

Ю.В. КОРОЛЕВ, В.Е. ПУТИЛОВ

Хр

**З**АЩИТА  
ОБОРУДОВАНИЯ  
ОТ КОРРОЗИИ

Ю. В. КОРОЛЕВ, В. Е. ПУТИЛОВ

# ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ОТ КОРРОЗИИ

КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР



ЛЕНИНГРАД  
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

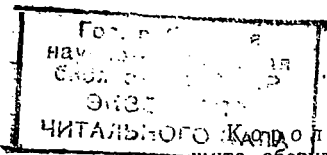
1973

6П4.52

К.68

УДК 620.197

24  
9935



73-32141

Королев Ю. В. Путилов В. Е., Защита оборудования от коррозии. Л., «Машиностроение», 1973. 136 с.

В книге изложены современные методы защиты от коррозии деталей, узлов и оборудования в период изготовления, межоперационного хранения, сборки и испытаний, длительного хранения и монтажа. Рассмотрено влияние атмосферы и технологических факторов при изготовлении, вызывающих коррозию, а также рекомендованы мероприятия по защите от коррозии, в том числе при проектировании оборудования. Приведены технологические процессы нанесения защитных покрытий и консервации. Даны результаты использования различных способов и средств защиты оборудования от коррозии.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников машиностроения.

Табл. 31. Ил. 25. Список лит. 28 назв.

Рецензенты: кандидаты технических наук

Б. П. Березин, П. А. Виноградов

К  $\frac{3125 - 119}{038 (01) - 73}$  119 - 73

Юрий Васильевич КОРОЛЕВ, Василий Ефимович ПУТИЛОВ

## ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ОТ КОРРОЗИИ

Редактор издательства Г. Н. Курепина. Переплет художника Л. Н. Чупракова  
Технический редактор Л. В. Щетинина. Корректор Н. К. Кротова

Сдано в производство 28/II 1973 г. Подписано к печати 29/VIII 1973 г. М-44973  
Формат бумаги 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 3. Печ. л. 8,5. Уч.-изд. л. 9,2  
Тираж 15 000 экз. Зак. № 120. Цена 47 коп.

Ленинградское отделение издательства «МАШИНОСТРОЕНИЕ»,  
191065, Ленинград, ул. Дзержинского, 10

Ленинградская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете  
Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
193144, Ленинград, ул. Моисеенко, 10

© Издательство «Машиностроение», 1973

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Успешное выполнение заданий по производству машин, механизмов, приборов и оборудования, обеспечение высокого качества их изготовления и надежности эксплуатации неразрывно связано с совершенствованием технологических процессов и средств защиты от коррозии выпускаемой продукции.

Необходимость в защите металла возникает еще до начала изготовления изделия при длительном хранении стальных листов, профилей заготовок на складе завода, при межоперационном хранении, в процессе изготовления, в связи с гидравлическими испытаниями, термической обработкой, гибкой, штамповкой, сваркой и другими технологическими операциями.

Конструктор, проектирующий оборудование, технолог, разрабатывающий процесс его изготовления или монтажа, мастера, ведущие монтаж, должны, очевидно, учесть влияние различных факторов и условий, способствующих возникновению и развитию коррозии, и предусмотреть соответствующие меры по ее предотвращению.

Создание новых энергетических установок, специальной арматуры, аппаратуры, нового оборудования, применение новых материалов порождает и новые специфичные условия, которые должны быть учтены при разработке мероприятий по защите от коррозии, при консервации в период изготовления, длительного хранения и монтажа. Так, например, широкое применение титана и его сплавов, стойких к коррозии в любых условиях, потребовало дополнительных мероприятий по защите металлов и сплавов, находящихся в контакте с титаном, так как в контакте с ними титан и его сплавы вызывают усиление коррозии сопряженных металлов.

Использование воздуха высокого давления выдвигает жесткие требования к чистоте внутренних поверхностей арматуры и трубопроводов и заставляет заменять существовавшие ранее средства и способы консервации. Это относится и к оборудованию атомных станций.

Специалистами проведена большая работа по изысканию, испытаниям и внедрению новых экономических и эффективных средств защиты от коррозии, средств для консервации при длительном хранении оборудования.

Разработаны и внедрены: новые ингибиторы атмосферной коррозии, обеспечивающие надежную защиту оборудования от

коррозии при хранении без переконсервации более пяти лет; жидкие ингибированные смазки, позволяющие консервировать оборудование без разборки и не требующие расконсервации при вводе в эксплуатацию, обеспечивающие длительную защиту оборудования сроком до десяти лет; технологичные легко снимаемые покрытия и другие средства защиты и консервации.

Разработанные в последние годы новые средства консервации (жидкие консервационные смазки, ингибиторы атмосферной коррозии) в промышленности применяются недостаточно.

Накопление технической информации об имеющемся и приобретаемом опыте использования новых средств и методов защиты и консервации позволит ускорить их внедрение и тем самым значительно сократить затраты на защиту от коррозии и консервацию. В связи с этим настоящая брошюра может быть полезной для специалистов, занимающихся вопросами защиты оборудования от коррозии, консервацией для кратковременного и длительного хранения.

В отличие от других книг, посвященных вопросам защиты металлов от коррозии или консервации, в настоящей работе дано подробное описание способов горячего и термодиффузионного цинкования, приведены методы и средства защиты от коррозии, применяемые при монтаже энергетического оборудования, даны рекомендации по защите от коррозии, предусматриваемые при проектировании оборудования, приведены результаты длительных испытаний новейших средств консервации.

## Глава I

# КОРРОЗИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И МЕТОДЫ ЕГО ЗАЩИТЫ

### 1. Причины возникновения коррозии

**Атмосферная коррозия.** Скорость коррозии в значительной степени определяется составом атмосферы. В пределах атмосферы одного типа (промышленная, морская, тропическая, сельская) можно наблюдать различные скорости коррозии. Поэтому для оценки коррозионного поведения конструкций и приборов в том или ином районе необходимо иметь полное представление о климатических условиях района, составе атмосферы, ее влажности, колебаниях температуры и т. п.

Коррозионная агрессивность атмосферы является величиной не постоянной, а изменяющейся с погодой. Большое влияние имеет состав атмосферы и особенно содержание в ней коррозионно агрессивных компонентов. Для большинства технических конструкционных сплавов наиболее ускоряющими коррозионный процесс являются примеси сернистого газа, сероводорода, хлора. Для медных сплавов помимо этого коррозионно активной является также примесь аммиака.

Коррозионную агрессивность атмосферы повышают находящиеся в воздухе частицы угля и золы (индустриальная пыль), которые, попадая на поверхность металла, становятся центрами капиллярной конденсации влаги вследствие своей собственной гигроскопичности растворимых примесей.

Большое влияние на коррозионную агрессивность атмосферы оказывает температура. При переходе от отрицательных к положительным значениям температуры коррозионная агрессивность повышается. Это объясняется повышением интенсивности электрохимических процессов, так как на поверхности металла пленка влаги из твердого агрегатного состояния переходит в жидкое.

Скорости атмосферной коррозии в значительной степени обусловлены содержанием в пленках в растворенном состоянии солей и коррозионно активных газов. Вместе с конденсирующимися на металл парами воды на его поверхность всегда попадают и различные соли, вследствие чего возникающие пленки являются минерализованными. Это относится не только к пленкам, возни-

кающим при непосредственном попадании атмосферных осадков на металл, но и к тем, которые образуются при выпадении росы, тумана, а также в процессе капиллярной и химической конденсации.

Один из важнейших источников поступления солей — капельно-жидкая атмосферная вода, которая по своему химическому

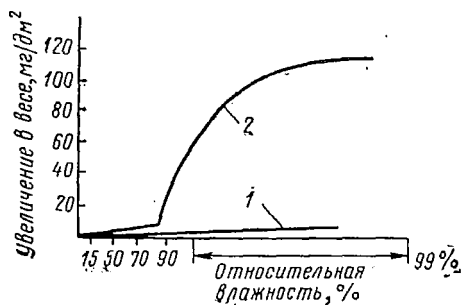


Рис. 1. Зависимость атмосферной коррозии от относительной влажности воздуха и примесей:

1 — чистый воздух; 2 — воздух с примесью 0,01%  $\text{SO}_2$

составу представляет собой раствор, содержащий в зависимости от условий ее образования и местности, разное количество солей. Источниками минерализации атмосферной капельно-жидкой воды является наличие в атмосфере мельчайших твердых частиц минеральных веществ в виде солей морского и частично вулканического происхождения.

