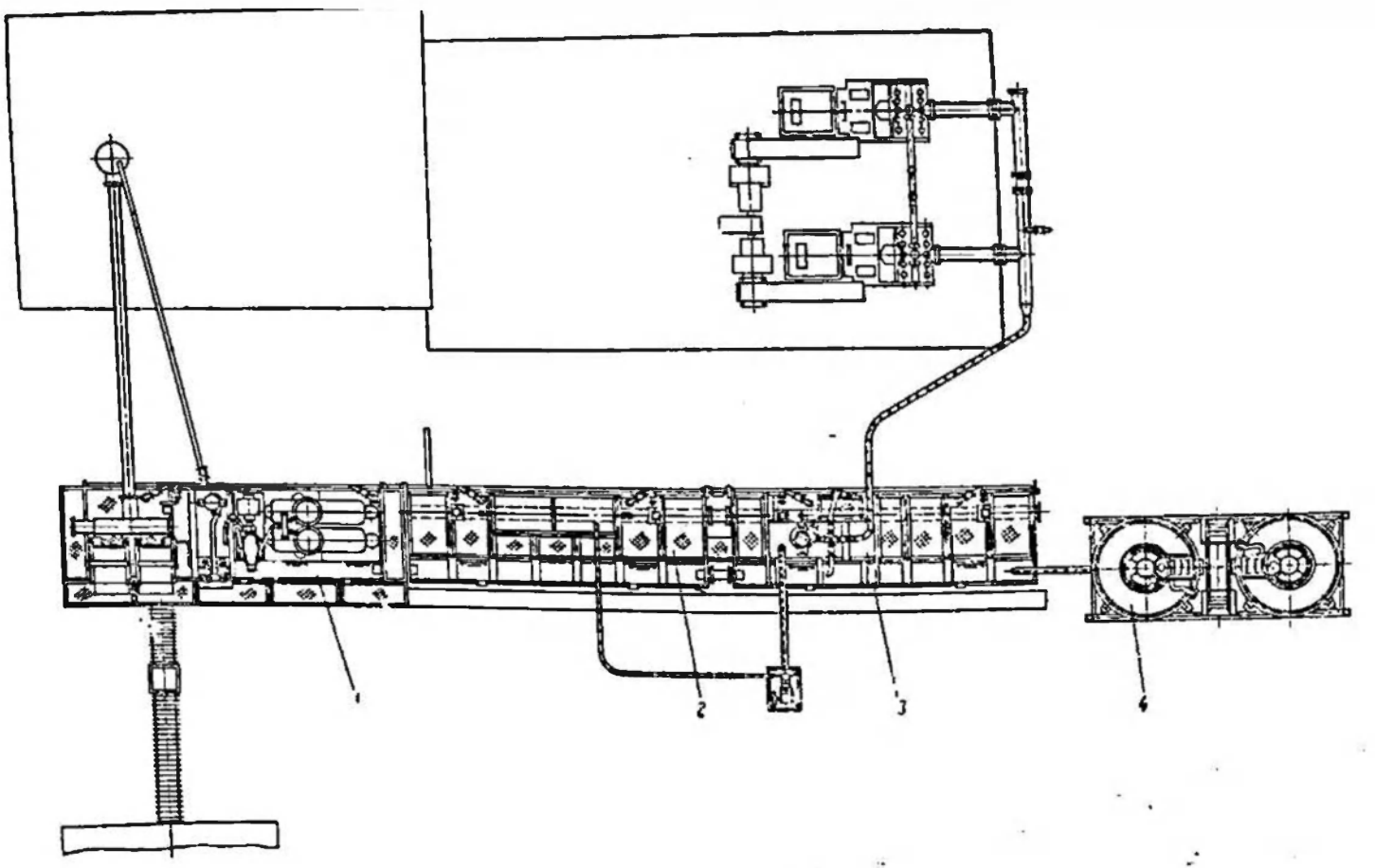


Рис. 43. Типовая схема циркуляции I исполнения.

