МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ИНСТИТУТ ГОРНОЙ МЕХАНИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ
ИМ.М.М.ФЕДОРОВА

И Н С Т Р У К Ц И Я

ПО ОЧИСТКЕ ШАХТНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК ОТ НАГАРОМАСЛЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И НАКИПИ

РТМ 07.04.005-77

Донецк - 1977

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ИНСТИТУТ ГОРНОЙ МЕХАНИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ
ИМ.М.М.ФЕДОРОВА

И Н С Т Р У К Ц И Я

ПО ОЧИСТКЕ ШАХТНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК ОТ НАГАРОМАСЛЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И НАКИПИ

РТМ 07.04.005-77

Донецк - 1977

Инструкция по очистке шахтных стационарных компрессорных установок от нагаромасляных отложений и накипи составлена Институтом горной механики и технической кибернетики им. М.М.Фёдорова.

Рассмотрена производственными объединениями по добыче угля "Артемуголь" и "Орджоникидзеуголь", Донецким научно-исследовательским институтом гигиены труда и профессиональных заболеваний.

Рекомендована Ученым советом ИГМТК им. М.М. Фёдорова в качестве руководства при выполнении работ по очистке стационарных компрессорных установок на предприятиях Минуглепрома СССР.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

В В Е Д Е Н И Е 4

I. ОЧИСТКА КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК ОТ НАГАРОМАСЛЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ 5

I.I. Общие положения 5

I.2. Промывка циркуляционным способом 6

I.3. Очистка впрыскиванием моющего раствора . . . 14

2. ОЧИСТКА ОХЛАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ОТ НАКИПИ И ШЛАМА 28

2.I. Общие положения 28

2.2. Продувка охлаждающих устройств 28

2.3. Механическая очистка 29

2.4. Гидромеханическая очистка 34

2.5. Химическая очистка 4I

3. РЕГЕНЕРАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ ФИЛЬТРОВ 50

3.I. Общие положения 50

3.2. Регенерация самоочищающихся фильтров 50

3.3. Регенерация ячейковых фильтров 52

4. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ 58

4.I. Работа с кислотами и щелочами 58

4.2. Работа с гидравлической установкой высокого давления 60

4.3. Очистка воздухосборников 62

Л И Т Е Р А Т У Р А 63

ПРИЛОЖЕНИЕ. Перечень инструментов, входящих в слесарный набор 65

В В Е Д Е Н И Е

В процессе технического обслуживания и текущего ремонта компрессорных установок наиболее трудоемкой работой, выполняемой шахтными слесарями, является очистка различных узлов установок от нагаромасляных отложений, шлама, накипи и пыли. Работы по очистке от нагара и масляных отложений осуществляются в соответствии с разработанной в 1967 г. "Инструкцией ..." [1], а при очистке системы охлаждения и воздушных фильтров обслуживающий персонал руководствуется рекомендациями технической литературы [2,3,4,5], недостаточно полными и конкретными, а в некоторых случаях противоречивыми. В последнее время научно-исследовательскими организациями проведен ряд исследований и практически опробованы новые способы очистки компрессорного оборудования от нагара и накипи, а новаторами производства предложены устройства и приспособления, существенно улучшающие качество очистки. Указанные обстоятельства потребовали критически рассмотреть имеющиеся инструкции и рекомендации по очистке компрессорного оборудования, дополнить их недостающими сведениями, переработать с учетом современного опыта и выпустить в виде документа, предназначенного для планирования и выполнения этих работ на шахтных компрессорных станциях.

В настоящей "Инструкции..." описаны методы очистки воздушных полостей и системы охлаждения компрессорных установок, восстановления работоспособности (регенерации) воздушных фильтров. Указаны необходимое оборудование, инструмент и материалы, минимальное количество и квалификация исполнителей, ориентировочная трудоемкость работ. Указанные величины трудоемкости предназначены для ориентировочного расчета штатов ремонтного персонала и

установления сменных заданий бригадам и отдельным рабочим, но не могут быть использованы для расчетов с рабочими. При составлении "Инструкции..." использованы результаты научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ ИГИТК им.И.М.Федорова, СвердНИИХиммаш, института нефтехимической и газовой промышленности им. И.М.Губкина, Гипростройдормаш, а также опыт рационализаторов предприятия Союзхимпромэнерго МХП СССР, Горловского и Донецкого наладочных управлений треста "Донецкуглеавтоматика", производственных объединений "Артемуголь", "Орджоникидзеуголь" и "Макеевуголь".

"Инструкция..." предназначена для механиков стационарных компрессорных установок и непосредственных исполнителей работ по очистке и может быть использована работниками проектных организаций при проектировании компрессорных станций.

I. ОЧИСТКА КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК ОТ НАГАРО-МАСЛЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

I.I. Общие положения

Согласно действующим "Правилам..." [10] и "Руководству по техническому обслуживанию и ремонту компрессорных установок" [6] все оборудование поршневых компрессорных установок и нагнетательные воздухопроводы необходимо очищать от нагаромасляных отложений через каждые 3000 ч. работы (примерно I раз в 6 месяцев). На угольных шахтах воздухопроводы очищаются до ствола; при большом удалении ствола длину очищаемого воздухопровода можно ограничить 200 м.

В зависимости от толщины слоя нагаромасляных отложений очистку компрессорных установок и воздухопроводов рекомендуется

производить путем прокачивания по замкнутому контуру раствора каустической соды (циркуляционный способ) [I], либо путем впрыскивания моющего раствора в работающий без нагрузки компрессор [II,I2]. Первый способ применяется при толщине слоя отложений более 2-2,5 мм, второй - менее трудоемкий - при меньшей толщине отложений. С отдельных деталей нагаромасляные отложения удаляются вручную, либо путем погружения их в раствор каустической соды.

В процессе очистки имеющиеся в системе нагаромасляные отложения должны удаляться полностью, так как оставшиеся после воздействия моющего раствора отложения вследствие своей пористой структуры интенсивно окисляются и потому более опасны в отношении самовоспламенения, чем до очистки. После очистки необходимо тщательно удалять из пневматической системы остатки моющего раствора, так как щелочь, попадая в промасленные отложения неочищенной части воздухопроводов, резко снижает температуру их самовоспламенения и тем самым способствует возникновению пожаров и взрывов в пневматической системе непосредственно после очистки компрессорных установок.

Результаты очистки оформляются актом, который подписывается главным механиком предприятия и механиком компрессорных установок.

I.2. Промывка циркуляционным способом

I.2.I. Схема промывки

Для промывки компрессорных установок циркуляционным способом необходимо проложить дополнительные трубопроводы с задвижками и присоединительной арматурой, вварить в нагнетательные коммуникации компрессоров устройства для присоединения циркуляционных

трубопроводов и для выпуска воздуха из приподнятых частей воздухопроводов, установить бак для приготовления раствора и циркуляционный насос, подготовить заглушки к клапанным гнездам цилиндров компрессора.

На разных предприятиях схемы промывки могут быть различными в зависимости от особенностей нагнетательных коммуникаций компрессорной станции. Ниже в качестве примера приведена схема промывки четырех компрессорных установок, оборудованных индивидуальными концевыми охладителями и воздухосборниками (рис. I). Толстыми линиями на схеме обозначены трубопроводы сжатого воздуха, тонкими – трубопроводы циркуляционной системы.

I.2.2. Исполнители и трудоемкость

Работа по промывке компрессорной установки выполняется тремя слесарями 3, 4 и 5 разрядов под непосредственным руководством механика компрессорных установок. Ориентировочная трудоемкость промывки компрессорной установки производительностью I00 $нм^3$/мин составляет 50–70 чел.ч, производительностью менее 50 $нм^3$/мин – 30–40 чел.ч. Трудоемкость промывки одной нитки воздухопровода составляет ориентировочно 20–30 чел.ч.

I.2.3. Применяемый раствор.

Промывка осуществляется водным раствором едкого натра ($NaOH$), концентрация которого в зависимости от толщины отложений принимается равной 5–I0 %. Промышленностью выпускается едкий натр (каустическая сода) в твердом и жидком видах. Содержание $NaOH$ в твердом продукте составляет 92–96%, в жидком – 42–50%. Необходимое для промывки количество раствора:

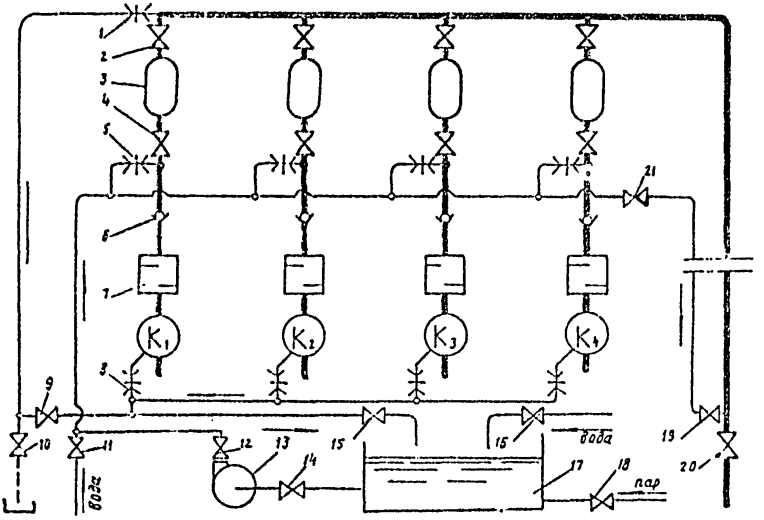


Рис. 1. Схема промывки компрессорных установок и воздухопроводов циркуляционным способом:

1, 5, 8 - присоединительная арматура; 2, 4, 9 - 12, 15, 15, 18 - 21 - задвижки; 3 - воздухосборник; 6 - обратный клапан; 7 - концевой охладитель с водоотделителем; 13 - циркуляционный насос; 17 - бак с раствором; K_1 - K_4 - компрессоры

$$Q = q_к + q_т + 0{,}2q_б$$

где $q_к$ – объем заполняемых раствором полостей компрессорной установки (цилиндров, промежуточных и концевых охладителей и пр.);

$q_т$ – объем заполняемых раствором трубопроводов;

$q_б$ – объем бака для приготовления раствора.

Сведения об объемах трубопроводов и воздушных полостей наиболее распространенных в угольной промышленности компрессоров приведены в табл. 4.

После промывки одной компрессорной установки отработанный раствор может быть использован повторно.

I.2.4. Оборудование, инструмент и материалы.

Для промывки необходимы:

- циркуляционная установка – I;
- слесарный набор – 3 компл.;
- ведра – 2 шт.;
- универсальная индикаторная бумага – I пакет;
- каустическая сода в количестве, подсчитываемом согласно пункту I.2.3;
- кислота соляная из расчета 0,75 кг тридцатипроцентной кислоты на I л пятипроцентного раствора каустической соды;
- асбест шнуровой-2 кг.

Циркуляционная установка (рис. I) состоит из бака I7 для раствора, центробежного насоса I3, нагнетательных и сливных трубопроводов, задвижек и присоединительной арматуры.

Бак – металлический, емкостью, равной I,5 объемам очищаемой системы. В нижней части бака предусматриваются трубопровод слива отработанного раствора в канализацию и устройство для подогрева

раствора парок. Последнее представляет собой пораспределитель, сваренный из труб, перфорированных отверстиями диаметром 3-5 мм для выпуска пара в раствор. К верхней части бака подводятся трубопровод технической воды и сливной трубопровод циркуляционной системы. Бак должен иметь приспособление для запирания и быть запертым, когда растворои не пользуются. На баке должна быть ясно видимая надпись: "Осторожно! Раствор каустической соды". Бак устанавливается вдали от проходов, в месте, где обычно отсутствует персонал, обслуживающий компрессорные установки.

Циркуляционный насос подбирается так, чтобы скорость раствора в очищаемых трубопроводах составляла 0,5-1,0 м/с. Для компрессоров производительностью 100 $нм^3$/мин рекомендуется применять насосы напором 30-40 м.в.ст., подачей 50-100 $нм^3$/ч (например, типа 4НМ-8а). Пеньковая сальниковая набивка насоса должна быть заменена сухой асбестовой, так как раствор каустической соды разъедает пеньковую.

Циркуляционные трубопроводы изготавливаются из металлических труб диаметром условного прохода 75-100 мм. Присоединение их к очищаемым трубопроводам осуществляется с помощью фланцевых или быстроразъемных соединений.

I.2.5. Технология промывки

Промывка отдельных компрессорных установок не требует остановки всей компрессорной станции. Работы по промывке компрессорной установки (например, КУ на рис. I) выполняются в следующем порядке:

I. Нагнетательные коммуникации компрессора отключаются от сети сжатого воздуха задвижкой 4, к воздухопроводу с помощью быстроразъемного соединения 5 присоединяется нагнетательный трубопро-

вод циркуляционной установки. Сливной трубопровод присоединяется патрубком 8 к нагнетательной полости цилиндра первой ступени компрессора.