При движении воздушных масс над океанами, морями и солеными озерами с их поверхности уносится в атмосферу большое количество частиц морской воды вместе с их солями. Так, например, с поверхности одного только Каспийского моря в атмосферу поступает несколько тысяч тонн соли в сутки. Поступление солей в атмосферу происходит и за счет испарения морской воды, при котором частицы воды увлекают с собой и частицы растворенных солей.

Атмосферная пыль, поднимаемая ветром с континента, также является одним из источников минерализации атмосферной капельно-жидкой воды.

Из большого количества факторов, определяющих скорость коррозии металлов в атмосфере, наиболее важные — влажность воздуха, состав атмосферы. Чистый влажный воздух даже при относительной влажности, равной 100%, весьма слабо действует на железо и медь, а при наличии в атмосфере всего лишь 0,01%  $\text{SO}_2$  скорость коррозии возрастает в 100 раз (рис. 1).

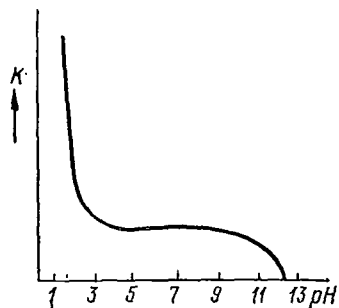


Рис. 2. Скорость коррозии  $K$  в зависимости от pH

Подкисление электролита способствует развитию коррозии (рис. 2). Критическая концентрация водородных ионов, выше которой скорость коррозии резко возрастает, лежит для железа в интервале pH 3—4. Заметное уменьшение скорости коррозии при отсутствии в электролите активаторов начинается с pH 10—11, что обусловлено образованием труднорастворимых гидратов железа.

Наконец, следует учесть, что минерализация пленок влаги, осаждающихся на металлических поверхностях, происходит также за счет обогащения их продуктами коррозии.

Очень часто, особенно в промышленных и приморских районах, вследствие растворения в пленках коррозионно активных газов и частично солей продукты коррозии получают растворимыми, и поэтому, как только коррозионный процесс начался, пленки обогащаются ионами корродирующего металла, что также способствует увеличению их электропроводности, а следовательно, развитию коррозии. Большое значение для развития коррозии имеет непосредственное выпадение на поверхности конструкций атмосферных осадков в виде дождя и снега, а также увлажнение конструкций вследствие обрызгивания их морской или речной водой или конденсации.

Агрессивные свойства атмосферы определяются не только влажностью, но и загрязнениями. Поэтому большие коррозионные разрушения могут наблюдаться и в условиях, когда относительная влажность воздуха не превышает тех критических значений, которые считаются опасными. Самыми неблагоприятными видами загрязнений являются сернистый газ и хлористый натрий.

**Коррозионное воздействие, обусловленное технологией изготовления и монтажа оборудования.** Заготовки, детали и узлы изготавливаемого оборудования подвержены коррозии в процессе изготовления в связи с рядом технологических операций, включающих сварку, механическую обработку, гидравлические испытания, термообработку и т. д.

Так, в связи с гидравлическими испытаниями внутренние поверхности изделий смачиваются водой, наружные поверхности отпотевают, внутренние полости изделий часто разгерметизируются и в них проникает воздух, смываются с поверхности или растворяются в воде консервационные вещества. После окончания гидравлических испытаний и слива воды внутренние поверхности остаются влажными. В этих условиях при свободном доступе кислорода из атмосферы металлические поверхности интенсивно корродируют.

Сварка приводит к возникновению местных напряжений, что также способствует развитию коррозии. Кроме того, перед сваркой необходимо удалять консервирующие вещества в районе сварного шва, чтобы избежать их влияния на качество сварки.

Гибка труб, механическая обработка деталей, сопровождающаяся деформацией, также приводят к возникновению местных напряжений и являются причиной коррозии металла.

Монтаж оборудования и трубопроводов крупных энергетических станций длится несколько лет, в течение которых монтируется оборудование, производится подстыковка, подгонка и приварка к нему труб и трубных блоков. В процессе подстыковки и приварки труб полости оборудования, как правило, сообщены с атмосферой. Сварные швы трубопроводов испытываются по частям, а не после



того, как контур собран целиком, поэтому гидравлические испытания проводятся многократно. Так как параллельно ведутся другие монтажно-строительные работы, в результате которых доступ к смонтированной части оборудования и трубопроводов прекращается, ограничиваются возможности защиты, консервации и контроля поверхностей оборудования.

Наличие большого количества ответственных сварных соединений, необходимость в гидравлических испытаниях приводят к частым заполнениям и сливу воды из полостей оборудования и трубопроводов. Осушка полостей в условиях монтажа затруднена, и при свободном доступе кислорода и загрязнений атмосферы они корродируют.

По окончании монтажа трубопроводы и оборудование промывают от различных монтажных загрязнений. Промывка ведется с большим расходом воды и может длиться несколько суток. При этой операции вымываются и отводятся не только загрязнения, но и консервирующие вещества. От окончания промывки до начала пуско-наладочных работ проходит несколько месяцев. Наличие в контуре влаги и растворенного кислорода также приводит к интенсивной коррозии.

Как видно из перечисленных условий, характера и продолжительности отдельных видов работ, необходим целый комплекс мероприятий, средств и методов защиты оборудования от коррозии в период его изготовления, хранения и монтажа.

## **2. Меры по защите оборудования от коррозии**

Защита металлических изделий от коррозии осуществляется следующими методами: применение для данной детали или конструкции стойкого металла или сплава; изоляция защищаемой поверхности от агрессивной среды (лакокрасочные покрытия, металлические покрытия, пластмассовые покрытия, смазки); установка протекторов в местах неблагоприятных сопряжений разнородных металлов; применение замедлителей коррозии; удаление агрессивного агента из среды, действующей на металл (осушка воздуха, вакуумирование, замещение воздуха инертным газом, деаэрация воды).

Надежность работы оборудования во многом зависит от эффективности защиты его от коррозии как при эксплуатации, так и в период его изготовления, хранения и монтажа. Определенные меры по защите оборудования от коррозии должны предусматриваться и приниматься в расчет уже на стадии проектирования.

Коррозионная стойкость изделий может быть обеспечена применением коррозионностойких металлов и сплавов, однако они дороги, дефицитны, в ряде случаев применение их или экономически невыгодно, или неприемлемо из технических соображений.

В настоящее время благодаря успехам химической промышленности разработано и внедрено в машиностроении большое

количество неметаллических материалов. Черные металлы заменяются в ряде случаев литьевыми пластмассами, стекольными, керамическими и резиновыми материалами. Наряду с другими качествами они обладают хорошей коррозионной стойкостью и успешно конкурируют с металлами. Трудоемкость процесса изготовления и себестоимость изделий из таких материалов в несколько раз ниже, чем из металла. Так, например, из фенолита 5 изготавливают механически прочные детали, работающие в атмосфере высокой влажности, в воде и растворах кислот. Из пластмасс ЛТМ-1, ЛТМ-10 выполняют антифрикционные втулки, вкладыши подшипников, из волокнита — стойкие к истиранию шквивы, маховики, крыльчатки, втулки, кожухи и т. д.

Весьма важным условием коррозионной стойкости изделий является максимально возможное сокращение количества неоднородных металлов и сплавов, из которых изготавливаются детали и узлы проектируемого изделия. Сопряжение деталей из разнородных металлов при отсутствии электрического разобщения (разъединение) между ними и проникновении влаги в зазоры между деталями приводит к появлению и интенсивному развитию контактной коррозии. Контактная коррозия, например, очень быстро развивается при контакте деталей, изготовленных из меди или медных сплавов и алюминия, алюминия и стали, алюминия и титановых сплавов и т. д.

Защита таких изделий, например, в период хранения с помощью ингибиторов или масел также затруднена, так как эти средства не обладают универсальными защитными свойствами по отношению к различным металлам и даже при определенном сочетании металлов могут содействовать развитию коррозии одного из них.

В тех случаях, когда не удается сократить количества разнородных металлов или избежать сопряжения деталей, изготовленных из них, предусматривается их электрическое разъединение. Электрическое разобщение обеспечивается применением промежуточных деталей, изолирующих прокладок, втулок, шайб, изготовленных из неэлектропроводящих материалов. В качестве материала для прокладок применяется, например, стеклопластик КАСТ (толщиной 1,2 мм), КАСТ-В (толщиной 2 мм), гетинакс Г, имеющие предел прочности соответственно 2700, 2500 и 900 кгс/см<sup>2</sup> и удельное объемное сопротивление  $3 \cdot 10^{12}$ ,  $3 \cdot 10^{12}$  и  $10^{12}$  Ом·см, а для втулок — стекловолокнистый материал АГ-4С с пределом прочности 2000 кгс/см<sup>2</sup> и удельным объемным сопротивлением  $10^{12}$  Ом·см.