Помимо коммуникаций $D_{усл}=300$ *мм*, по которым осуществляется циркуляция промывочного раствора между скважиной, блоком очистки, промежуточным и подпорным блоками в процессе бурения и в процессе приготовления раствора, блоки связаны между собой вспомогательным нагнетательным трубопроводом $D_{усл}=80$ *мм*. Вспомогательный нагнетательный трубопровод используется для питания гидравлических перемешивающих устройств в емкостях, для перекачивания жидкости из одной емкости в другую и для долива скважины при подъеме инструмента.

Вспомогательный нагнетательный трубопровод соединяется между блоками при помощи специальных компенсаторов.

Передвижной насос используется для откачивания жидкости из шламового амбара в циркуляционную систему, насос подключается к емкостям и шламовому амбару резино-тканевыми рукавами.

При помощи ручной вагонетки от очистного блока удаляется шлам.

Для осложненных условий бурения циркуляционная система по типовой схеме II исполнения дополняется дозировочными емкостями для химических реагентов, которые устанавливаются на промежуточных блоках, дополнительными промежуточными блоками для запаса промывочного раствора, воды или жидких химических реагентов и установкой для регенерации утяжелителя типа УР1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Першина Е. Н. Вопросы экономики глинохозяйства и буровых растворов в нефтяной и газовой промышленности. Киев, изд-во «Наукова думка», 1965.
2. Бюллетень иностранной коммерческой информации, 1968. № 40.
3. Роджерс В. Ф. Состав и свойства промывочных жидкостей для бурения нефтяных скважин. Перевод с английского, М., изд-во «Недра», 1967.
4. Castor I. E. Mud Mixing idea saves 20000 per rig. Petroleum Engineer, 1960, X, v. 32, N 10.
5. Gallon I. E. Mc. Dowell T. E. French contactor engineers mud manifalding system. Petroleum Engineer, 1961, v. 33, N 6.
6. Головко В. Н. Механизация складов тампонажного цемента. «Нефтяник», 1956, № 3.
7. Потехин А. Ф., Косов В. И., Савинов Ю. И. Машина для растаривания сыпучих материалов, упакованных в бумажные мешки. «Машины и нефтяное оборудование», 1965. № 12.
8. Wilt P. A., Byer G. T. Mud—weigh sistem is simple, accurate. Oil and Gas Journal, 1962, 27/VIII, v. 60, No. 35.
9. Вайнштейн С. С., Гори Б. Е. Смесительные машины при бурении и эксплуатации скважин. М., Гостоптехиздат, 1958.
10. T. C. Mondshine. New fast — drilling muds also provide hole stability. Oil and Gas Journal, 1966, v. 64, No. 12.
11. American Association of oilwell drilling Contractors. How to reduce fine mud solids for better drilling. Oil and Gas Journal, 1965, v. 63, No. 12.
12. Park A., Scoft P. P., Lummus I. L. Maintaining Lowsolids grilling fluids. Oil and Gas Journal, 1960, 30/V.
13. Головко В. Н., Бугаенко А. П. Установка для регенерации утяжелителя УР. «Машины и нефтяное оборудование». 1969, № 1.

Головко Всеволод Никитович
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

Редактор издательства *Н. А. Круглова* Техн. редактор *З. А. Болдырева*
Корректор *Т. М. Кушнер*

Сдано в набор 20/X 1970 г. Подписано в печать 4/I 1971 г. Формат 60×90¹/₁₆.
Печ. л. 4,5 Уч.-изд. л. 4,4 Бумага № 1 Индекс 1-3-1. Т 00502.
Заказ № 2097/266/8 Тираж 3100 экз. Цена 23 коп.

Издательство «Недра». Москва, К-12, Третьяковский проезд, д. 1/19.
Типография № 32 Главполиграфпрома. Москва, Цветной бульвар, 26.

23 коп.

НЕДРА · 1971