2. Из цилиндра второй ступени извлекаются всасывающие и нагнетательные клапаны и стаканы, а клапанные отверстия закрываются крышками. На цилиндр первой ступени вместо нагнетательных клапанов устанавливаются заглушки (в качестве заглушек можно использовать клапаны компрессора, в которых вместо пластин установлены резиновые прокладки). Из обратного клапана 6 извлекается запорный орган, а его корпус закрывается крышкой. Извлеченные детали за исключением прямоточных клапанов погружаются в раствор каустической соды и выдерживаются в нем до полного удаления нагара. Прямоточные клапаны очищаются от нагара вручную.

3. В бак I7 наливается вода в количестве, равном I,2 объема очищаемой системы, и загружается твердая или жидкая каустическая сода. Раствор подогревается паром до температуры 70-80°С и размешивается до полного растворения каустической соды.

4. Закрываются задвижки 9, II, I2 и открываются задвижки I4 и I5. При закрытой задвижке I2 включается циркуляционный насос I3, после чего задвижка плавно открывается. В течение I0-I5 мин насос работает при небольшой подаче.

5. Раствор циркулирует по замкнутому контуру в течение 5-I5 часов. Продолжительность циркуляции зависит от количества и вида нагаромасляных отложений в промываемой системе и определяется по результатам наблюдения за очисткой погруженных в раствор клапанов.

6. По окончании очистки насос I3 останавливается, задвижки I2 и I4 закрываются, а задвижка II открывается. Вода из водопровода поступает в систему, выталкивая содовый раствор в бак I7. При

появлении чистой воды закрывается задвижка I5, открываются задвижки 9 и I0 и дренажный вентиль концевого охладителя (для выпуска оставшегося щелочного раствора из нижней части охладителя). Вода, промывая очищенные коммуникации от остатков раствора, выпускается в канализацию. Выпускаемую воду проверяют на отсутствие щелочи с помощью универсальной индикаторной бумаги. При появлении нейтральной реакции промывку прекращают, закрыв задвижку II.

7. Циркуляционная система отключается от компрессорной установки, в соединениях 5 и 8 устанавливаются заглушки. С цилиндров I ступени компрессора снимаются заглушки, проверяется отсутствие нагара в очищавшихся полостях.

8. Нагнетательные коммуникации компрессора просушиваются сжатым воздухом, который пропускается из общей магистрали через воздухосборник 3, задвижку 4, концевой охладитель 7 и компрессор КI в атмосферу. При этом удаляется вода, оставшаяся в нижней части нагнетательных коммуникаций и в компрессоре.

9. Рабочие поверхности цилиндров смазываются маслом, после чего компрессор прокручивается вручную на I-2 оборота.

I0. Из раствора извлекаются очищенные клапаны, стаканы и запорный орган обратного клапана, промываются в чистой воде, проверяются на отсутствие неисправностей, смазываются компрессорным маслом и устанавливаются на свои места.

На этом промывка компрессорной установки заканчивается. Слитый в бак раствор, если его не намерены использовать повторно, нейтрализуется путем добавления в него соляной кислоты до появления нейтральной реакции, после чего сливается в канализацию. Реакция раствора определяется с помощью универсальной индикаторной бумаги.

Воздухосборники промываются отдельно от остальной системы 1-2% раствором смачивателя ДБ. Смачиватель ДБ не растворяет масляных отложений, но резко уменьшает поверхностное натяжение воды, что позволяет удалять отложения со стенок воздухосборника с помощью тряпок, пропитанных раствором смачивателя. После удаления нагара стенки воздухосборника промываются водой из шланга. Раствор ДБ и вода дренируются в маслосборную емкость.

При очистке воздухосборников необходимо соблюдать требования техники безопасности, изложенные в пункте 4.3.

Воздухопровод до ствола промывается при полностью остановленной компрессорной станции. Промывка осуществляется в следующем порядке (рис. I):

I. Закрываются все задвижки после воздухосборника, а также задвижка 20, отключающая очищаемый участок воздухопровода от общешахтной пневматической сети. С помощью быстроразъемного соединения I к воздухопроводу присоединяется сливной трубопровод циркуляционной системы.

2. В баке I7 приготавливается раствор каустической соды и подогревается до температуры 70-80°С.

3. Закрываются задвижки I0, I2 и открываются задвижки 9, I4, I5, I9, 2I. При закрытой задвижке I2 включается циркуляционный насос I3, после чего задвижка плавно открывается.

4. Раствор циркулирует по замкнутому контуру в течение 3-I0 часов (в зависимости от толщины и вида нагара).

5. По окончании очистки насос I3 останавливается, задвижки I2 и I4 закрываются, а задвижка II открывается. Вода из водопровода поступает в систему, выталкивая содовый раствор в бак I7. При появлении в сливном трубопроводе перед баком чистой воды закрывается задвижка 9 и открывается задвижка I0. Вода, промывая очищенные трубопроводы, выпускается в канализацию. Выпускаемую

воду проверяют на отсутствие щелочи с помощью универсальной индикаторной бумаги. При появлении нейтральной реакции промывку прекращают, закрыв задвижку II.

6. Циркуляционная система отключается от очищающихся трубопроводов. После вытекания воды устанавливается заглушка в соединении I, открываются все задвижки после воздухосборников и задвижка 20, закрывается задвижка I9.

7. Включается компрессор KI, сжатым воздухом сушатся промытые воздухопроводы.

8. Через разъединенные фланцы или задвижки со снятыми крышками осматриваются отдельные, главным образом, пониженные участки промытого воздухопровода на отсутствие в них нагаромасляных отложений или шлама, смытого с других участков трубопровода.

На этом промывка воздухопроводов заканчивается. Слитый в бак раствор, если его не намерены использовать повторно, нейтрализуется путем добавления в него соляной кислоты и выпускается в канализацию.

I.3. Очистка впрыскиванием моющего раствора

I.3.I. Схема очистки

Сущность этого способа состоит в следующем (рис. 2). В нагнетательные полости цилиндров I и II ступеней при работе компрессора через форсунки впрыскивается моющий раствор, который по пути своего движения через промежуточный охладитель, цилиндр II ступени, нагнетательный трубопровод, концевой охладитель и воздухосборник растворяет и смывает имеющиеся там отложения. Воздух выпускается в атмосферу через открытый люк воздухосборника, отработанный раствор оседает в буферной емкости промежуточного охладителя и в воздухосборнике, откуда удаляется через дренажные отверстия в маслосборную емкость, а затем вывозится специальной

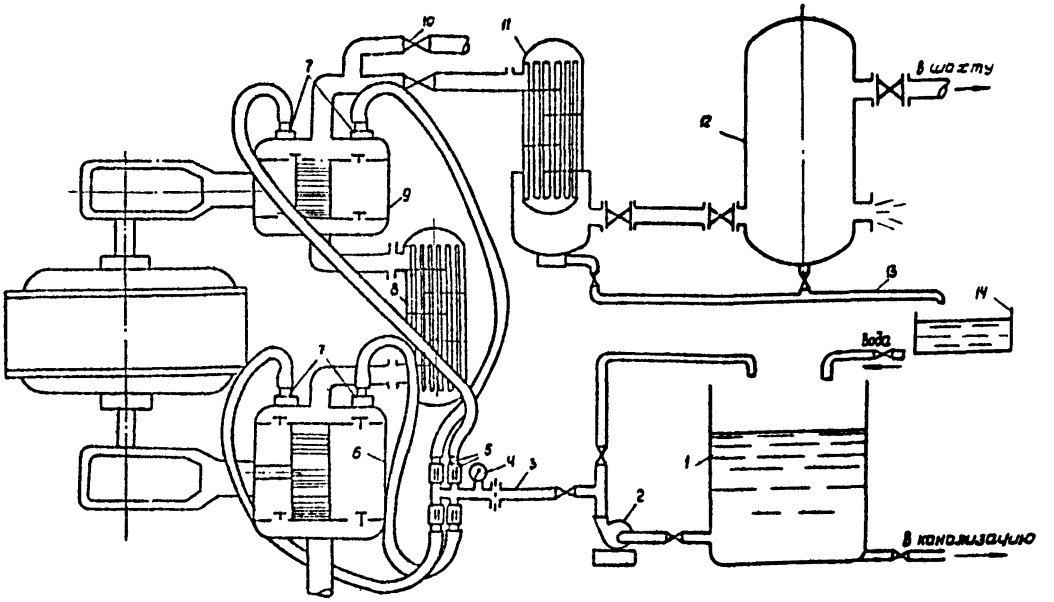


Рис. 2. Схема очистки компрессорной установки путем впрыскивания раствора:
1. - бак для раствора; 2- насос; 3-раздаточный коллектор; 4- манометр;
5 - указатели протока; 6 - цилиндр I-ступени; 7- форсунки; 8- промежуточный охладитель;
9.- цилиндр II ступени; 10- атмосферная задвижка; 11.-концевой охладитель
12- воздухосборник; 13 - дренажный трубопровод.

машиной в места сбора промышленных отходов. В случае отсутствия воздухосборника выпуск воздуха и сбор отработанного раствора осуществляется в концевом охладителе. По окончании очистки система промывается чистой водой, подаваемой через те же форсунки и просушивается воздухом.

Очистка воздухопровода до ствола осуществляется таким же способом, но выпуск воздуха из системы и дренаж раствора производятся в конце очищаемого участка трубопровода. Очистку воздухопровода целесообразно совмещать с очисткой компрессора, наиболее удаленного от ствола.

Очистку рекомендуется осуществлять в теплое время года для предотвращения замерзания отработанного раствора в дренажных трубопроводах.

I.3.2. Исполнители и трудоемкость

Работа по промывке компрессорной установки выполняется двумя слесарями 3 и 5 разрядов под непосредственным руководством механика компрессорных установок. Ориентировочная трудоемкость промывки одной компрессорной установки независимо от производительности составляет I2-I6 чел-ч.

I.3.3. Применяемые растворы

Очистка компрессоров с кольцевыми клапанами и воздухопроводов осуществляется водным раствором, в состав которого входят:

каустическая сода твердая I0 г/л;

тринатрийфосфат I5 г/л;

смачиватель ДБ или сульфонол I0 г/л.

В случае применения жидкой каустической соды ее количество удваивается по сравнению с указанным.

В связи с тем, что каустическая сода разрушает алюминий, очистка компрессоров с прямоточными клапанами типа ПИК осуществляется раствором с меньшим содержанием каустической соды и с добавкой жидкого стекла. Компрессоры с прямоточными клапанами очищаются водным раствором, в состав которого входят:

каустическая сода твердая 5 г/л;

тринатрийфосфат 10 г/л;

смачиватель ДБ или сульфонал 7 г/л;

жидкое стекло 10 г/л.

Необходимое для очистки количество раствора подсчитывается из выражения:

$$Q=(q_1+q_2)V\cdot 60t,\ л,$$

где q_1 – количество раствора, остающееся в сжатом воздухе во взвешенном состоянии, л/нм^3;

q_2 – количество воды, необходимое для увлажнения 1 нм^3 сжатого воздуха до полного насыщения, л/нм^3;

V – производительность компрессора, нм^3/мин;

t – предполагаемая длительность очистки, час.

Величина Q зависит от количества нагаромасляных отложений и определяется по результатам предыдущих очисток.

Для компрессорных установок производительностью 100 нм^3/мин принимается q_1 = 0,06 л/нм^3, для компрессоров производительностью 50 нм^3/мин q_1 = 0,07 л/нм^3. Величина q_2 подсчитывается в зависимости от фактической влажности всасываемого компрессором воздуха и ожидаемого режима работы компрессора при очистке. Для этого по показаниям сухого и смоченного термометров с помощью номограммы рис. 3 определяется фактическое влагосодержание d_0 (г/кг) всасываемого в компрессор воздуха. Затем по номограмме рис. 4 определяется влагосодержание d_1 (г/кг) насыщенного воздуха при

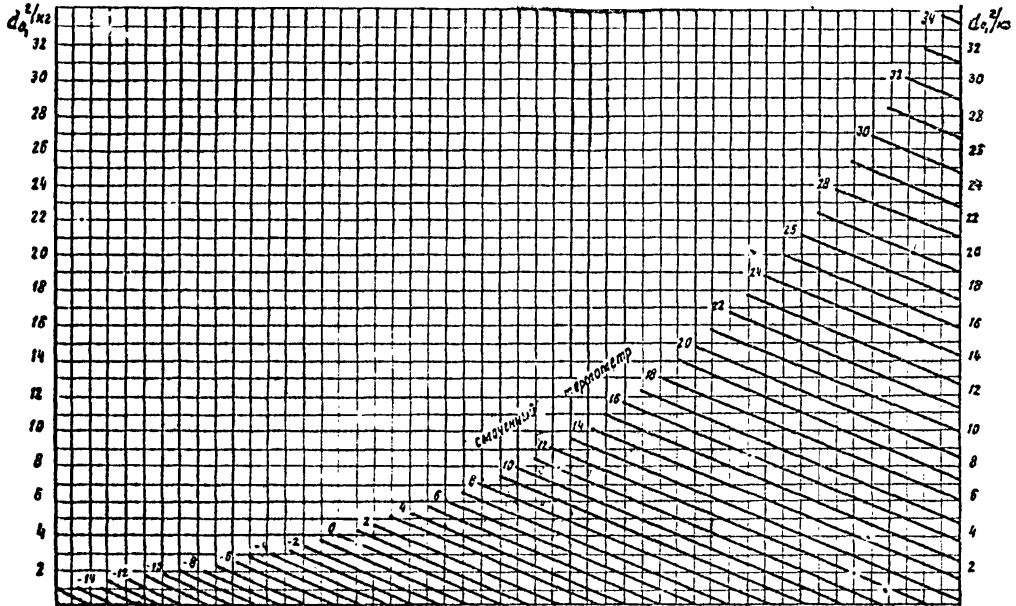


Рис. 3. Содержание паров воды в 1кг атмосферного воздуха

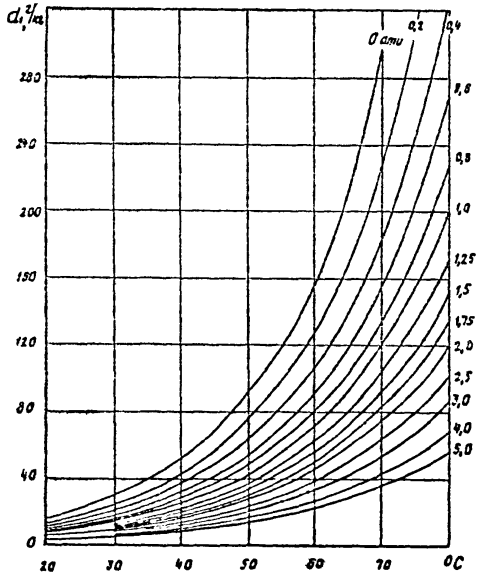


Рис. 4. Содержание паров воды в кг сухого воздуха при различных температурах и давлениях

охлаждаемых температуре и давлении воздухо-водяной смеси в промежуточном охладителе после цилиндра I ступени.