Качество электрического разобщения проверяется омметром после сборки узла изделия.

Доступными и простыми мерами, которые, однако, часто выпадают из поля зрения конструктора, являются следующие:

а) исключение застоя воды на открытых поверхностях и внутренних полостях изделия путем дренирования, уплотнения зазоров;

б) обеспечение доступа к поверхности деталей, узлов, изделия для осуществления мер защиты при изготовлении или в процессе длительного хранения (если это и не предусматривается условиями эксплуатации) путем установки лючков, съемных листов, горловин и т. д.;

в) указание в чертежах и другой проектной документации основных требований по обеспечению мер защиты от коррозии деталей, узлов и изделий с учетом технологических условий их изготовления, сборки и испытаний, а также условий и сроков их хранения.

При расчетах вентиляции и изоляции холодных поверхностей в помещениях следует предусматривать создание температуро-влажностного режима, исключающего возможность выпадения на холодных поверхностях конденсационной влаги.

Необходимо учитывать, что детали, имеющие поверхность с более тонкой обработкой, обладают большей коррозионной стойкостью, чем при грубой обработке. Шлифованные, а особенно полированные изделия из железа и чугуна, наиболее коррозионно-стойки, особенно в атмосфере.

### **3. Коррозионная стойкость некоторых металлов, применяемых в машиностроении**

Стальные и чугунные детали в атмосферных условиях являются коррозионно нестойкими, даже в относительно чистом воздухе они подвергаются коррозии. В загрязненной газами атмосфере промышленных районов, при наличии в атмосфере солей в морских районах интенсивность коррозии этих деталей значительно увеличивается. На коррозионную стойкость этих металлов в значительной мере влияет их состав и обработка. Шлифованные и полированные детали из черных металлов в начальный период эксплуатации или хранения лучше сопротивляются коррозии.

Коррозионная стойкость алюминия зависит от его чистоты и от введенных в алюминиевый сплав различных составляющих. Важнейшей особенностью алюминия и его сплавов является образование на их поверхностях тончайшей пленки, состоящей из окиси алюминия, обладающей хорошими защитными свойствами. Коррозионная стойкость алюминия и его сплавов к действию различных сред в значительной мере определяется свойствами этих окисных пленок. В атмосфере, не содержащей загрязнений, эта пленка устойчива, при загрязнении атмосферы различными промышленными газами, особенно сернистыми, она разрушается. Пленка способна растворяться в щелочах и кислотах. Алюминиевые сплавы существенно снижают свою коррозионную стойкость при контакте с более электроположительными металлами, в первую очередь с медью и медными сплавами.

Медь в атмосферных условиях сравнительно устойчива к коррозии, что объясняется образованием на ее поверхности за-

щитной пленки из основной углекислой соли меди. В воздухе, содержащем сернистые соединения и аммиак, медь быстро корродирует. На меди и медных сплавах коррозия появляется в виде темных пятен или налета зеленого, рыхло-черного цвета.

Л а т у н н ы е и з д е л и я при хранении, если они не защищены, подвержены атмосферной коррозии. Большая часть латунных изделий и полуфабрикатов (прутки, трубки, проволока, лента и т. д.) изготавливается методом холодной обработки (прокатка, штамповка и т. д.). При этом латунь наклепывается, вследствие чего возникают внутренние напряжения, которые способствуют более интенсивной коррозии составных частей сплава, а это приводит к образованию трещин.

Коррозионные агенты (например, аммиак) в присутствии воды и кислорода воздуха, действуя на латунь, вызывают растворение составных частей сплава, расположенных по границам зерен (кристаллов), и ослабляют сцепление зерен между собой. При наличии в латуни внутренних растягивающих напряжений коррозия составных частей сплава вызывает образование трещин — так называемое коррозионное растрескивание. Для сбережения латунных изделий от коррозионного растрескивания необходимо защитить их прежде всего от дождя, мокрого снега, от осаджения на них росы и инея. Хранилища с латунными изделиями должны быть удалены от источников образования аммиака.

С в и н е ц в атмосферных условиях коррозионностоек, так как на его поверхности образуется пленка основного углекислого свинца.

О л о в о устойчиво по отношению к коррозии даже в воздухе, сильно загрязненном газами и содержащем много влаги. В растворах щелочей олово неустойчиво и быстро разрушается. Особым видом разрушения олова, не относящегося к коррозионному, является так называемая оловянная чума.

Т и т а н и его сплавы обладают хорошей коррозионной стойкостью и не нуждаются в защите. Однако, как отмечалось, следует иметь в виду, что в контакте с другими металлами и сплавами титан и его сплавы вызывают усиление коррозии сопряженных металлов.

## Глава II

### Подготовка поверхностей к нанесению защитных покрытий и консервации

#### 4. Механическая очистка

После механической обработки детали, предназначенные для нанесения различного рода покрытий или для консервации, должны быть очищены от окалины, окисной пленки и шлаковых включений.

Для механической очистки применяют полирование, крацевание, зачистку наждачным полотном и струйную обработку песком, стальной или чугунной дробью.

Полирование производится на вращающихся полировальных кругах с применением полировальных паст, содержащих в своем составе в качестве основных полирующих компонентов тонкий наждачный порошок, венскую известь, крокус или окись хрома. Полировальные круги диаметром 200—400 мм, изготовленные из кожи, фетра, войлока, фланели или хлопчатобумажной ткани, насаживают на вал электродвигателя и вращают со скоростью 2000—2500 об/мин. На боковую поверхность круга наносится слой пасты. Обрабатываемая деталь удерживается в руках и прижимается к боковой поверхности круга.

Крацевание — очистка поверхности от окисных пленок, окалины и других посторонних включений с помощью быстровращающихся дисковых проволочных щеток. Щетки для крацевания изготовляют из тонкой металлической проволоки диаметром 0,2—0,3 мм. Стальные детали обрабатывают щетками из стальной проволоки, а детали из цветных сплавов — щетками из латунной проволоки. Во время обработки детали смачивают мыльным раствором, раствором кальцинированной соды или венской извести.

Грубые следы механической обработки, царапины, выбоины, продукты коррозии удаляются наждачным полотном зернистостью от 30 до 200. Операция зачистки производится на специальных зачистных станках различного типа в зависимости от конфигурации и размеров детали. Деталь может быть закреплена в шпинделе станка и приведена во вращение. Тогда наждачное полотно удерживается в руках и прижимается к поверхности детали. Зачистка может производиться и на станках с вращающимися дисками. На станках этого типа зачищают обычно всевозможные плоские поверхности.

Наиболее производительным методом очистки поверхности от окалины является струйная обработка песком, стальной или чугунной дробью, которая выбрасывается на очищаемую поверхность потоком сжатого воздуха или дробеметным аппаратом. Пескоструйная очистка применяется при подготовке поверхностей для фосфатирования, матового хромирования, цинкования, а также для нанесения лакокрасочных покрытий.

Кроме механической зачистки поверхностей перед нанесением покрытия производится химическая обработка с целью обезжиривания поверхности металла, удаления с нее окисной пленки.

## 5. Химическая подготовка поверхностей

Несмотря на большое разнообразие рецептов для химической подготовки поверхностей изделий к нанесению покрытий или консервации, их технологический процесс состоит из ряда операций,

общих, в основном, для всех случаев: обезжиривание, промывка в горячей воде, промывка в холодной воде, травление, промывка в холодной воде, нейтрализация, промывка в холодной воде, пассивирование, промывка в холодной или горячей воде, сушка, контроль качества подготовки поверхности. В зависимости от состояния поверхности, применяемого для очистки состава и способа нанесения защитного покрытия или средств консервации эта схема операций может видоизменяться.

**Обезжиривание.** Жировые загрязнения с поверхности обработанного металла удаляют при помощи щелочей, под действием которых жиры омыляются. К омыляемым относятся жиры животного и растительного происхождения, к неомыляемым — минеральные масла, состоящие из смеси различных по составу углеводородов, например вазелина, парафина, смазочных и других минеральных масел, не вступающих во взаимодействие со щелочами.

Для удаления неомыляемых жировых пленок широко применяют органические растворители: бензин, керосин, спирт, уайт-спирит, трихлорэтан, четыреххлористый углерод и др. Органическими растворителями обезжириваются также узлы сложной конфигурации, имеющие зазоры, каналы и щели, в которых может задерживаться вода в случае обезжиривания водными растворами. Такими растворителями обезжиривают всевозможные пары трения, а также оборудование из черных металлов с фосфатными и оксидными пленками и оборудование, изготовленное из металлов, не стойких к щелочам (олово, свинец, цинк, алюминий и их сплавы).