Тогда

$$q_2 = \frac{(d_1 - d_0)}{1000} j_0, \ л/нм^3,$$

где j_0 = 1,2 кг/нм^3 - удельный вес всасываемого компрессором воздуха.

Если температуры водовоздушной смеси после цилиндров I и II ступеней при очистке будут равны 45-55°С, то суммарную величину подачи раствора можно принимать без расчета:

$V(q_1+q_2)$ = 10-12 л/мин для компрессоров производительностью 100 нм^3/мин,

$V(q_1+q_2)$ = 6-7 л/мин для компрессоров производительностью 50 нм^3/мин.

I.3.4. Оборудование и инструмент

Для очистки необходимы:

- насосная установка - I;
- бак для раствора - I шт.;
- шланги - 4 шт.;
- форсунки - 4 шт.;
- ведра - 2 шт.;
- слесарный набор - 2 компл.;
- фильтр - I шт.;
- химикалии согласно пункту I.3.3;
- соляная кислота;
- асбест шнуровой - 0,5 кг;
- универсальная индикаторная бумага - I пакет.

Насосная установка 2 (рис.2)-передвижная, состоит из насоса подачей 0,9-1,5 $м^3/ч$, напором до 10 $кгс/см^2$ (например марки ОН-2) и электродвигателя, установленных на общей раме. На этой же раме смонтированы раздаточный коллектор с вентилем на входе, указатели протока, манометр со шкалой 0-16$кгс/см^2$, трубопровод для слива избытков раствора и пусковые кнопки. Насосная установка располагается невдалеке от очищаемого компрессора в месте, удобном для ее обслуживания и наблюдения за работающим компрессором.

Бак металлический вместимостью 2-2,5 $м^3$ - стационарный или передвижной. В нижней части бака предусматривается трубопровод для слива остатков раствора в канализацию и штуцер с вентилем для подключения всасывающего шланга насоса. Штуцер располагается на высоте 50-70 мм. от днища бака. К верхней части бака подводится трубопровод питьевой воды. На внутренней стенке бака наносятся несмываемые раствором отметки уровня, соответствующие объемам 250, 500, 750... л. Бак должен иметь приспособление для запирания и быть запертым, когда раствором не пользуются.

Шланги - резинотканевые внутренним диаметром 16 мм. с присоединительной арматурой (рис. 5а) на обоих концах. Длина шлангов должна быть достаточна для присоединения форсунок к клапанным крышкам цилиндров I и II ступеней компрессора.

Форсунки (рис. 5б) - центробежные, состоят из корпуса I, шнека 2 и наконечника 3. Шнек и наконечник изготавливаются из нержавеющей стали или латуни. Шнек имеет трапецеидальную трехзаходную резьбу глубиной 4 мм с шагом 4 мм (ход 12 мм).В собранной форсунке он свободно располагается в заточке отверстия в корпусе; с другой стороны отверстие закрывается наконечником. Каждая форсунка комплектуется четырьмя наконечниками с отверстиями

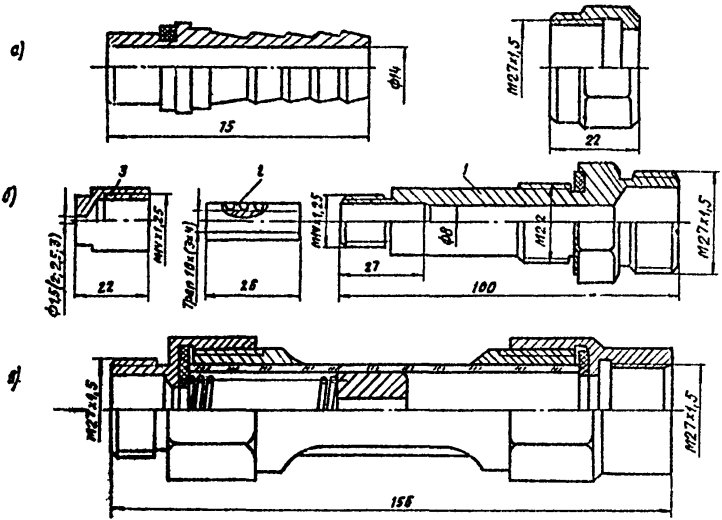


Рис. 5. Нестандартные изделия для очистки впрыскиванием раствора: а - штуцер с накидной гайкой; б - форсунка; в - указатель протока

диаметрами 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 мм, от величины которых зависит расход раствора через форсунку.

Фильтр - переносной с отверстиями размерами 0,5х0,5 мм предназначен для улавливания крупных частиц при заливке в бак растворов каустической соды, тринатрийфосфата и жидкого стекла.

I.3.5. Подготовка к очистке.

Подготовительные работы по очистке компрессорной установки выполняются в следующем порядке:

I. Рассчитывается согласно пункту I.3.2. необходимое количество раствора и химикатов. Химикаты взвешиваются и доставляются в помещение компрессорной станции.

2. Тщательно моется предназначенная для раствора емкость, в нее наливается вода на 3/4 расчитанного объема.

3. В корыте или на чистом листе металла размельчается до небольших гранул тринатрийфосфат и полностью растворяется в ведрах с горячей водой, после чего выливается через фильтр в бак для раствора. На тщательность фильтрации тринатрийфосфата и других составных частей раствора необходимо обращать серьезное внимание, так как попадание в раствор даже небольших частиц инородных веществ приведет в дальнейшем к засорению форсунок и нарушению режима очистки.

4. В бак для раствора через фильтр выливаются жидкое стекло, смачиватель ДБ (или сульфонол) и растворенная в ведре каустическая сода. В бак доливается вода до рассчитанного количества, раствор тщательно перемешивается.

Во избежание ухудшения моющих свойств раствор рекомендуется приготавливать непосредственно перед очисткой компрессора.

5. Подсчитывается необходимая подача раствора в компрессор через одну форсунку:

$$v = \frac{V(q_1 + q_2)}{4}$$

Задавшись рабочим давлением насоса (рекомендуется принимать равным 4-6 кгс/см^2), по тарировочным графикам рис. 6 выбирается диаметр наконечников форсунки. Величина P на графике представляет собой превышение давления, создаваемого насосом, над давлением воздуха в месте установки форсунки.

6. Проверяется работа форсунок и указателей протока, форсунки присоединяются к шлангам, опускаются в бак с раствором и включается насос. На выходе из форсунок вода должна распыляться и иметь форму конусного факела. Поплавки указателей протока должны находиться в крайних верхних положениях.

7. Намеченная к очистке компрессорная установка останавливается, закрывается задвижка после воздухосборника и открываются вентили дренажа из воздухосборника и промежуточного охладителя. После снятия давления с воздухосборника снимается крышка люка, а люк прикрывается металлическим листом (например, рентаком) для предотвращения разбрызгивания раствора по окружающей территории. Закрывается разгрузочная (атмосферная) задвижка компрессора.

8. В крышки двух средних нагнетательных клапанов цилиндра I ступени и двух верхних нагнетательных клапанов цилиндра II ступени устанавливаются 4 форсунки. На компрессоре марки 4М10-100/8 форсунки устанавливаются по одной на каждый цилиндр с внешней стороны.

В случае неудовлетворительного состояния сальниковых уплотнений цилиндра II ступени подвески подставляются небольшие баночки для сбора вытекающего раствора.

9. В промежуточный охладитель подается вода в количестве примерно 10% от номинального. В концевой охладитель и в цилиндры поступление воды прекращается.

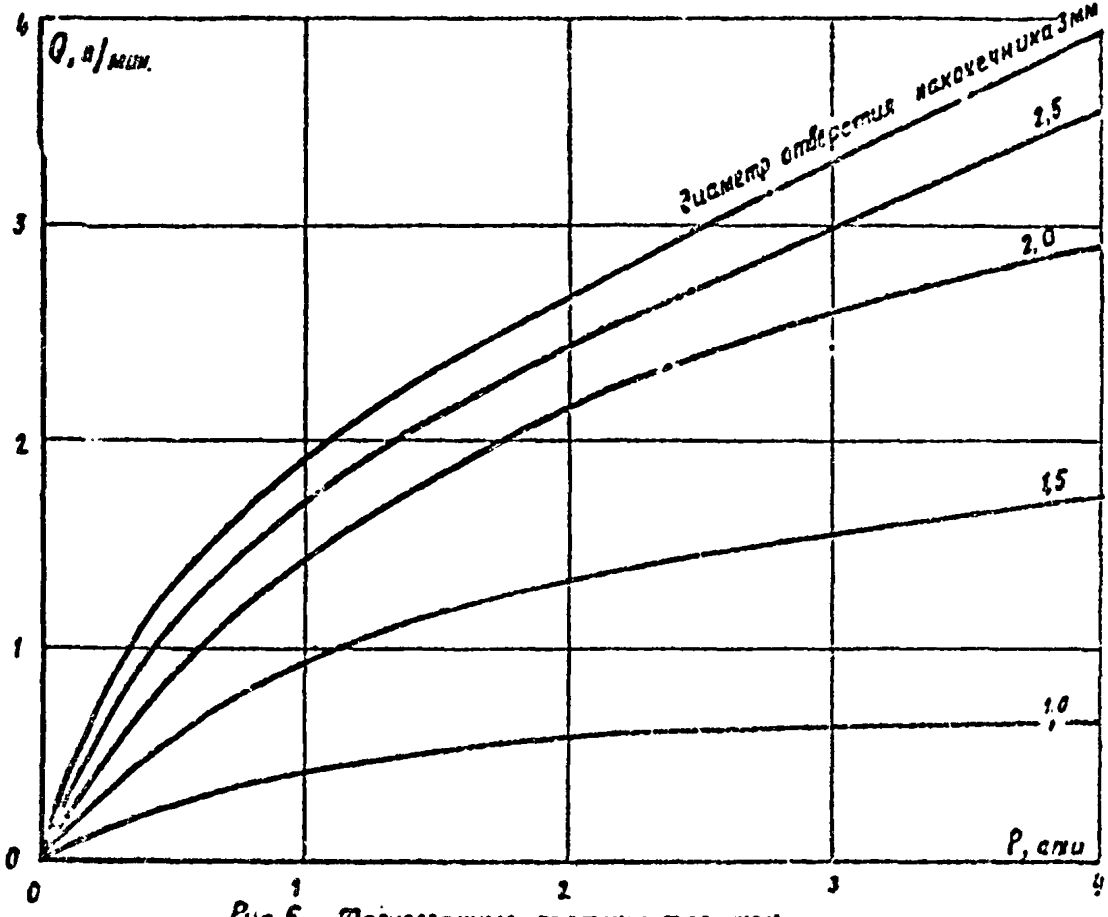


Рис. 6. Тарировочные графики форсунок

I.3.6. О ч и с т к а

Включается компрессор, а затем насос подачи раствора. Через 0,5-I мин после пуска насоса медленно открывается вентиль нагнетательного трубопровода и в раздаточном коллекторе устанавливается давление, соответствующее рассчитанной подаче раствора. Для достижения устойчивой работы насоса при заданном давлении рекомендуется перепускать часть раствора через трубопровод I5 в бак. В процессе очистки выполняется следующее:

- поддерживается температура водовоздушной смеси после цилиндров I и II ступеней в пределах 45-55°С; регулирование температуры осуществляется изменением подачи раствора в компрессор либо воды в промежуточный охладитель;

- поддерживается постоянное давление раствора в раздаточном коллекторе;

- контролируется состояние компрессора; при резком повышении температуры воздуха, появлении посторонних звуков или обнаружении других ненормальностей подача раствора прекращается, а компрессор останавливается; после устранения неполадок очистка продолжается в прежнем режиме;

- по мере необходимости удаляется эмульсия из фонарей механизма движения;

- после двух часов очистки простукиваются молотком нагнетательный трубопровод, корпусы промежуточного и концевого охладителей в местах наиболее вероятного скопления нагара; возникающие при ударах вибрации способствуют отслоению от стенок и размельчению "корней" нагара.