Обезжиривание органическими растворителями заключается в обработке изделий последовательно в нескольких ваннах (двух-трех), содержащих растворитель разной степени чистоты. При обезжиривании в бензине или керосине металл погружают в сосуд с бензином (керосином) и вручную очищают волосяными щетками, затем промывают в чистом бензине. Крупные детали протирают щетками, смоченными в бензине, без погружения в бензин. Изделия, обработанные органическими растворителями, имеют на поверхности тонкую жировую пленку, поэтому их необходимо дополнительно обезжиривать в щелочном растворе.

В остальных случаях в основном применяются щелочные растворы. Практикой установлено, что концентрация щелочи в растворе для обезжиривания не должна быть слишком высокой, так как при этом уменьшается растворимость мыла в воде. Обычно принимается концентрация щелочи в пределах 5—10%. Как правило, в раствор для обезжиривания вводят также соли ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и др.). Составы водных щелочных растворов приведены в табл. 1.

Промывку и обезжиривание изделий перед консервацией производят в моечной машине (рис. 3) или ванне с раствором. Загрузка мелких деталей в ванну осуществляется в корзинах из железной сетки, в которой они укладываются в один ряд, крупные

1. Составы водных щелочных растворов для обезжиривания

	Состав растворов в г/л							Режим обработки				
	Едкий натр	Кальциниро- ванная сода	Тринатрий фосфат	Жидкое стекло	Эмульгатор ОП-7 или ОП-10	Пенорасствитель ПМС-20	Контакт Петрова	Температура в °С	Продолжительность в мин		Скручива- нием	Давление в ат
									При погружении таллов	Для чер- ных ме- таллов		
Металл изделия												
Черные металлы	90±10	—	—	—	—	—	90±10	80—90	5—10	—	—	—
Черные металлы, медь и ее сплавы	25±5	—	15±5	—	2±1	1±0,5	—	50—60	5—20	5—10	1—3	2—3
Алюминий и его сплавы	15±5	—	15±5	4±1	—	—	—	70—80	—	5—10	1—3	2—3
Черные металлы, медь и ее сплавы после шлифования или полирования	15±5	30±5	15—5	—	—	—	30—10	70—80	5—10	3—5	—	—
Алюминий, цинк и их сплавы после шлифования или полирования	—	30±5	30±5	4±1	—	—	—	70—80	—	5—10	—	—

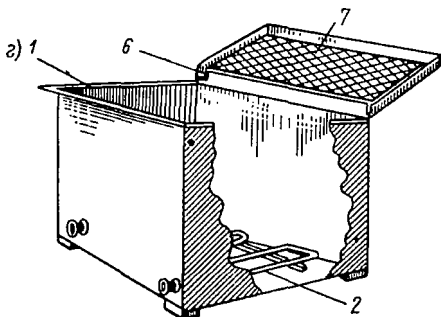
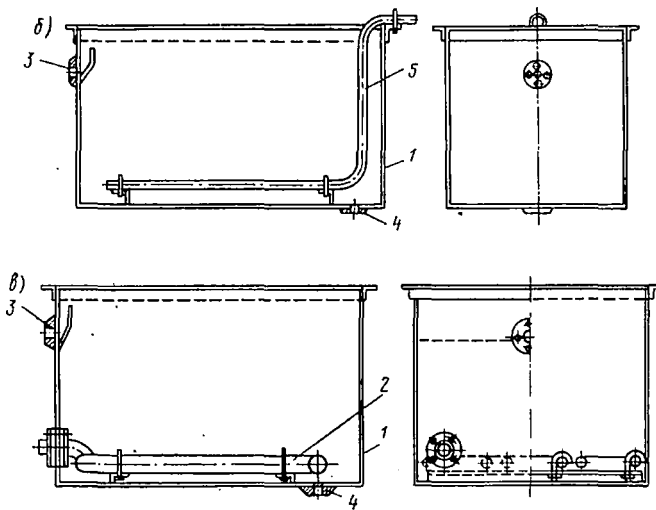
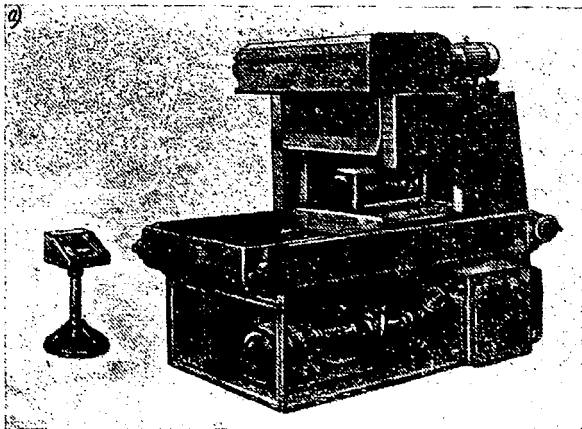


Рис. 3. Общий вид моечной машины (а), ванны для промывки холодной (б) и горячей (в) водой, горячим маслом (г):

1 — корпус ванны; 2 — паровой змеевик; 3 — сливное устройство; 4 — спускной штуцер; 5 — барботер воздушного перемешивания; 6 — желоб для стока масла; 7 — решетка для промасленных деталей



детали помещаются в ванну на подвесках. Приготовление обезжиривающего раствора состоит в последовательном смешивании всех компонентов в горячей воде. Каждый компонент предварительно растворяют отдельно в горячей воде и затем выливают в общую ванну. Продолжительность выдержки деталей в обезжиривающем растворе возрастает по мере использования раствора и понижения его концентрации. В процессе работы необходимо периодически компенсировать потерю раствора (вследствие испарения и уноса с деталями) добавкой воды до рабочего уровня. Корректирование раствора в процессе работы производится в соответствии с показаниями ареометра или на основании общей щелочности путем добавки компонентов в рецептурном соотношении. Поверхность ванны систематически очищают, удаляя жир и грязь с зеркала раствора. При большом слое жировых веществ их предварительно удаляют органическими растворителями. Для большего эффекта обезжиривание часто проводят последовательно в двух-трех ваннах. Обезжиривающий раствор в ванне перемешивается механически или сжатым воздухом (барботаж).

Химическое обезжиривание может производиться при помощи струи. Раствор для обезжиривания разбрызгивается на изделия из специальных форсунок в камерах. При этом время обезжиривания одного изделия снижается до 1,5—2 мин. Для полного удаления продуктов обезжиривания детали промывают горячей проточной водой (1—2 мин). Промывка после обезжиривания ведется до полного удаления остатков щелочей, т. е. до нейтральной реакции, определяем по лакмусовой бумаге (лакмусовая бумага, прикладываемая к поверхности промытой детали, не изменяет своего цвета) или путем контроля щелочности промывных вод с помощью фенолфталеина. В случае полного удаления щелочи промывные воды не должны окрашиваться от введения нескольких капель индикатора. Появление красного окрашивания указывает на неполную промывку от щелочного раствора.

Оцинкованные, кадмированные и омедненные детали во избежание повреждений покрытия обработке в щелочном растворе не подлежат, а обезжириваются погружением в уайт-спирит с выдержкой в нем в течение 1—2 мин с последующей протиркой чистой бязью.

Детали из неметаллических материалов (винипласта, фторопласта, капрона) протирают чистым бязевым тампоном, смоченным уайт-спиритом. Затем детали погружаются в 1% раствор нейтрального мыла при температуре 30° С на 3—5 мин, промываются водой и протираются чистым бязевым тампоном досуха. Так же обезжиривают детали из целлулоида (без протирания уайт-спиритом).

Резиновые детали обезжириваются протиркой бязевым тампоном, смоченным спиртом ректификатом.

Удаление с поверхностей механизмов старой смазки и загрязнений производится предварительно деревянной лопаткой, рези-

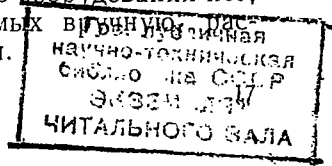
новыми губками, ветошью и т. д. Затем поверхности от старой смазки и масла очищают с помощью горячего веретенного масла АУ и растворителей: уайт-спирита, бензина Б-70 и спирта ректификата (для наиболее ответственных узлов). Не рекомендуется применять бензин Б-70 и уайт-спирит для удаления старой смазки с поверхностей неразобранных (закрытых) механизмов. С небольших деталей старую смазку можно удалить путем погружения детали в ванну с горячим веретенным маслом при температуре 100—110° С.

**Обезжиривание загущенными растворами.** К загущенным растворам относятся венская известь, негашеная известь, магнезия и специальная паста. Венская известь применяется для обезжиривания в виде кашицеобразной смеси с водой. Смесь волосяными щетками наносится на поверхность изделий. Для удаления обезжиривающей смеси поверхность деталей протирают влажной щеткой. Венской известью обезжиривают крупные детали. Для обезжиривания негашеной известью готовится смесь извести и воды кашицеобразной консистенции, температура смеси 60—70° С. Смесь наносят на поверхность волосяными щетками на 2—3 мин. Затем детали протирают кашицей при помощи ветоши в течение 3—5 мин, промывают горячей и холодной водой. Смесь магнезии и воды готовится также в виде кашицы, температура смеси 60—70° С. Смесь наносят на поверхность на 5—6 мин, затем поверхности протирают кашицей с помощью ветоши, промывают горячей водой и вновь протирают кашицей 4—5 мин. Операция заканчивается промывкой горячей и затем холодной водой. Обезжиривание известью и магнезией применяется для крупных латунных, медных и бронзовых деталей.

**Обезжиривание пастой.** В состав пасты входят 43% СаО, 30—40% мела, 18% раствора NaOH, 9% мазута. Компоненты тщательно перемешивают и разбавляют водой до необходимой консистенции. Паста наносится слоем 3—6 мм и через сутки смывается. Применяется для чистки крупных поверхностей от старой смазки, отложений нефти и других загрязнений.

Контроль качества обезжиривания производится визуально. Полное и равномерное смачивание водой поверхности изделий свидетельствует о полной очистке ее от жировых загрязнений. Наличие на поверхности изделий участков, не смачивающихся водой или удерживающих отдельные капли ее, является признаком неудовлетворительного обезжиривания.

**Промывка и сушка.** После обезжиривания изделия промывают горячей водой, обрабатывают пассивирующим раствором и высушивают в сушильной камере или обдувкой сухим горячим воздухом. Очистку поверхности перед консервацией (обезжиривание, промывка, пассивация) рекомендуется проводить в струйных установках или моечных машинах. Если такого оборудования нет, изделия обрабатывают в ваннах, обслуживаемых втягиваемым воздухом в них перемешивается сжатый воздухом.



Мелкие детали обрабатывают насыпью в сетках или барабанах, крупные — на металлических подвесках погружением их в растворитель или моечный раствор. После нескольких погружений и встряхиваний детали сушат сжатым воздухом или тщательно протирают чистыми сухими тряпками. Сушка изделий, промытых в водных растворах, производится до полного высыхания одним из следующих способов: обдувкой сухим сжатым воздухом с последующей просушкой в электрошкафах при температуре 100—120° С; обдувкой сухим горячим сжатым воздухом после выдержки деталей в масле, нагретом до 110—120° С. Детали находятся в масле до прекращения появления пены на его поверхности. Рекомендуется применять индустриальное масло марок 12 и 20 или трансформаторное. Сушка изделий, промытых бензином Б-70, производится на воздухе или путем обдувки сжатым воздухом; сушить их в электрошкафах запрещается. Сжатый воздух, применяемый для сушки изделий, должен очищаться от влаги, масла и пыли в водомаслоотделителях.

Промывке и сушке перед консервацией не подвергаются: изделия, вся поверхность которых подлежит гальваническим или нелакокрасочным покрытиям (промывка и сушка выполняются непосредственно перед нанесением покрытий по особым инструкциям); детали и узлы, включающие в себя изоляционные материалы; детали и узлы, изготовленные из листовой электротехнической стали; изделия, уже имеющие гальванические и лакокрасочные покрытия.

Для пассивирования поверхностей перед сушкой применяют растворы, приведенные в табл. 2.

2. Состав растворов для пассивирования

Металл изделия	Состав раствора в г/л			Продолжительность обработки в мин
	Кальцинированная сода	Нитрит натрия	Бихромат калия	
Сталь	3±1	6±2	—	0,15—1,0
Чугун	3±1	10±2	—	0,5—1,5
Медь и ее сплавы	—	—	6±2	0,15—1,0
Цинк и его сплавы	—	—	6±2	0,15—1,0

Примечание. Температура растворов 80—90° С.

**Удаление продуктов коррозии химическим способом.** Химический способ удаления окислов с металлических поверхностей изделий заключается в обработке их растворами кислот (серной, соляной, фосфорной и др.) и моющих средств. Химическая обработка поверхностей изделий осуществляется в стационарных ваннах (без циркуляции или с циркуляцией растворов) или же струй-

ным способом (струйный облив деталей горячими растворами). Струйный способ является наиболее производительным и эффективным, так как сочетает химическое и механическое воздействие струи раствора на обрабатываемую поверхность.

Стальные детали, находящиеся в напряженном состоянии, не рекомендуется подвергать кислотной обработке во избежание появления водородной хрупкости. Выделяющийся при реакции металла с кислотой водород проникает в металл, что является причиной образования вздутий, укрупнения трещин, т. е. уменьшения его прочности. Кроме того, водородная хрупкость снижает сопротивление металла коррозии. В этом случае для удаления ржавчины можно обработать детали растворами, содержащими каустическую соду.

Не следует также обрабатывать химическим способом детали с зазорами и каналами, из которых трудно полностью удалить раствор.

Химической обработке для удаления продуктов коррозии подвергают изделия из стали, чугуна, медных и алюминиевых сплавов.

Состав и количество компонентов растворов обычно зависят от металла, из которого изготовлены детали или изделия, и от способа химической обработки.

Для удаления продуктов коррозии со стальных (чугунных) деталей применяются растворы следующих составов: 250—1000 см<sup>3</sup> фосфорной кислоты (уд. вес 1,71), 800—1000 г хромового ангидрида, 200 см<sup>3</sup> этилового спирта, 600 см<sup>3</sup> бутилового спирта, 40 г гидрохинона, 1000 см<sup>3</sup> воды или 190—240 см<sup>3</sup> фосфорной кислоты (уд. вес 1,71), 200—250 см<sup>3</sup> ацетона, 8—10 г гидрохинона; 1000 см<sup>3</sup> воды. Обработку деталей указанными растворами следует производить при плюсовой температуре, выдерживая их в растворе до полного удаления коррозии. После удаления продуктов коррозии детали промывают в холодной воде, затем в содовохромпиковом растворе состава: 1,5—2,5 г/л кальцинированной соды, 0,5—1,0 г/л хромпика (калиевого или натриевого); температура раствора в пределах 60—80° С. Промывка осуществляется в ваннах из листовой стали. После этого детали просушивают и перед нанесением на них смазки обрабатывают растворителями.

Для удаления продуктов коррозии с деталей из алюминиевых сплавов можно применять раствор следующего состава: 80 г хромового ангидрида, 200 см<sup>3</sup> фосфорной кислоты (уд. вес 1,71), 1000 см<sup>3</sup> воды. Раствор применяется при плюсовых температурах без подогрева, детали выдерживаются в нем до полного удаления продуктов коррозии. Ванны для промывки деталей используются также из листовой стали. После обработки детали промывают горячей в воде, а затем просушивают и перед нанесением смазки обрабатывают растворителями.

В случае удаления коррозии с деталей из медных сплавов, кроме бронзы Бр.АЖМ и свинцовистой, применяются растворы,

содержащие 100 см<sup>3</sup> серной кислоты (уд. вес 1,84), 900 см<sup>3</sup> воды, или 100 г бисульфита натрия и 1000 г воды. Промывка при этом должна производиться в эмалированных ваннах. Растворы применяют без подогрева, детали выдерживают в растворе до удаления продуктов коррозии. Затем детали промывают в холодной и горячей воде. После удаления продуктов коррозии с деталей из медных сплавов рекомендуется производить пассивирование деталей в растворе состава: 30 см<sup>3</sup> серной кислоты, 90 г хромового ангидрида, 1 г хлористого натрия, 1000 см<sup>3</sup> воды.

Некоторые составы растворов и режимы струйного травления и пассивирования латунных изделий приведены в табл. 3, стальных изделий — в табл. 4.

3. Составы растворов для струйного травления и пассивирования латунных изделий

Операция	Состав раствора	Температура раствора в °С	Давление струи в ат	Продолжительность обработки в с
Промывка	Вода	70—80	3	45
Обезжиривание	50 г/л каустической соды; 20 г/л жидкого стекла	60—70	3	30
Промывка	Вода	50—60	—	—
»	»	15—20	2	15
Травление	См. примечание	30—40	3	60
Осветление	100% серной кислоты; 10 г/л хромпика	30—40	3	30
Промывка	Вода	15—20	2	15
Пассивирование	40 г/л хромпика; 15 г/л серной кислоты	30—40	3	30
Промывка	Вода	15—20	2	15
»	»	60—70	2	15
Обдувка сжатым воздухом	—	15—20	1,5	15
Сушка рефлекторными лампами	—	—	—	60

Примечание. Рекомендуется один из следующих составов травильных растворов (в г/л):

- 1) 100 серной кислоты, 50 соляной кислоты;
- 2) 100 серной кислоты, 50 нитрита натрия;
- 3) 100 серной кислоты, 30 нитрита натрия;
- 4) 150 соляной кислоты, 20 ингибитора ПБ-5.