Во время проведения очистки должна быть обеспечена герметичность воздушного нагнетательного тракта компрессора. Не допускаются утечки сжатого воздуха и паров моющего раствора в помещение компрессорной станции.

Через 3 ч. очистки останавливаются насос и компрессор, снимается одна крышка нагнетательного клапана с цилиндра I ступени и проверяется качество очистки. При наличии нагара очистка продолжается в прежнем порядке.

При отсутствии нагара крышка клапана устанавливается на место, всасывающий шланг насоса подключается к трубопроводу питьевой воды, после чего включаются компрессор и насос. Режим работы компрессора и насоса при промывке водой такой же, как при очистке. Промывка длится 20-40 мин. до появления нейтральной реакции влаги, исходящей вместе со сжатым воздухом из воздухосборника (определяется с помощью универсальной индикаторной бумаги), после чего подача воды прекращается, а компрессор продолжает работать еще в течение 10-15 мин. для удаления остатков воды из системы. По окончании сушки компрессор останавливается, а лубрикатор в течение 20-30 мин. продолжает подавать масло в цилиндры и сальники компрессора. После остановки лубрикатора компрессор прокручивается на 2-3 оборота вручную или мотором, с него снимают форсунки, а на их место устанавливаются пробки.

Через люки воздухосборника и концевого охладителя проверяется отсутствие нагарных отложений в нижней части этих устройств, обнаруженные отложения удаляются. На люки воздухосборника и концевого охладителя устанавливаются крышки, открываются задвижки после воздухосборника и атмосферная. На этом очистка компрессорной установки заканчивается. Компрессор готов к дальнейшей работе.

Оставшийся в баке моющий раствор нейтрализуется соляной кислотой (реакция раствора проверяется универсальной индикаторной бумагой) и пускается в канализацию.

2. ОЧИСТКА ОХЛАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ОТ НАКИПИ И ШЛАМА

2.I. Общие положения

Согласно "Руководству по техническому обслуживанию и ремонту компрессорных установок" [6] очистку теплообменного оборудования поршневых и центробежных компрессоров необходимо производить не реже, чем через указанное ниже время:

- промежуточные и концевые воздухоохладители - I500 ч. работы (примерно I раз в квартал);
- маслоохладители - 3000 ч работы (примерно I раз в 6 месяцев);
- цилиндры и крышки цилиндров - 6000 ч работы (I раз в год);

Для уменьшения скорости образования накипи рекомендуется периодически продувать все охлаждающие устройства сжатым воздухом.

В зависимости от конструктивных особенностей оборудования очистка осуществляется механическим; гидромеханическим или химическим способами. Воздухо- и маслоохладители с прямыми трубками круглого сечения рекомендуется очищать механическим или гидромеханическим способами, воздухоохладители турбокомпрессоров с трубками каплевидного сечения - только гидромеханическим способом, цилиндры и крышки цилиндров поршневых компрессоров, охладители змеевикового типа, трубопроводы - химическим способом. При химической очистке цилиндров поршневых компрессоров можно очищать химическим способом и их охладители, если в них отсутствуют негерметичные или полностью заглушенные накипью трубки.

2.2. Продувка охлаждающих устройств

Продувка заключается в кратковременной подаче сжатого воздуха в водяные полости охладителей и другой теплообменной аппаратуры. Возникающие при этом вихревые потоки воды смывают ил и шлам,

которые уносятся в градирню или брызгальный бассейн, где оседают на дно и удаляются при очередной чистке этих сооружений. Твердые отложения при продувке не удаляются.

Для подачи воздуха к охлаждающим устройствам от нагнетательного трубопровода компрессора стационарно прокладываются воздухопроводы диаметром условного прохода 15-20 мм. На каждом воздухопроводе устанавливается пробковый кран или вентиль (рис. 7).

Продувку рекомендуется осуществлять ежесменно; допускается делать это при работающей компрессорной установке. Сжатый воздух подается в каждый элемент системы охлаждения 2-3 раза подряд на 2-3 с. Исполнитель - дежурный машинист.

2.3. Механическая очистка

Достоинствами механического способа очистки являются простота и надежность, к недостаткам относятся большая трудоемкость и некоторый износ трубок в процессе очистки. Оставшиеся после сверления микроскопические царапины на трубках охладителя становятся в дальнейшем центрами кристаллизации накипи и ускоряют тем самым процесс накипеобразования в охладителе.

2.3.1. Исполнители и трудоемкость

Работа выполняется двумя слесарями I и 3 разрядов. Трудоемкость работ существенно зависит от конструкции охладителя и степени засорения трубок. Ориентировочные значения трудоемкости очистки одного трубного пучка приведены в таблице I.

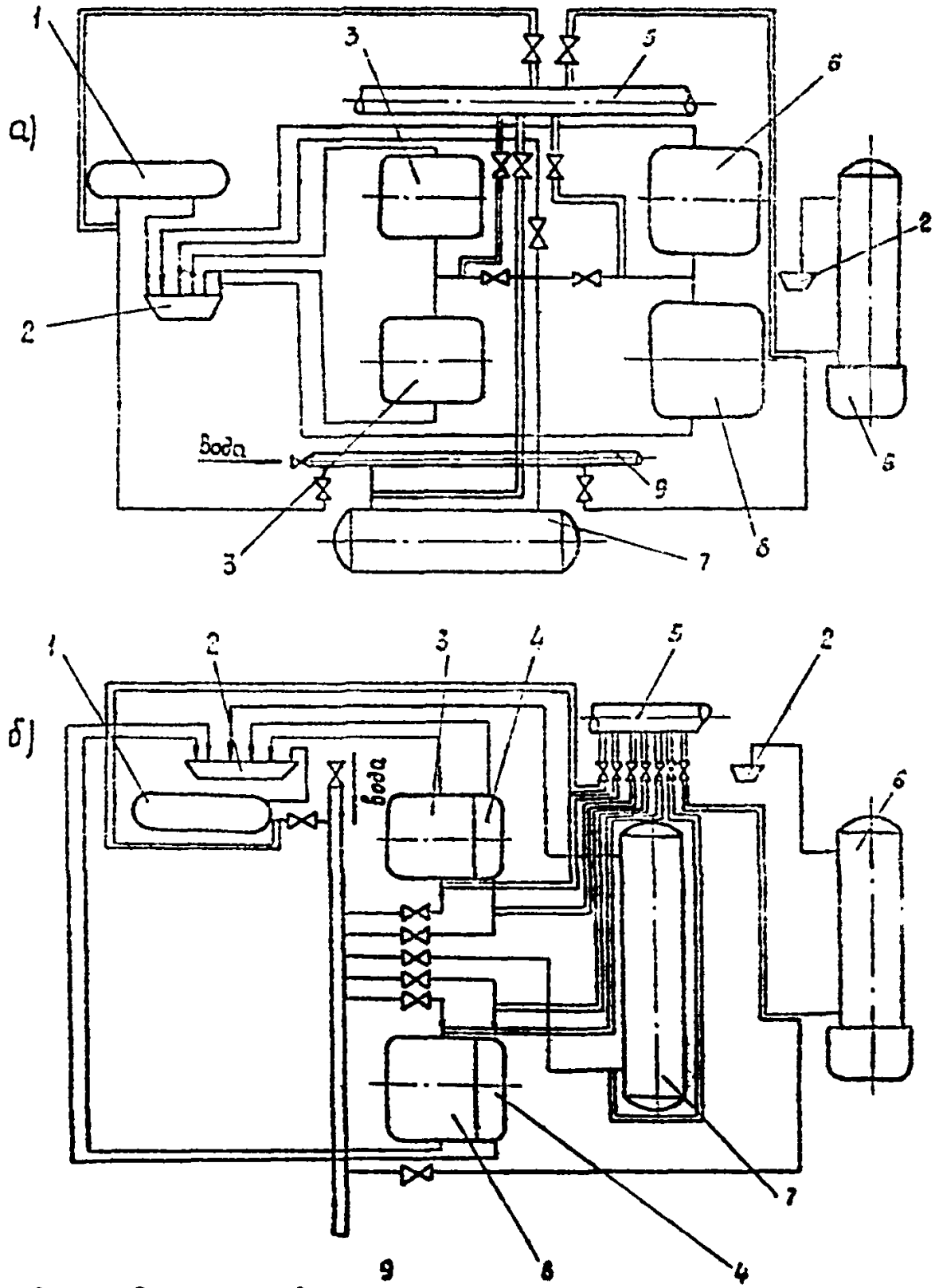


Рис 7. Схемы продувки охлаждающих устройств компрессорных установок: а- 4М10-100/8: б- 5Г-100/8:
1- Маслоохладитель: 2- сливные воронки; 3- цилиндр II ступени;
4- крышка цилиндра; 5- напорная магистраль воздухопровода;
6- концевой воздухоохладитель; 7- промежуточный воздухоохладитель; 8- цилиндр I ступени; 9. напорный трубопровод охлаждающей воды

Таблица I

Марка компрессора	Наименование охладителей	Ориентировочная трудоемкость, чел-ч
2ВГ, 55В, 55ВМ	Промежуточный	I5-30
5Г-I00/8, 4МI0-I00/8	Концевой	I5-30
	Масляный	7-I5
2МI0-50/8	Промежуточный	I0-20
ВП-50/8, ВП-30/8	Концевой	I0-20
	Масляный	5-I0
К-500, К-250	Масляный	7-I5

2.3.2. Оборудование и инструмент

Д.. механической очистки охладителя необходимы следующие оборудование и инструмент:

- стержень для выталкивания шлама - I шт.;
- сверлильная машина - I шт.;
- стержень для сверления - I шт.;
- шланг с наконечником - I шт.;
- фартук для охладителя - I шт.;
- поддон - I шт.;
- слесарный набор - 2 шт.

Стержень для выталкивания шлама (рис. 8а) - стальной, диаметром, равным 0,85-0,9 внутреннего диаметра очищаемых трубок. Длина стержня на I0-20 мм превышает длину трубного пучка.

Сверлильная машина может быть электрической или пневматической мощностью I-2 кВт, частотой вращения 300-600 об/мин. В качестве инструмента для сверления применяется стальной круглый стержень с приваренным на конце сверлом или скрученная по спирали

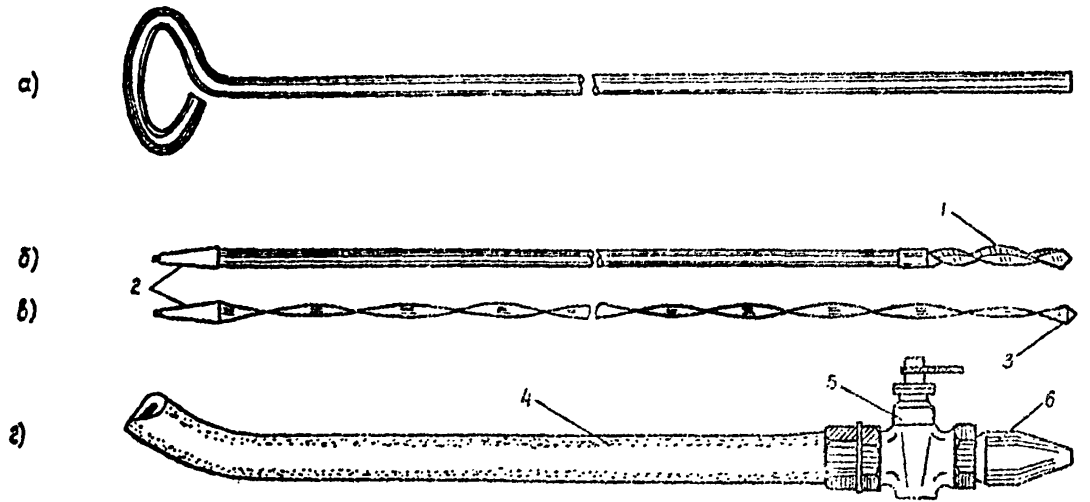


Рис. 8. Инструмент для очистки трубок охладителей: а - стержень для выталкивания шлама; б,в-стержни для сверления; г - приспособление для промывки трубок. 1 – сверло; 2 - конусы Морзе; 3 - наплавка из твердого сплава; 4 - шланг подвода воды; 5 - пробковый кран; 6 - наконечник

стальная полоса с напаянными на конце пластинами из твердого сплава (рис. 8б, в). Диаметры стержня (спиральной полосы) и наваренного сверла (режущей кромки) должны составлять соответственно 0,7-0,8 и 0,9-0,95 внутреннего диаметра очищаемой трубки, длина стержня должна на 10-20 мм превышать длину трубного пучка.

Фартук для охладителя - квадратный кусок прорезиненной материи со стороной 1 м. Поддон представляет собой корыто из стального листа размерами в плане 0,5х1,0 м, глубиной 100-150 мм.

2.3.3. Технология выполнения работ

Очистка промежуточных и концевых воздухоохладителей поршневых компрессоров осуществляется, как правило, на месте их установки. Охладители небольших размеров рекомендуется перед очисткой извлекать из корпусов и чистить в специально отведенных местах.