Составы растворов, рекомендуемых П. А. Галактионовым и А. Ф. Дробиним для одновременного струйного обезжиривания и травления стальных изделий, приведены в табл. 5.

4. Составы растворов для струйного травления и пассивирования стальных изделий

Операция	Состав раствора	Температура раствора в °С	Продолжительность обработки в с
Промывка	Вода	70—80	45
Обезжиривание	30 г/л едкого натра; 10 г/л кремнекислого натрия; 30 г/л сернистого натрия	70—80	100—120
Промывка	Вода	50—60	15
»	»	15—20	15
Травление	150 г/л соляной кислоты; 20 г/л ингибитора ПБ-5	50—60	100—120
Декапирование	50 г/л соляной кислоты; 20 г/л нитрита натрия	15—20	0,5—1,0
Промывка	Вода	15—20	15
Пассивирование	60 г/л кристаллического монофосфата цинка; 30 г/л нитрита натрия	40—50	120
Промывка	Вода	15—20	15
»	»	60—70	15
Обдувка сжатым воздухом	—	—	60

5. Составы растворов для одновременного струйного обезжиривания и травления стальных изделий

Номер раствора	Состав раствора в г/л						Тиночевина
	Серная, соляная или фосфорная кислоты	Моющие вещества		Противопенные добавки			
		ОП-7 или ОП-10	ОС-20	Кремний-органическая жидкость М-7 или НППС	Уайт-спирит в мл	Стеароко-6	
1	100—300	3—5	—	0,05—0,5	—	—	3—5
2	100—300	3—5	—	—	20	—	3—5
3	100—300	—	3—5	—	—	12—10	3—5

Примечания: 1. Температура растворов в °С: 45—60 серной кислоты; 20—30 соляной кислоты; 60—70 фосфорной кислоты.  
2. Давление 1,5—2,5 ат.

Одновременное обезжиривание и травление струйным методом сопровождается интенсивным вспениванием раствора, поэтому вводится противопенная добавка. При струйном способе очистки скорость обезжиривания и травления возрастает в несколько раз.

## **6. Контроль подготовки поверхности к нанесению защитных покрытий и консервации**

Перед нанесением защитных покрытий и консервацией поверхности ее предварительно тщательно очищают от окислов и загрязнений, обезжиривают, просушивают, а непосредственно перед нанесением покрытия или перед консервацией контролируют. На поверхности не должно быть следов ржавчины, раковин, рисок, загрязнений от наждачной шкурки, сварки, паяльных флюсов, жировых пятен, влаги и т. п. Следует иметь в виду, что при небрежной подготовке поверхности покрытия будут некачественными, а консервация не обеспечит защиту изделий от коррозии.

Подготовка поверхностей изделий производится непосредственно перед нанесением покрытия или перед консервацией. Контроль качества подготовки заключается в следующем: в наблюдении за выполнением последовательности и режимов технологических операций обезжиривания, травления, нейтрализации, пассивирования, промывки и сушки изделий; в своевременном анализе химических растворов, промывных вод, применяемых материалов; в визуальном контроле очищенных поверхностей.

При плохой подготовке поверхности для консервации на стальных и чугунных изделиях продукты коррозии появляются в виде налета ржавчины оранжево-бурого цвета, которая при сильном распространении переходит в сплошную массу наростов бурого или коричневого цвета; продукты коррозии могут также иметь вид темных пятен или точек. На изделиях из алюминиевых и магниевых сплавов продукты коррозии имеют вид пятен или порошкообразного налета белого цвета; при дальнейшем развитии коррозии появляются раковины, обычно заполненные продуктами коррозии (белого и серого цвета). На меди и медных сплавах продукты коррозии появляются в виде темных пятен или налета зеленого, реже черного цвета. В сплавах меди со свинцом (свинцовистая бронза) продукты коррозии имеют вид налета черного, темно- или светло-зеленого цвета. На лакированных или окрашенных изделиях вызывающие вздутие пленки, а затем шелушение ее. На поверхности стальных оксидированных и фосфатированных изделий продукты коррозии появляются в виде ржавчины оранжево-бурого цвета или в виде пятен и точек по цвету мало отличающихся от цвета поверхности металла. На оцинкованных изделиях продукты коррозии на покрытии имеют вид пятен или точек белого, серого цвета или белого порошкообразного налета.

В процессе промывки моющие растворы подвергают периодическому анализу. Для приготовления консервирующих и моечных

растворов применяется дистиллированная, водопроводная, речная или артезианская вода. Анализа дистиллированной воды можно не производить. При использовании водопроводной, речной или артезианской воды производится анализ ее на содержание хлоридов и сульфатов, количество которых в воде не должно превышать 0,2%, а также определяется щелочность (кислотность) воды, реакция которой должна быть нейтральной или слабощелочной. Для определения содержания хлоридов к 100 мл контролируемой воды прибавляется три-четыре капли фенолфталеина и производится титрование 0,1-процентным раствором  $H_2SO_4$  до обесцвечивания раствора, затем добавляется пять капель  $K_2CrO_4$  и титруется 0,1 н. или 0,01 н. раствором  $AgNO_3$  до побурения всего раствора. Содержание хлоридов определяется по формуле

$$\% Cl' = \frac{A \cdot N_{35,45}}{B \cdot 1000} 100,$$

где  $A$  — количество  $AgNO_3$ , пошедшее на титрование, в мл;  $N$  — нормальность раствора;  $B$  — количество взятой для контроля воды в мл; 35,45 — грамм-эквивалент  $Cl'$ .

При определении содержания сульфатов 200 мл испытуемой воды подкисляют концентрированной  $HCl$  до кислой реакции и нагревают до кипения. Затем при непрерывном помешивании прибавляется по каплям 5 мл 10-процентного раствора  $BaCl_2$ , после чего отстаивается 1—2 ч. Выделившийся осадок отфильтровывается через бензольный фильтр, промывается водой до отрицательной реакции на хлор-ион, высушивается и прокаливается до постоянного веса. Содержание сульфатов определяется по формуле

$$\% SO_4 = \frac{D \cdot 96}{233,36B} 100,$$

где  $D$  — количество осадка  $BaSO_4$  после прокаливания в мл;  $B$  — объем контролируемой воды в мл; 96 — молекулярный вес  $SO_4$ ; 233,36 — молекулярный вес  $BaSO_4$ .

Определение щелочности воды производится при опускании лакмусовой бумаги в контролируемую воду: синий цвет указывает на щелочную реакцию, красный — на кислую.

Анализ мочечных растворов производится сразу после их приготовления и в последующем — два раза в неделю перед началом работы. О корродирующем действии мочечных растворов на металлы можно судить по изменению поверхности чугунной пластинки под каплями раствора, для чего круглые пластинки из серого (литейного) чугуна диаметром 38—40 мм и толщиной 4 мм или квадратные со сторонами 48×50 мм и толщиной 5 мм отшлифовать наждачной шкуркой, промыть бензином и протереть сначала гигроскопической ватой, смоченной этиловым спиртом, а затем сухой ватой. После испарения спирта на пластинки наносят по пять капель испытуемого раствора; капли располагают на таком расстоянии друг от друга, чтобы они не сливались.



Пластинки следует затем оставить на рассеянном свете при комнатной температуре и при 50—60% относительной влажности. Через 3 ч, независимо от того, высохли капли или нет, они стираются ватой, смоченной спиртом или бензином Б-70, и пластинки тщательно осматривают. Раствор считается корродирующим, если хотя бы одна капля вызывает коррозию металла. В этом случае раствор корректируется или заменяется.

## 7. Механизация работ по очистке поверхностей труб

При изготовлении котлов, парогенераторов, теплообменников и другого теплообменного оборудования, при монтаже водопаропроводов и других систем энергетических станций производится очистка внутренней поверхности труб или удаление с них консервирующих веществ.