При очистке на месте установки с горизонтальных охладителей снимаются обе крышки, с вертикальных охладителей снимается только верхняя крышка и трубопровод слива воды с нижней крышки. Накипь с крышек и трубных досок удаляется зубилом и молотком, шлам удаляется вручную и смывается водой.

Трубки очищаются от незатвердевшей накипи и шлама с помощью стержня, показанного на рис. 8а. Стержень вставляется в каждую трубку со стороны цилиндра I ступени и проталкивается до конца, после чего трубка немедленно промывается водой из шланга (рис. 8г). Для предотвращения разбрызгивания грязи и воды со стороны выхода стержня на трубный пучок одевается фартук и устанавливается поддон, либо на охладитель одевается очищенная крышка, водяной патрубок которой соединяется с канализацией.

Затвердевшая накипь удаляется из охладителей путем сверления трубок с помощью сверлильной машины, в которую в качестве инструмента вставляется стержень, показанный на рис. 8б или рис.8в.

По окончании очистки каждая трубка промывается водой.

2.4. Гидромеханическая очистка

2.4.1. Схема очистки

Гидромеханический способ очистки [13] заключается в разрушении и удалении накипи струями воды, подаваемой в очищаемые трубки охладителей под давлением 150-250 кгс/см^2. На рис. 9 показана схема гидромеханической очистки, которая осуществляется следующим образом.

Высоконапорный насос 2 подает воду по шлангу высого давления 4 и штанге 6 с форсункой 7, которые вводятся в трубки очищаемого охладителя 8. Вода с высокой скоростью выходит из отверстий форсунки, разрушает и удаляет накипь. Разгрузочное устройство 3 (предохранительный клапан) служит для предотвращения случайного повышения давления воды выше рабочего, манометр 5 – для измерения давления. В насос 2 встроен фильтр для очистки воды от механических примесей.

Способ имеет следующие достоинства:

- высокое качество очистки (трубы очищаются до металла);
- относительно малую трудоемкость;
- высокую скорость очистки;
- отсутствие повреждений поверхности очищаемых трубок;
- отсутствие необходимости в химических веществах.

2.4.2. Исполнители и трудоемкость.

Работа выполняется двумя слесарями 2 и 4 разрядов.

Трудоемкость очистки зависит как от конструкции охладителя, так и от степени засорения трубок. Ориентировочные значения трудоемкости очистки одного трубного пучка приведены в табл. 2.

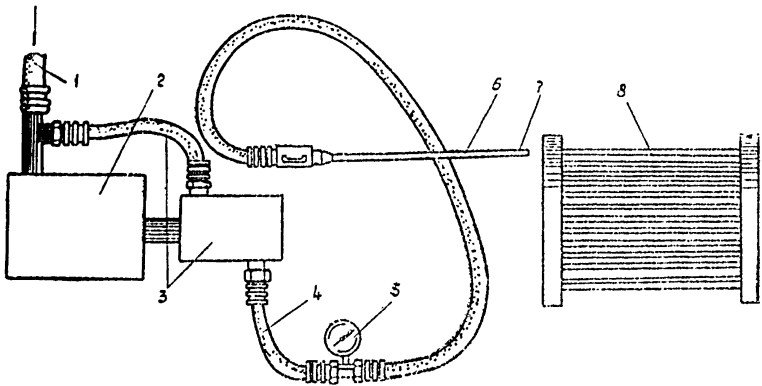


Рис. 9. Схема гидромеханической очистки охладителя от накипи:
1 - шланг подвода воды; 2 - высоконапорный насос;
3 - разгрузочное устройство (предохранительный клапан);
4 - высоконапорный шланг; 5 - манометр; 6 - штанга;
7 - форсунка; 8 - трубный пучок

Таблица 2

Марка компрессора	Наименование охладителей	Ориентировочная трудоемкость, чел-ч
2ВГ, 55В, 55ВМ	Промежуточный	10-20
5Г-100/8, 4М10-100/8	Концевой	10-20
	Масляный	5-10
2М10-50/8, ВП-50/8,	Промежуточный	7-15
ВП-30/8	Концевой	7-15
	Масляный	5-10
К-500, К-250	Промежуточный	15-25
	Концевой	15-25
	Масляный	5-10

2.4.3. Оборудование, инструмент, материалы.

В комплект установки для гидромеханической очистки охладителей входят следующие узлы и детали:

- насос плунжерный подачей 30 л/мин, давлением до 400 кгс/см^2 (например, насос марки НВУ-30М) - 1 шт.;

- электродвигатель мощностью 17 кВт, частотой вращения 1480 об/мин (например, ЗАО-62-4А5) - 1 шт.;

- рукав высоконапорный внутренним диаметром 16 мм, рабочим давлением 240 кгс/см^2 - 9-10 м;

- форсунки диаметром 6 мм, соединенные со штангами (рис. 10а,в) - 1 шт.;

- форсунки диаметром 14 мм (рис. 10б) - 2 шт.;

- штанги диаметром 13 мм (рис. 10д) - 2 шт.;

- дополнительная обечайка охладителя (рис. 10г) - 1 шт.

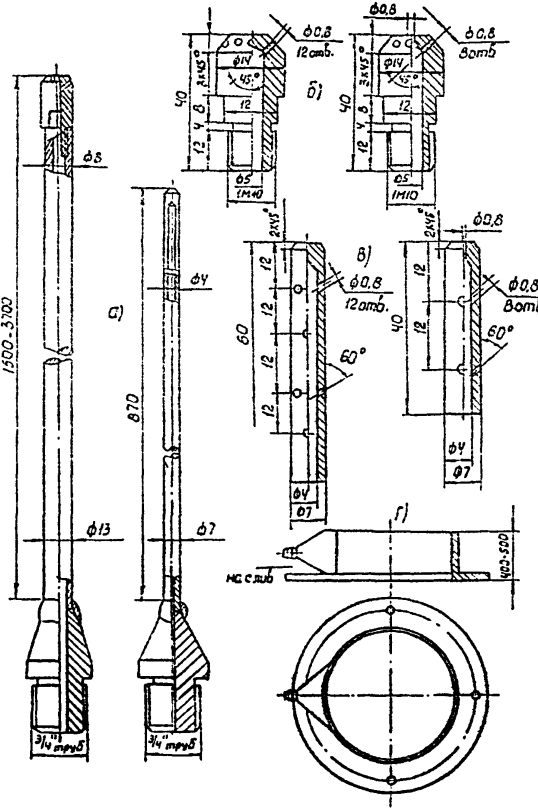


Рис. 10. Нестандартные устройства, необходимые для гидромеханической очистки охладителей:

а - штанги с форсунками в сборе; б - форсунки для поршневых компрессоров; в - форсунки для центробежных компрессоров; г - дополнительная обечайка.

Материалом для форсунок и штанг, конструкция которых разработана институтом СвердНИИхиммаш, служит коррозионностойкая сталь, марки которой приведены в ГОСТ 9941-72 [14].

2.4.4. Технология выполнения работ.

Очистка промежуточных и концевых охладителей поршневых компрессоров осуществляется, как правило, на месте их установки. Трубные пучки центробежных компрессоров рекомендуется перед очисткой извлекать из корпусов и чистить в специально отведенных местах.

При очистке на месте установки возле охладителя подготавливается помост для рабочего. Снимается одна крышка со стороны уплотнительного фланца трубного пучка и взамен нее устанавливается дополнительная цилиндрическая обечайка длиной 400-500 мм (рис. 10,г), служащая для предотвращения разбрызгивания воды по помещению компрессорной станции. Накипь со снятой крышки удаляется вручную. Другая крышка остается временно на месте, но с нее снимается трубопровод подачи воды и присоединяется взамен штанг слива воды в канализацию.

Один из слесарей вставляет конец штанги с форсункой в очищаемую трубку, другой слесарь по команде первого включает насос. Струями воды накипь разрушается и удаляется из трубки. Штангу с форсункой продвигают вперед по всей длине охладителя, а затем в обратном направлении. При подходе форсунки к началу трубки насос останавливается, штанга перемещается в другую трубку охладителя и процесс очистки повторяется. Таким образом очищаются все трубки, после чего снимается вторая крышка охладителя и удаляется

накипь с нее и с трубной доски. На охладитель одеваются обе крышки, присоединяются водопадающий и сливной трубопроводы.

На этом процесс очистки закончен. Компрессор готов к дальнейшей работе.

При очистке трубного пучка в специально отведенном месте с охладителя снимаются обе крышки, трубный пучок извлекается, транспортируется к месту очистки и располагается в удобном для очистки положении. Процесс очистки аналогичен описанному выше. По окончании очистки трубный пучок устанавливается в корпус охладителя и закрывается крышками, к которым присоединяются водопадающий и сливной трубопроводы.

Применяемые при очистке форсунки выбираются в зависимости от диаметра и формы трубок охладителя, толщины и крепости накипи. Форсунки с центральным отверстием рекомендуется применять для очистки полностью засоренных накипью трубок, форсунки без центральных отверстий - для очистки трубок, имеющих сквозной проход.

2.4.5. Гидравлические испытания охладителей турбокомпрессоров

Охладители центробежных компрессоров после очистки необходимо подвергать гидравлическим испытаниям. В извлеченный из кожуха трубный пучок с одетыми крышками подается вода под давлением 4-5 кгс/см^2, после чего визуально проверяется наличие утечек воды через трубки. В случае обнаружения течи место утечки определяется путем испытания каждой трубки отдельно с помощью устройства, показанного на рис. II. Устройство состоит из стержня 2 с просверленными в нем отверстиями, резиновых прокладок 6, упорной шайбы 7, гайки I и вентиля (или пробкового крана) 3. При проверке стержень 2 вставляется внутрь каждой трубки охладителя 5

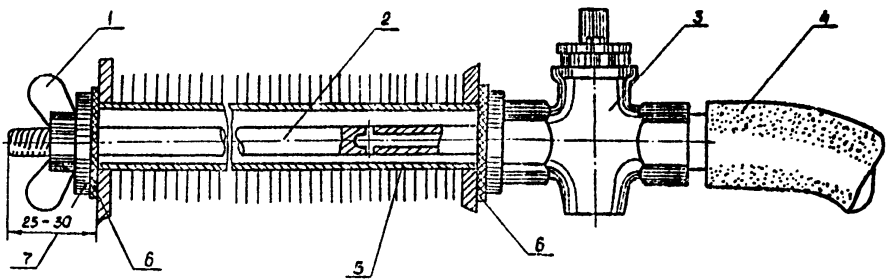


Рис. 11. Приспособление для гидравлического испытания трубок охладителя
1 - гайка; 2 - стержень; 3 - вентиль (пробковый кран); 4 - шланг;
5 - трубка охладителя; 6 - прокладки; 7 - упорная шайба

и уплотняется гайкой I, после чего по шлангу 4 подается вода под давлением 4-5 кгс/см^2. Неисправные трубки, обнаруживаемые по утечкам воды из них, заглушаются с двух сторон конусными пробками. Допускается заглушать не более 15% общего числа трубок в пучке. При большем числе неисправных трубок трубный пучок сдается в капитальный ремонт.

2.5. Химическая очистка

2.5.I. Схемы очистки

Химическая очистка компрессорного оборудования заключается в превращении нерастворимой карбонатной накипи с помощью кислоты в соль, хорошо растворимую в воде. Оставшиеся нерастворенными некарбонатные отложения разрушаются и удаляются потоком воды. Процесс взаимодействия накипи с соляной кислотой выражается следующим образом:

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2.$$

Химическая очистка оборудования осуществляется только циркуляционным способом, так как скорость коррозии металла в движущемся растворе в 5-I0 раз ниже, чем в неподвижном. Очищать компрессоры можно поочередно (по одному), либо одновременно несколько имеющихся на станции компрессоров. Схемы очистки и применяемое оборудование в этих случаях различны (рис. I2,а и I2,б). В схеме I2,б характерным является то обстоятельство, что для подачи раствора в очищаемые устройства и стока его в бак используются существующие трубопроводы системы охлаждения, которые при этом также очищаются от накипи. Доступ моющего раствора в градирни и сливной колодец закрывается с помощью специально предусмотренных задвижек

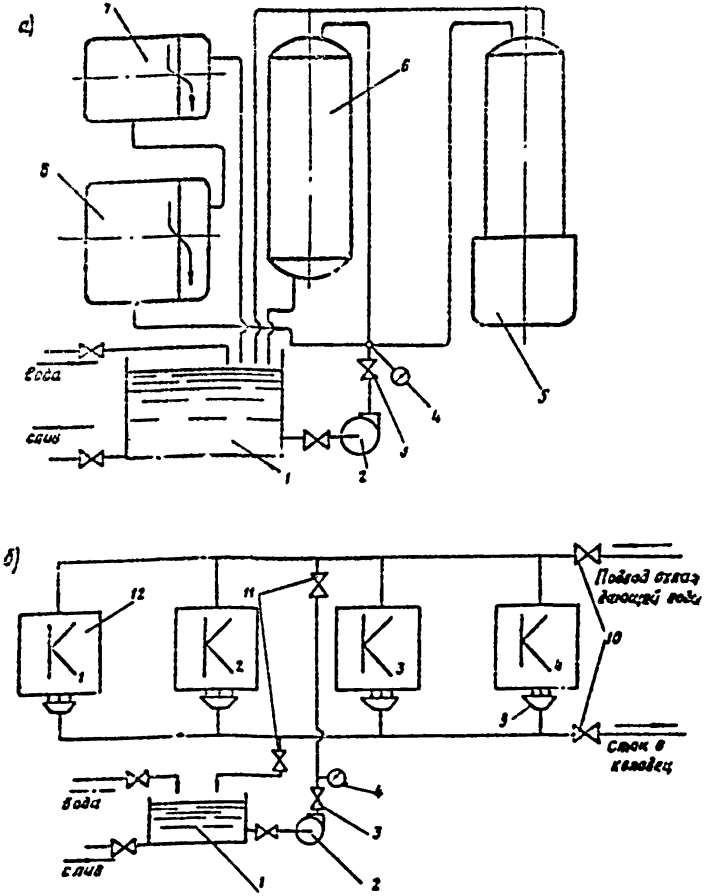


Рис. 12. Схемы химической очистки компрессорного оборудования станции: а-общей установки; б-нескольких установок:
1-бак для раствора; 2-насос; 3,10,11-задвижки (вентили); 4-манометр; 5-конечный аккумулятор; 6-промежуточный аккумулятор; 7-цилиндр II ступени; 8-цилиндр I ступени; 9-сливная воронка; 12-компрессор

на водоподающем трубопроводе компрессорной станции и на трубопроводе после сливных воронок.