Трубы из углеродистой стали, поступающие с заводов-поставщиков, обычно имеют на своей поверхности консервирующую смазку и прокатную окалину. В процессе горячей или холодной гибки трубы дополнительно загрязняются, образуется окалина. Трубы из нержавеющей стали, как правило, поступают электрополированными или протравленными, горячей гибке подвергаются в редких случаях и загрязняются в условиях производства. Трубы из меди и медно-никелевых сплавов поступают окисленными, в процессе холодной гибки появляются жировые и механические загрязнения, а при горячей гибке — плотная окалина.

В зависимости от назначения и условий эксплуатации к внутренним поверхностям трубопроводов предъявляются требования, по которым они могут быть разделены на три группы

К первой группе относятся наиболее ответственные системы (системы воды высокой чистоты, гидравлики, автоматики и т. п.), на их внутренней поверхности не допускаются следы окалины, ржавчины, жировых загрязнений. После монтажа они подвергаются дополнительному обезжириванию или промывке.

Ко второй группе относятся ответственные системы (азота, воздуха высокого давления и т. п.), на внутренней поверхности которых не допускаются вышеперечисленные загрязнения, но дополнительная очистка после монтажа не производится.

К третьей группе относятся менее ответственные системы (воздухоудаления, проточной воды), на их внутренней поверхности допускаются после очистки следы неудаленной окалины, ржавчины и жировых загрязнений.

Технология и средства очистки зависят от назначения системы и от металла труб (табл. 6 и 7). Очистка включает в себя обезжиривание и травление труб и проводится обычно в стационарных ваннах.

Обезжиривание заключается в обработке труб в растворах, обеспечивающих полное удаление масла и эмульсий. Для обез-

## 6. Схема технологического процесса очистки труб различных металлов

Трубы из нержавеющей стали	Трубы из углеродистой стали	Трубы из меди и медных сплавов
Обработка паром или органическим растворителем Химическое обезжиривание. Рецепт № 1 или 2 (табл. 7) Промывка холодной водой		
Контроль нейтральности промывных вод Сушка	Травление, Рецепт № 5 или 6, или 7 Промывка холодной водой	Травление. Рецепт № 3 или 4 Промывка холодной водой
Контроль (визуальный, пыжом) Укупорка	Контроль нейтральности промывных вод Пассивирование Промывка холодной водой	Осветление. Рецепт № 8 Промывка холодной водой Контроль нейтральности промывных вод
Сушка Контроль (визуальный, пыжом) Укупорка		

жирирования используются: органические растворители (бензин, дихлорэтан, уайт-спирит, ацетон); щелочные растворы, в состав которых входят кальцинированная сода, тринатрийфосфат, едкий натр и жидкое стекло; щелочные растворы с применением поверхностно активных веществ (синтанола, сумгайтского сульфанола, эмульгатора ОП-7 или ОП-10).

Путем травления удаляют прочный плотный слой окалины. Для травления углеродистой стали обычно применяют растворы соляной и серной кислот с добавками азотной кислоты или азотнокислых солей и уротропина.

Травление труб из меди и медно-никелевых сплавов производится в растворах серной и соляной кислот или серной и азотной кислот с последующим пассивированием в растворе, содержащем хромовый ангидрид и серную кислоту.

Процесс обезжиривания и пассивирования поверхности труб может быть значительно ускорен, а качество его повышено путем применения принудительной циркуляции растворов. В этом случае химический процесс омыления и эмульгирования жиров сопровождается механическим воздействием потока раствора. Качество улучшается и за счет ликвидации воздушных мешков в погибах и застойных зонах.

7. Составы растворов и режимы очистки труб методом принудительной циркуляции растворов

Наименование операций, состав растворов, режимы обработки	Номер рецепта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Химическое обезжиривание									
Едкий натр в г/л	20—30	10—15	—	—	—	—	—	—	—
Тринатрийфосфат в г/л	50—60	25—30	—	—	—	—	—	—	—
Кальцинированная сода в г/л	50—60	25—30	—	—	—	—	—	—	—
Жидкое стекло в г/л	5—10	2—5	—	—	—	—	—	—	—
Сумгангский сульфатол в г/л	—	5	—	—	—	—	—	—	—
Температура в °С	60—70	60—70	—	—	—	—	—	—	—
Давление в системе в кгс/см <sup>2</sup>	1—2	1—2	—	—	—	—	—	—	—
Продолжительность в мин	15	15	—	—	—	—	—	—	—
Травление									
Серная кислота уд. веса 1,84 в г/л	—	—	150—300	150	—	—	—	—	—
Соляная кислота уд. веса 1,19 в г/л	—	—	—	50	—	180—200	100—200	180—200	—
Азотнокислый натрий в г/л	—	—	—	—	70	—	—	—	—
Двуххромовокислый калий в г/л	—	—	15—20	—	—	—	—	—	—

Наименование операций, состав растворов, режим обработки	Номер рецепта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уротропин в г/л	—	—	—	—	20	20	—	—	—
Ингибитор ПБ-5 в г/л	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Температура в °С	—	—	15—25	10—25	15—25	15—25	15—25	—	—
Давление в системе в кгс/см <sup>2</sup>	—	—	1—2	1—2	1—2	1—2	1—2	—	—
Продолжительность в мин	—	—	10	10	20	20	20	—	—
О с в е т л е н и е									
Серная кислота уд. веса 1,84 в г/л	—	—	—	—	—	—	—	40	—
Хромовый ангидрид в г/л	—	—	—	—	—	—	—	80—100	—
Температура в °С	—	—	—	—	—	—	—	15—20	—
Продолжительность в мин	—	—	—	—	—	—	—	20—30	—
П а с с и в и р о в а н и е									
Азотнокислый натрий в г/л	—	—	—	—	—	—	—	—	100
Кальцинированная сода в г/л	—	—	—	—	—	—	—	—	15
Температура в °С	—	—	—	—	—	—	—	—	15—20
Давление в системе в кгс/см <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	1—2
Продолжительность в мин	—	—	—	—	—	—	—	—	2—3 <small>на цикл</small>

В настоящее время на ряде предприятий внедряются такие установки для циркуляционной очистки (рис. 4). Установка включает стационарную ванну, кислотостойкий насос, коллектор для установки труб и кассеты крепления труб на ванне.

Циркуляция обезжиривающего, травильного и пассивирующего растворов через внутреннюю поверхность очищаемых труб осуществляется насосом, сток растворов из труб производится в ту же ванну.

Как показали результаты эксплуатации, циркуляционная установка позволяет ускорить процесс обезжиривания и травления

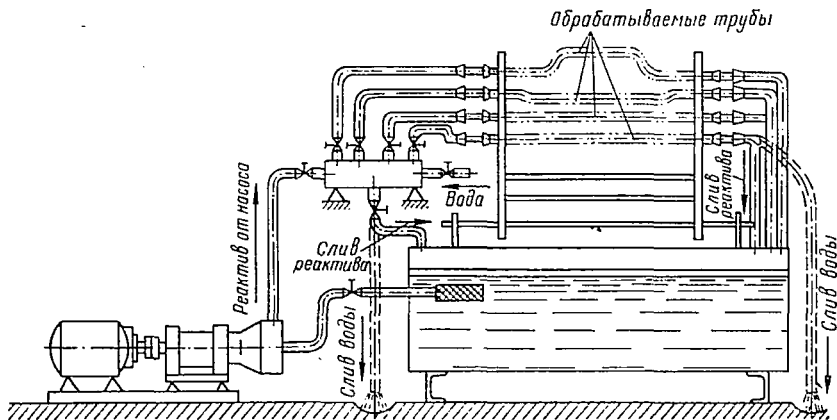


Рис. 4. Схема установки для циркуляционной очистки труб

в два-три раза и сократить трудоемкость процесса примерно в три раза (в сравнении со способом очистки в стационарных ваннах) при более высоком качестве очистки.

Особенно эффективно применение этого способа при очистке труб малого диаметра и сложной конфигурации. Следует учесть, что при очистке труб сложной конфигурации возможен неполный слив реактива. В этом случае рекомендуется продувка их очищенным от пыли и масла сжатым воздухом.

Часть работ по очистке труб от загрязнений, пыли и средств консервации проводится вручную путем протаскивания через трубы пыжей, закрепленных на проволоке. При этом затрачивается много времени и усилий. В отдельных случаях, например при сборке парогенераторов или теплообменников с U-образными трубами, такую операцию произвести вручную трудно или вообще невозможно. Для выполнения подобных операций с успехом используется сжатый воздух, с помощью которого производится прострел труб тампонами, смоченными в специальных моющих или консервирующих растворах. Операции подобного рода приходится выполнять в процессе изготовления теплообменного оборудования неоднократно, например при расконсервации перед

ультразвуковой дефектоскопией трубок для трубного пучка, после приварки трубок и трубной доски перед отжигом, при очистке трубных пучков после пропаривания и т. д.