2.5.2. Исполнители и трудоемкость.

Работу выполняется двумя слесарями 3 и 5 разрядов под непосредственным руководством механика компрессорных установок. Ориентировочная трудоемкость индивидуальной очистки цилиндров и крышек компрессоров производительностью 100 $м^3$/мин составляет 15-20 чел.-ч., компрессоров производительностью 50 $м^3$/мин - 10-15 чел.-ч. В случае одновременной очистки цилиндров с промежуточным охладителем вводится поправочный коэффициент 1,2, а при одновременной очистке цилиндров, промежуточного и концевого охладителей - коэффициент 1,4.

Трудоемкость очистки одного компрессора в случае одновременной очистки всех компрессоров ориентировочно подсчитывается из выражения $\frac{25\text{-}30}{n}$ чел.-ч., где n - число одновременно очищаемых компрессоров.

2.5.3. Применяемые растворы.

Для очистки применяются, в основном соляная кислота (HCl), а также "черная" кислота и моющий препарат ВК-1. "Черная" кислота - это смесь низкомолекулярных кислот: муравьиной ($HCOOH$) - 30-40 %, уксусной (CH_3COOH) - 23-29%, пропионовой (CH_3CH_2COOH) - 6-8 % и масляной ($CH_3CH_2CH_2COOH$) - 5-7% с добавлением небольшого количества высокомолекулярных кислот. Моющий препарат ВК-1 - это смесь, в основном, тех же кислот, но в концентрации примерно в 3 раза меньшей.

Промышленностью выпускаются техническая соляная кислота концентрацией 27,5-31,5% [8, 9] и ингибированная соляная кислота концентрацией 19-25 %. Удельный расход применяемых для очистки

кислот и рекомендуемое соотношение между ними и водой в растворе указаны в таблице 3.

Таблица 3

Наименование технического продукта	Расход технического продукта на 1 кг накипи, кг	Рекомендуемое объемное соотношение между техническим продуктом и водой
Соляная кислота неингибированная 28 %	2,6	1:9
Соляная кислота ингибированная 25 %	2,9	1:9
"Черная" кислота	1,0	1:9
Моющий препарат ВК-1	2,5	1:2

Обработка отложений раствором кислоты сопровождается значительной коррозией металла. Для предотвращения этого явления необходимо в промывочный раствор добавлять ингибитор – вещество, резко замедляющее воздействие кислоты на металл. Для соляной кислоты промышленностью выпускаются ингибиторы марок ПБ-5, БА-6, И-1-А, И-1-В, ПКУ. Можно использовать также уротропин $(C_2H_2)_6N_4$, тиомочевину $CS(NH_2)_2$, фурфурол $C_5H_4O_2$, формалин CH_2O и присадки ОП-7 или ОП-10. Количество ингибитора принимают равным 1-1,5% от количества заливаемого в раствор технического продукта.

Необходимое для очистки количество раствора:

$$Q = q_к + q_т + 0{,}2q_s, \text{ л.}$$

Необходимое количество технического продукта:

$G = 0{,}1 j_к Q_{к2}$ – при использовании соляной или "черной" кислот;

$G = 0{,}33 j_к Q_{к2}$ – при использовании моющего препарата ВК-I.

Подсчитанное из этих выражений количество технического продукта проверяется по формуле:

$$G_{min} = \frac{\delta S j_н}{1000} B.$$

Для очистки требуется реагент в количестве, соответствующем большей из полученных величин.

В приведенных выражениях приняты следующие обозначения:

$q_к$ – объем заполняемых раствором полостей компрессорной установки (цилиндров, крышек, охладителей), л;

$q_т$ – объем заполняемых раствором трубопроводов, л;

$q_б$ – объем бака для приготовления раствора, л;

$j_к$ = I,I6 кг/л – удельный вес соляной кислоты;

$j_п$ = I,I кг/л – удельный вес моющего препарата ВК-I;

G_{min} – минимальное количество технического продукта, необходимое для полного растворения имеющейся накипи, кг;

δ – средняя толщина слоя накипи, мм;

S – площадь поверхности, покрытой накипью, $м^2$;

$j_н$ – 2000 $кг/м^3$ – удельный вес накипи;

B – расход выбранного технического продукта на I кг накипи (принимается по таблице 3), кг.

2.5.4. Оборудование и инструмент.

Для очистки необходимы:

- циркуляционная установка – I шт.
- слесарный набор – 2 шт.
- ведра – 2 шт.
- универсальная индикаторная бумага – I пакет.

Циркуляционная установка может быть передвижной или стационарной. В обоих случаях установка состоит (рис. 12) из бака для раствора, кислотостойкого насоса, трубопроводов, регулировочных вентилей (задвижек) и манометра.

Емкость бака как передвижной, так и стационарной установок должна быть равна примерно 1,5 объемам очищаемой системы охлаждения. В нижней части бака предусматривается трубопровод слива отработанного раствора в канализацию, в верхней части располагаются сливные трубопроводы циркуляционной системы. Бак должен быть оборудован устройством для механического перемешивания раствора и приспособлением для запирания. На баке должна быть ясно видимая надпись: "Осторожно! Раствор кислоты". Стационарный бак устанавливается вдали от проходов, в месте, где обычно отсутствует персонал, обслуживающий компрессорные установки. Когда раствором не пользуются, бак должен быть заперт.

При подсчёте объёмов очищаемой системы можно пользоваться данными, приведенными в таблице 4.

Таблица 4

Марка компрессора	Наименование оборудования	Ориентировочный объём, л	
		водяных полостей	воздушных полостей
2ВГ, 55В,	Цилиндр и крышка I ступени	500	750
5Г-100/8	Цилиндр и крышка II ступени	200	350
	Промежуточный охладитель	300	350
4М10-100/8	Цилиндр и крышка I ступени	200	270
	Цилиндр и крышка II ступени	100	130
	Концевой охладитель ЖК-100	200	925

Продолжение табл. 4

Марка компрессора	Наименование оборудования		Ориентировочный объём, л	
			водяных полостей	воздушных полостей
	I п.м трубы	d = 25 мм	0,49	
	-"-	d = 35 мм	0,96	
	-"-	d = 50 мм	I,96	
	-"-	d = 75 мм	4,42	
	-"-	d =I00 мм	7,85	
	-"-	d =I50 мм	I7,7	
	-"-	d =200 мм	3I,4	
	-"-	d =250 мм	49,2	
	-"-	d =300 мм	70,8	

В установке, предназначенной для индивидуальной очистки поршневых компрессоров, применяется насос с подачей I5-20 $м^3/ч$, напором до 3 $кгс/см^2$. В стационарной установке, применяемой для одновременной очистки всех компрессоров станции, подача и напор кислотного насоса должны быть примерно равны подаче и напору насоса всей системы охлаждения.

Трубопроводы передвижной установки представляют собой резино-тканевые рукава внутренним диаметром 35-50 мм с присоединительной арматурой на концах. В стационарной установке все дополнительные трубопроводы выполняются из стальных труб.

2.5.5. Технология очистки.

Работы по очистке одной компрессорной установки (по схеме рис.12а) выполняются в следующем порядке:

I. От цилиндров, крышек и охладителей отсоединяются трубопроводы системы охлаждения и шлангами присоединяются к кислотному насосу в соответствии со схемой рис.12а. Подвод раствора осу-

ществляется снизу, отвод- из верхней части очищаемого устройства. Одновременно измеряется толщина накипи на стенках цилиндров.

2. В бак для раствора наливается техническая вода, включается на 3-4 минуты циркуляционный насос и вся система проверяется на отсутствие утечек. Обнаруженные утечки (даже небольшие) устраняются.

3. Из бака отливается или в бак добавляется вода в таком количестве, чтобы бак был наполнен водой на одну пятую часть. Подсчитывается суммарное количество воды, находящейся в баке и в системе охлаждения, а также необходимые для приготовления раствора количества кислоты и ингибитора (см. пункт 2.5.3.).

4. При непрерывном помешивании в бак заливается ингибитор, а затем кислота в количествах, равных примерно 10% требуемых для достижения заданной концентрации раствора. Раствор тщательно перемешивается.

5. При закрытом вентиле 3 включается циркуляционный насос, после чего вентиль плавно открывается. В течение некоторого времени насос работает при небольшой подаче, чтобы образующаяся при протравке пена не выливалась через края бака. По мере осаждения пены увеличивают подачу насоса и доливают в бак оставшиеся ингибитор и кислоту.

6. Раствор циркулирует по замкнутому контуру в течение 3-4 часов. Очистка заканчивается после прекращения выделения пены из стекающего в бак раствора. Если из некоторых элементов системы охлаждения пена прекратила выделяться, а из других - нет, раствор должен циркулировать по всем элементам до полного прекращения выделения пены.

7. Не останавливая насос, нейтрализуют кислоту, постепенно добавляя в бак жидкую каустическую или кальцинированную соду до появления нейтральной реакции раствора, исходящего из очищаемых устройств. Реакция раствора определяется с помощью универсальной

индикаторной бумаги.

8. Насос останавливается, раствор из бака сливается в канализацию.

9. Бак заполняется чистой водой, включается насос и очищавшиеся охлаждающие устройства промываются в течение 30 мин. Насос останавливается, вода из бака сливается в канализацию.

10. С цилиндров, крышек и охладителей снимаются шланги, струей воды смывается оставшийся шлам, присоединяются трубопроводы системы охлаждения и на 0,5-1ч включается охлаждающая вода для окончательного удаления остатков раствора.

На этом очистка компрессора заканчивается.

При очистке одновременно нескольких компрессоров по схеме рис.12б порядок выполнения работ следующий:

1. Задвижками 10 и 11 охлаждающие устройства всех компрессоров отсоединяются от насосов системы охлаждения и сливного колодца и подключаются к циркуляционной установке.

2. В бак для раствора наливается техническая вода примерно на одну пятую часть объёма бака. Подсчитывается суммарное количество воды Q, находящейся в баке и в системе охлаждения, а также необходимые для приготовления раствора количества кислоты и ингибитора (см. пункт 2.5.3.).

3. При непрерывном помешивании в бак заливается ингибитор, а затем кислота в количествах, равных примерно 10% требуемых для достижения заданной концентрации раствора. Раствор тщательно перемешивается.

4. При закрытой задвижке 3 включается циркуляционный насос, после чего задвижка плавно открывается. В течение некоторого времени насос работает при небольшой подаче, чтобы образующаяся

при протравке пена не выливалась через края сливных воронок и бака. По мере осаждения пены увеличивают подачу насоса и доливают в бак оставшиеся ингибитор и кислоту.

Процессы циркуляции и нейтрализации кислотного раствора, щелочения и промывки охлаждающих устройств аналогичны описанным выше (при очистке одного компрессора).

3. РЕГЕНЕРАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ ФИЛЬТРОВ

3.1. Общие положения

Согласно "Руководству по техническому обслуживанию и ремонту компрессорных установок" [6] ячейковые фильтры необходимо очищать через каждые 500 часов работы (примерно 1 раз в месяц при работе компрессора с коэффициентом использования машинного времени, равным 0,7), самоочищающиеся фильтры – при достижении концентрации взвешенной в масле пыли 0,1-0,15 кг на 1 литр. Проверять концентрацию пыли в масле самоочищающегося фильтра следует через каждые 1500 ч. работы компрессора (примерно 1 раз в 3 месяца).

Так как очистка и подготовка фильтра к дальнейшей работе – процессы неразделимые, то в дальнейшем они будут рассмотрены под общим названием регенерации фильтров.

3.2. Регенерация самоочищающегося фильтра.

Регенерация заключается в замене масла в баке и промывке фильтра 5% растворов каустической соды или других моющих веществ. Работа выполняется двумя слесарями 1 и 3 разрядов. Ориентировочная трудоемкость регенерации 12 чел-ч.

3.2.I. Необходимое оборудование, инструмент и материалы:

- бак для приготовления раствора с подогревателем (емкость ака должна быть равна полезной емкости масляного бака фильтра);
- ведра - 4 шт.;
- слесарный комплект - 2 шт.;
- тряпки с подрубленными краями-0,2 кг;
- масло висциновое или турбинное в количестве, равном емкости масляного бака фильтра;
- твердая каустическая сода в количестве, равном 5% от веса воды, заливаемой в масляный бак фильтра;
- кислота соляная из расчета 0,I5 кг тридцатипроцентной соляной кислоты на I кг пятипроцентного раствора каустической соды;
- универсальная индикаторная бумага - I пачка.

3.2.2. Технология регенерации.

Работы выполняются в следующем порядке [7];

I. После остановки компрессора из масляного бака фильтра удаляется шлам (ивеком или вручную, скребком).

2. Загрязненное масло из бака фильтра сливается с помощью шланга в ведра и собирается в специальную емкость для отправки на регенерацию.

3. В отдельной емкости приготавливается 5% раствор каустической соды или других моющих веществ, подогревается до 70-80°С и заливается в масляный бак фильтра. Если фильтр оборудован устройством для подогрева масла, моющий раствор можно приготовить непосредственно в масляном баке фильтра.

4. Включается привод фильтра и сетки прокручиваются в течение 2-3 часов. Качество очистки контролируется визуально.

5. Если промывка осуществлялась каустической содой, в бак фильтра добавляется техническая кислота в количестве, достаточном для появления нейтральной реакции. Реакция раствора опреде-

ляется с помощью универсальной индикаторной бумаги. Нейтральный раствор сливается в канализацию. Остатки раствора удаляются с внутренних поверхностей и фильтрующей панели струей воды из шланга.

6. Струей сжатого воздуха просушиваются внутренние поверхности фильтра, после чего масляный бак заполняется свежим маслом. Сетки фильтра прокручиваются на один оборот.

На этом регенерация фильтра заканчивается.

Через каждые 3000 ч. работы компрессорной установки одновременно с регенерацией фильтра производится промывка редуктора. При этом из его корпуса сливается масло, редуктор разбирается, снятые детали и корпус промываются керосином. Труднодоступные места чистят деревянными скребками и продуваются струей сжатого воздуха. Чистые детали протираются и смазываются, после чего редуктор собирается и в корпус заливается масло.

3.3. Регенерация ячейковых фильтров

Работа выполняется двумя слесарями I и 3 разрядов, ориентировочная трудоемкость замены и регенерации 4 ячеек размером 500x500 мм составляет 6 чел-ч.

3.3.I. Оборудование, инструмент и материалы.

Очистка и зарядка ячеек воздушных фильтров осуществляется в специальном помещении, где устанавливается следующее оборудование:

- ванна для промывки ячеек в горячем содовом растворе;
- ванна для промывки ячеек в чистой горячей воде;
- стол для стока воды и просушки ячеек;
- ванна для зарядки ячеек в подогретом висциновом масле;
- стол для стока масла.

Ванна для промывки ячеек в горячем содовом растворе и ванна для промывки в чистой воде конструктивно одинаковы (рис.13). Корпус I и крышка 2 представляют собой сварную конструкцию. К корпусу подведены сливной трубопровод 3 и трубопровод 4. На цапфах в корпусе установлен парораспределитель 6, сваренный из труб с отверстиями диаметром 3 мм для выпуска пара в раствор. Парораспределитель защищен от засорения и деформации стальным лотком 5, установленным в корпусе на штифтах.

Конструкции столов для стока воды и стока масла одинаковы (рис. 14), но различны их размеры в плане. Стол для стока воды рассчитан на размещение одной ячейки и имеет размеры 600х600 мм, а на стол для стока масла должны помещаться одновременно 4 ячейки и его размеры должны быть 1100х1100 мм. Основной деталью стола является воронка I из листовой стали, установленная на раме 2, сваренной из уголкового железа. Сверху воронки помещена решетка, на которую укладываются ячейки для отстоя. Слив воды или масла из воронки производится через вентиль 4.

Ванна для зарядки ячеек в подогретом висциновом масле (рис. 15) имеет конструкцию, аналогичную конструкции ванны для промывки в горячем содовом растворе или воде, но парораспределитель выполнен в виде герметичного радиатора и имеет трубопровод для отвода конденсата, а масляная ванна имеет меньшие размеры.

Для регенерации ячейковых фильтров необходимы также следующие инструменты и материалы:

- корыто или противень для сбора сухой пыли - I шт.;
- слесарный комплект - I шт.;
- ведро - I шт.;
- масло висциновое;
- каустическая сода.

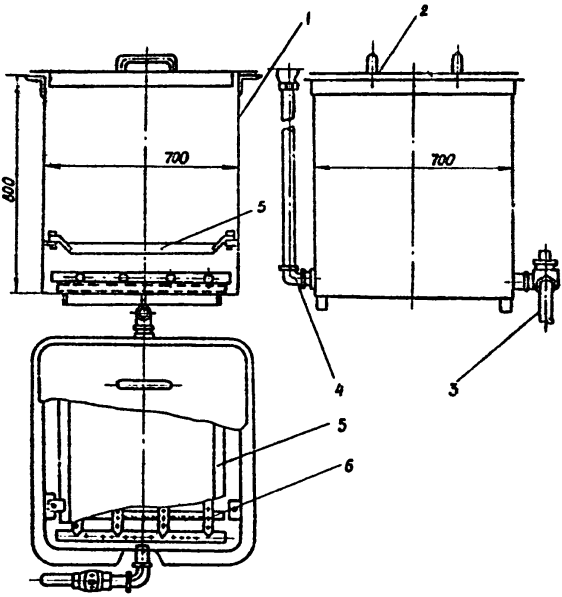


Рис.13. Ванна для промывки ячеек фильтра:

1 - корпус; 2 - крышка; 3 - сливной трубопровод;
4 - паропровод; 5 - лоток; 6 - парораспределитель

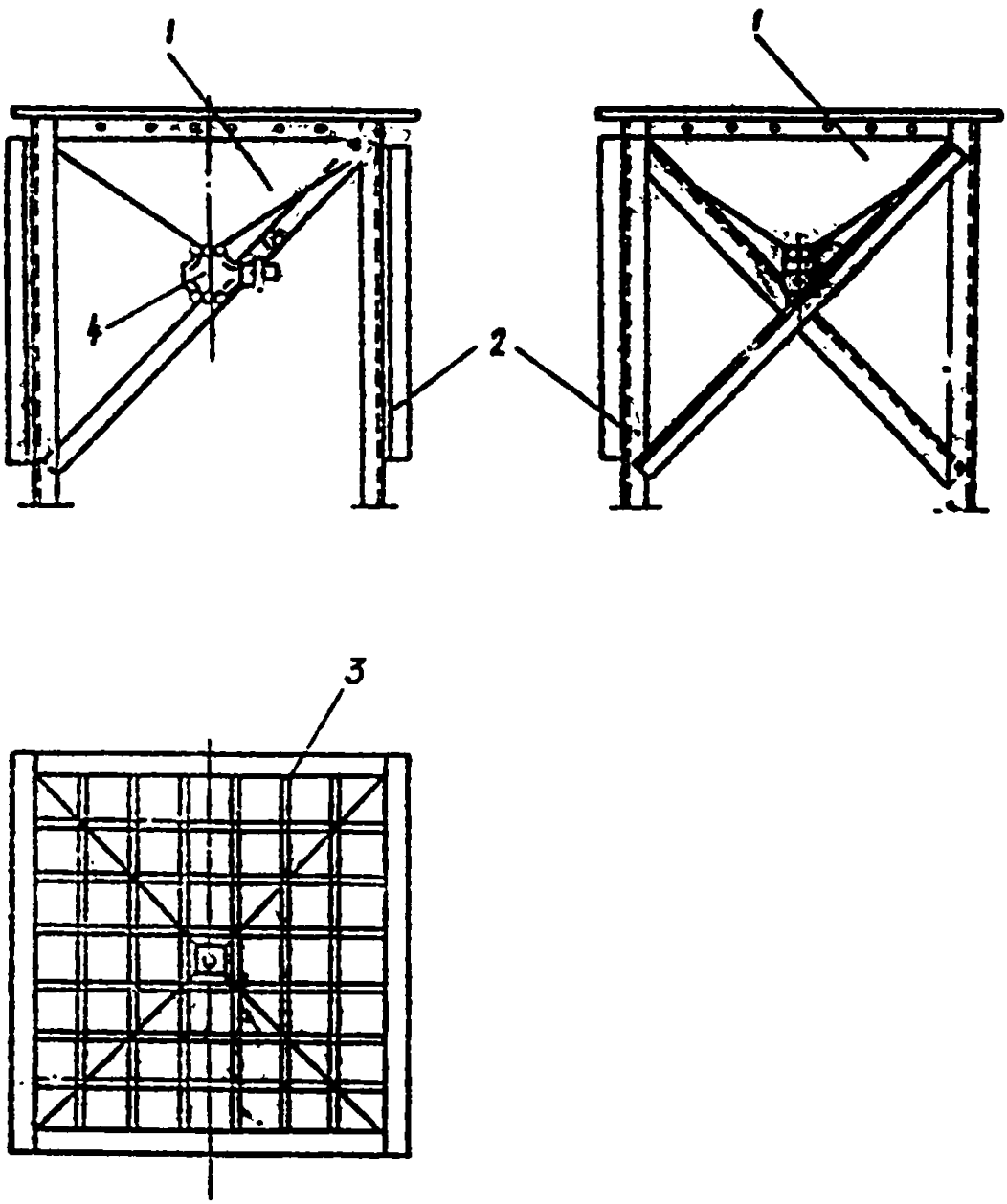


Рис. 14. Стол для отстоя ячеек фильтра:

1- воронка; 2 - рама; 3 - решетка;

4 - сливной кран

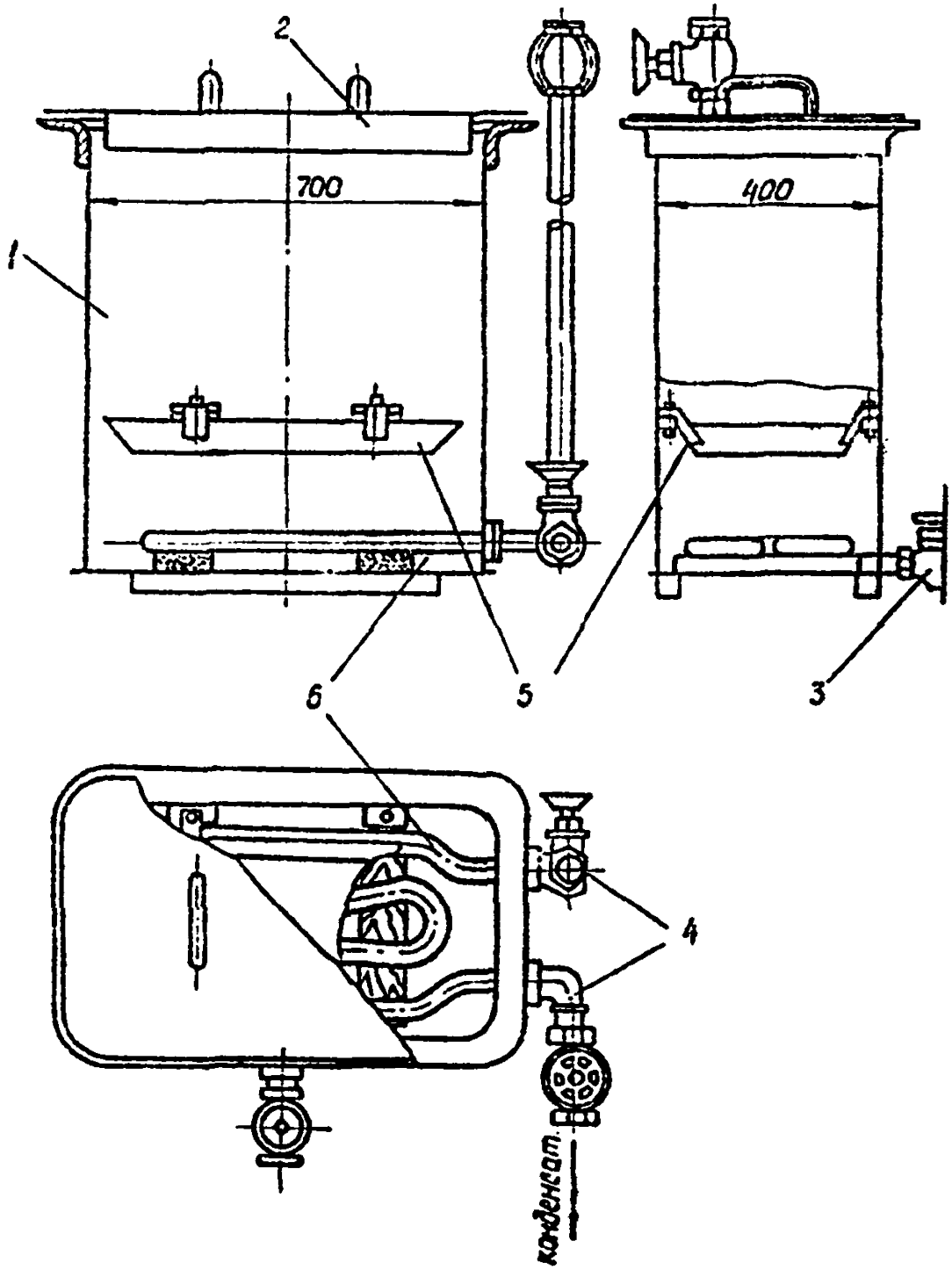


Рис. 15. Ванна для зарядки ячеек фильтра:
1 – корпус; 2 – крышка; 3 – сливной трубопровод;
4 – паропровод; 5 – лоток; 6 – радиатор

Расход масла на восстановление одной ячейки фильтра составляет 250-300 г , твердой каустической соды расходуется 50-70 г , жидкой - 100-150 г.

3.3.2. Технология регенерации

Регенерация ячеек фильтра производится в следующем порядке:

1. Запыленные ячейки извлекаются из фильтра, на их место устанавливаются подготовленные заранее чистые промытые ячейки.

2. Из каждой ячейки вытряхивается пыль легким постукиванием деревянного молотка по корпусу, после чего ячейки транспортируются в помещение, отведенное для промывки и промасливания.

3. В ванне приготавливается 5% раствор каустической соды и подогревается до температуры 60-70°С. Для приготовления раствора в ванну заливается 300 л. воды и загружается 15 кг твердой или 30 л жидкой каустической соды. Приготовленный раствор может быть использован для промывки ячеек несколько раз.

4. Ячейки поочередно промываются в ванне с содовым раствором путем погружения в раствор.

5. Промытые ячейки извлекаются из содового раствора и немедленно промываются в ванне с чистой горячей водой (40-50°С).

6. После промывки ячейка помещается на одну - две минуты на стол для стока воды и просушки и сразу же, во избежание коррозии, погружается в ванну с маслом. Промасливание осуществляется путем нескольких погружений в масло.

7. Из масляной ванны ячейка переносится на стол для стока масла. Стекание излишков масла должно продолжаться около суток, после чего ячейки готовы к эксплуатации и могут быть установлены на фильтр.

Допускаются некоторые упрощения технологии регенерации ячеек. Так, если к компрессорной станции подведена горячая вода с температурой 60-70 С, то промывку ячеек можно осуществлять из брандспойта с наконечником диаметром 8-12 мм. при давлении не менее 2-2,5 кгс/см^2. Содовый раствор при этом не применяется. Вместо двух столов для стока масла и стока воды можно использовать только один стол, сливая после каждой операции масло и воду в разные емкости и следя за тем, чтобы вода не попала в масло.

4. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

4.I. Работа с кислотами и щелочами

Применяемые для очистки компрессорного оборудования от накипи кислоты и препарат ВК-I при вдыхании оказывают раздражающее действие на верхние дыхательные пути, вызывают кашель, першение в горле и хрипоту. При воздействии на кожу кислоты или каустической соды возникают ожоги. Поэтому персонал, занятый химической очисткой, должен быть осведомлен о свойствах кислот и щелочей и проинструктирован о правилах безопасной работы с ними. Рабочие должны иметь специальную защитную одежду: грубошерстный костюм, резиновые сапоги и перчатки, прорезиненный фартук и защитные очки. Брюки должны быть надеты поверх сапог, голова защищена головным убором из грубошерстной ткани.

При всех операциях с кислотами и щелочами около рабочих должен находиться механик компрессорных установок для надзора за соблюдением правил техники безопасности и оказания в случае необходимости первой помощи пострадавшим. Не допускается присутствие возле промываемого оборудования лиц, не участвующих в этих работах.

Большую опасность при химической очистке оборудования представляет обливание рабочих кислотными или щелочными растворами. В связи с этим при сборке трубопроводов, в которых будут находиться под давлением кислота или щелочь, необходимо стремиться к минимальному количеству стыков, трубопроводы прокладывать по хорошо освещенным местам, а стыки и фланцевые соединения располагать так, чтобы при их прорыве случайно находящийся рядом человек мог отойти в сторону и струя раствора не могла облить электрическое оборудование и аппаратуру.

При приготовлении растворов и их нейтрализации заливку концентрированных кислот и щелочей необходимо производить с помощью устройств, исключающих попадание кислоты на людей. Кислоту (или щелочь) заливают в раствор тонкой струей при непрерывном перемешивании.

В процессе химического взаимодействия кислоты с накипью выделяется большое количество углекислого газа (CO_2), поэтому в помещении, где расположены трубопроводы слива раствора из очищаемой системы, должна быть предусмотрена хорошая принудительная вентиляция.

Запрещается курение и разведение огня вблизи бака с раствором и очищаемого оборудования.

Запрещается хранение и прием пищи в помещениях, где осуществляется химическая очистка оборудования.

На рабочем месте кроме обычной аптечки должны иметься: водопроводная вода, полотенце, вата, 0,5% раствор столовой соды (для промывания глаз), 2% раствор столовой соды (для нейтрализации кислоты, попавшей на кожу), 2% раствор борной кислоты (для нейтрализации щелочи, попавшей на кожу), вазелин или вазелиновое масло.

В случае проливания кислоты на пол внутри здания ее следует нейтрализовать (посыпать содой или фосфатами), собрать на лопату, а остатки смыть водой из брандспойта. Пролитую щелочь засыпать опилками, убрать их и промыть водой это место.

Одежду, залитую кислотой, следует вначале обмыть обильной струей воды, затем нейтрализовать 2-3% раствором соды, после чего снова промыть водой. Одежду, залитую крепкой щелочью, промыть 2-3% раствором борной или уксусной кислоты.

При попадании кислоты на тело надо немедленно удалить ее сухой тряпкой или ватой, а затем промыть пораженное место 2% раствором столовой соды и обратиться в пункт первой помощи. При попадании брызг кислоты в глаза надо немедленно промыть их большим количеством воды, а затем 0,5% раствором соды и обратиться в пункт первой помощи.

Вскрывать барабаны с твердой каустической содой следует специальным инструментом - ударником с удлиненной рукояткой, ключем типа консервного ножа и пр. Дробление крупных кусков каустической соды рекомендуется осуществлять в закрытых дробилках. Каустическую соду можно брать лопатами, щипцами и пр., но не голыми руками.

4.2. Работа с гидравлической установкой высокого давления.

Струя воды, подаваемой под давлением 100 кгс/см^2 и более, способна повреждать и разрушать ткани, одежду и тело человека. При работе установки высокого давления возможен прорыв воды под высоким давлением, что опасно для лиц, работающих с установкой.

Персонал, занятый очисткой охладителей от накипи гидромеханическим способом, должен быть осведомлен об опасности, связанной с эксплуатацией установки высокого давления.

Очистка должна проводиться двумя рабочими, один из которых занят проталкиванием штанги через очищаемые трубки, другой управляет насосной установкой и в случае опасности производит немедленное отключение ее. Не разрешается проводить очистку одному человеку. Рабочие должны иметь специальную защитную одежду и приспособления: костюм из грубой ткани, рукавицы, резиновые сапоги, прорезиненный фартук и защитные очки с небьющимися стеклами.

С целью предотвращения несчастных случаев перед включением установки необходимо:

- проверить наличие и исправность предохранительного клапана и манометра;
- проверить целостность высоконапорных шлангов и плотность арматуры;
- очистить водяной фильтр насоса;
- промыть высоконапорные шланги, подключив гидравлическую установку высокого давления к водопроводной сети.

Запрещается работа с установкой высокого давления, не снабженной предохранительным клапаном и манометром.

Обслуживающий персонал обязан в аварийных случаях немедленно остановить установку. Такими случаями можно считать:

- разрыв высоконапорного шланга, или появление утечек в штангах, арматуре и других элементах установки;
- резкое изменение давления воды при работающей установке;
- выход из строя манометра;
- выход из строя или значительная деформация штанг очистки.

Присутствие посторонних лиц возле установки во время работы недопустимо.

В случае травмирования или ранения обслуживающего персонала необходимо прекратить работу и после оказания первой помощи обратиться в медпункт.

4.3. Очистка воздухосборников

При внутреннем осмотре, очистке или ремонте воздухосборника он должен быть надежно отключен от пневматической сети заглушками с хвостовиками, полностью освобожден от оставшегося там воздуха и продут чистым воздухом в течение 10 мин (не менее). Люк воздухосборника во время нахождения там работающего должен быть открыт и весь аппарат должен непрерывно вентилироваться. Работник, находящийся внутри аппарата, должен быть снабжен спецодеждой (комбинезоном) и защитными очками. Внутренний осмотр, очистка или ремонт воздухосборника должны производиться не менее, чем двумя работниками, один из которых должен находиться снаружи и непрерывно следить за состоянием работающего внутри.

Работы внутри воздухосборника могут производиться только по разрешению механика компрессорных установок, который должен проинструктировать работающих о Правилах безопасного ведения работ и методах оказания первой помощи.

На эти работы должен выдаваться специальный наряд, как на особо опасные работы.

На воздухосборнике, находящемся в ремонте или очистке, должен быть вывешен предупредительный плакат. Снимать плакат разрешается только механику компрессорных установок.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Борисенко К.С. Инструкция по очистке воздухосборников, маслоотделителей, охладителей и воздухопроводов от масляных отложений и нагарообразований. Донецк, ИГИТК им. М.И.Фёдорова, 1968, 12 с.
2. Шахтные компрессоры. Киев,"Техника", 1973, 172 с. Авт.: Ветер В.Д. Павленко В.Я., Никифоренко Р.Н., Ишенецкий А.М.
3. Кекконен Ф.Ф. Водоснабжение и водоподготовка на компрессорных станциях. М.,"Недра", 1974, 80 с.
4. Маргулова Т.Х. Химические очистки теплоэнергетического оборудования. М.,"Энергия", 1967, 223 с.
5. Руководящие указания по химической очистке от накипи теплосилового оборудования. М.-Л., Госэнергоиздат, 1955, 56 с.
6. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту компрессорных установок на предприятиях Минуглепрома СССР. Донецк, ИГИТК им. М.И. Фёдорова, 1977, 87 с.
7. Унифицированное типовое оборудование для центральных секционных кондиционеров Кт-30 и Кт-40. Инструкция по эксплуатации, монтажу и пуску. М. Внешторгиздат, 1972, 74 с.
8. ГОСТ 857-69. Кислота соляная синтетическая техническая. М., Изд. стандартов, 1969, 8 с.
9. ГОСТ 3262-69. Кислота соляная техническая. М., Изд. стандартов, 1969, 6 с.
10. Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов. Утверждены Госгортехнадзором СССР 7.12.71 г. М.,"Металлургия", 1973, 31 с.
11. Рябцев Н.Н. и др. Эффективный метод очистки воздушных трубопроводов от нагаромасляных отложений.-"Безопасность труда в промышленности", 1966, №3, с. 30-31.
12. Клёнов А.А., Ворсин П.И. Способ очистки компрессоров от нагаромасляных отложений.- Безопасность труда в промышленности",

1977, № 2, с. 43-44.

13. Чернышов Ю.Г., Шацилло В.Г., Розанов Б.В., Архангельский Л.Н. Гидравлическая очистка охладителей компрессоров.- "Уголь Украины", № 3, 1978, с. 21-22.

14. ГОСТ 9941-72. Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. М., Изд. стандартов, 1975, 8 с.

Приложение

П Е Р Е Ч Е Н Ь

инструментов, входящих в слесарный набор работника, обслуживающего и ремонтирующего шахтную компрессорную установку

Наименование инструмента	Характеристика	ГОСТ
Ключ гаечный двусторонний	9х11 мм	ГОСТ 2839-71
-"-	12х14 мм	-"-
-"-	17х19 мм	-"-
-"-	22х24 мм	-"-
-"-	27х30 мм	-"-
-"-	32х36 мм	-"-
Ключ разводной	30 мм	ГОСТ 7275-62
Молоток слесарный	вес 0,5 кг	ГОСТ 2310-70
Зубило слесарное		ГОСТ 7211-72
Плоскогубцы		ГОСТ 5547-72
Отвертка малая		ГОСТ 17199-72
Отвертка большая		ГОСТ 17199-72
Напильник плоский	ℓ=300мм, насечка № 1	ГОСТ 1465-69
Напильник полукруглый	ℓ=250мм, насечка № 2	ГОСТ 1465-69
Напильник трехгранный	ℓ=200мм, насечка № 3	ГОСТ 1465-69
Бабер	трехгранный, изогнутый	
Нож складной		
Монтировка	длина 500 мм	
Кернер		
Метр складной металлический		
Штангенциркуль	0-150 мм	
Набор щупов	№ 2, толщиной 0,02- 0,5 мм	ГОСТ 882-75

ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА	Г.М.НЕЧУШКИН
ЗАМ.ДИРЕКТОРА, ЗАВ.ОТДЕЛОМ	В.И.БОРОВЛЕВ
ЗАВ.ЛАБОРАТОРИЕЙ	В.П.ПАРШИНЦЕВ
ОТВ.ИСПОЛНИТЕЛЬ	Л.Н.АРХАНГЕЛЬСКИЙ
ИСПОЛНИТЕЛИ:	А.А.КАПЛУН
	В.М.ВИШНЕВСКИЙ

БП 06948 31.01.78 г. Зак. 19/236

Тираж 500. НТМ

gost.e-ecolog.ru