Для простреливания пыжей могут быть использованы пневмоустройства небольших габаритов для подачи и отсечки воздуха. Воздух, очищенный от влаги и масла, хранится в баллонах под давлением 100—150 кгс/см<sup>2</sup> и подается к пневмоустройству через редуктор, понижающий давление до 15—10 ат. Большое понижение (до 3—4 кгс/см<sup>2</sup>) нежелательно, так как при этом, как показывает практика, происходит выпадение влаги, поверхность трубок становится влажной и быстро корродирует.

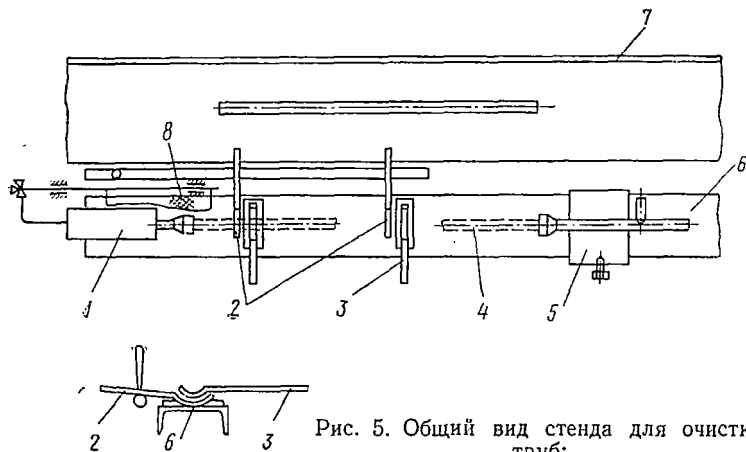


Рис. 5. Общий вид стэнда для очистки труб:

1 — левый зажим; 2 — рычаг подачи очищенных труб; 3 — рычаг приема грязных труб; 4 — очищаемая труба; 5 — правый зажим; 6 — стол стэнда; 7 — стеллаж для чистых труб; 8 — защитная сетка

Пыж изготавливается из куска технической бязи или мадаполама. Для трубок небольшого диаметра (14—16 мм) вырезается салфетка размером 50×50 мм, которая вводится с помощью Г-образно согнутого куска проволоки внутрь трубки. Салфетки предварительно нарезаются и вводятся указанным способом во все трубки, а затем простреливаются. На пути вылетающих пыжей перед трубной доской на расстоянии 500—400 мм от нее ставится щит, чтобы пыжи не разлетались, а также чтобы обеспечить требование техники безопасности.

Для обработки таким способом большого количества труб прямых, без погибов, может быть рекомендован стэнд-полуавтомат, схема которого приведена на рис. 5. Зажимы крепятся на столешвеллере. Правый (фиксируемый) зажим передвигается и фиксируется болтом на швеллере. Конструкция левого зажима представлена на рис. 6. Зажим состоит из цилиндра, внутри которого перемещается поршень с пустотелым штоком. Через этот шток подводится или отводится воздух для простреливания тампона. Поршень

постоянно отжимается пружиной влево. Вправо поршень передвигается воздухом, поступающим из баллона через трехходовой кран. Привод трехходового крана и рамка с предохранительной сеткой смонтированы на одной оси. При опускании (повороте)

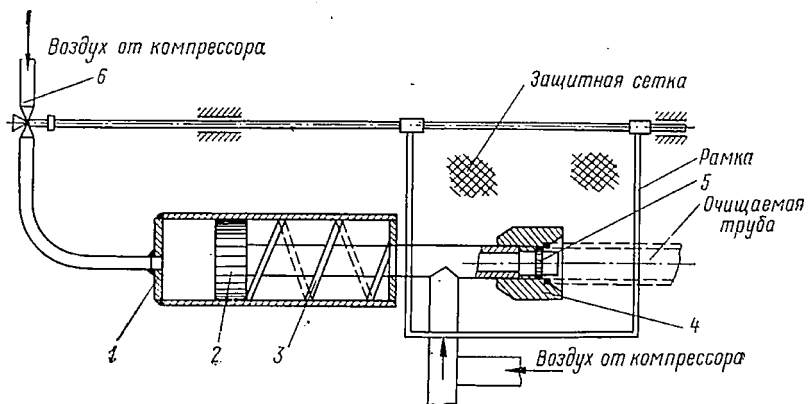


Рис. 6. Схема зажима:

- 1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — пружина возврата поршня; 4 — головка зажима;  
5 — сетка; 6 — трехходовой кран

предохранительной сетки поворачивается привод трехходового крана и сообщает баллон с полостью зажима. Поршень движется вправо, выбираются зазор между штоком и трубой, зазор между

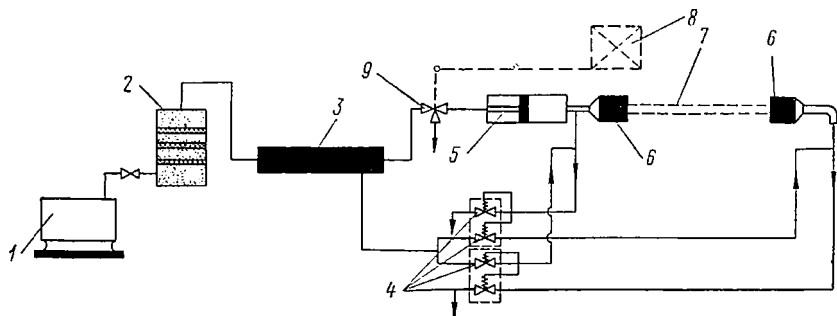


Рис. 7. Пневматическая схема станда:

- 1 — компрессор; 2 — фильтр-масловлагоотделитель; 3 — компенсатор объема; 4 — электромагнитные клапаны; 5 — цилиндр с поршнем для зажима; 6 — зажимы; 7 — очищающая труба; 8 — защитная сетка; 9 — трехходовой кран

торцами трубы и зажимов. Перед опусканием предохранительной сетки со стороны левого зажима в трубу вводится тампон, смоченный в растворителе.

При открытии электромагнитного клапана, сообщающего через шток полость трубы с баллоном, воздух, поступающий из баллона, проталкивает тампон через трубу. Тампон останавливается перед

правым зажимом, в котором вмонтирована сетка, пропускающая воздух и задерживающая тампон. При переключении клапанов, как это видно из рис. 7, воздух гонит тампон в обратном направлении. Таким образом, путем неоднократного переключения клапанов тампон простреливается несколько раз по трубе. После окончания очистки трубы рамка с предохранительной сеткой поднимается, одновременно поворачивается привод трехходового крана, сообщающего полость над поршнем с атмосферой. Поршень под действием пружины перемещается влево и освобождает конец трубы, из которого извлекается использованный тампон.

Поворотом рычагов подачи труб (см. рис. 5) очищенная труба приподнимается и скатывается на стеллаж, расположенный рядом.

Управление всеми операциями по очистке трубы осуществляется одним человеком.

Производительность стенда при обслуживании одним рабочим 60—70 труб за смену (независимо от длины трубы).

При отсутствии в составе схемы компрессора может быть использован баллон со сжатым воздухом и редуктором давления.

Применение описанного выше стенда позволяет значительно сократить трудоемкость работ по очистке внутренних поверхностей труб, повысить культуру труда.

### Глава III

## СПОСОБЫ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Металлические покрытия предназначены для защиты деталей от коррозии. Защитное действие покрытий обусловлено их сплошностью, стойкостью металла покрытия в данных условиях, а также соотношением между постоянными потенциалами металла покрытия и защищаемого металла.

Покрытие с более отрицательным, чем защищаемый металл, потенциалом называется анодным. Срок службы анодных покрытий определяется их толщиной и скоростью коррозии в данных условиях. К таким покрытиям, широко применяемым в машиностроении, относится покрытие цинком.

Покрытия более электроположительные, чем металл изделия, называются катодными и защищают изделия при условии, если покрытие нигде не нарушено, т. е. при полной изоляции изделия от агрессивной среды. В местах повреждения покрытия возникает язвенная и подслоная коррозия. К таким покрытиям относятся покрытия медью, никелем, хромом.

Металлические покрытия обладают, по сравнению с лакокрасочными, большей механической прочностью; анодные покрытия, кроме того, обеспечивают электрохимическую защиту. Недостатком их является более сложная технология нанесения и более высокая стоимость.



Существуют различные способы нанесения металлических покрытий: горячие, гальванические, термодиффузионные, химические, напылением, методом плакирования.

## 8. Горячее и термодиффузионное цинкование

Горячие покрытия получают путем погружения защищаемого изделия в ванну с расплавленным металлом.

Одним из наиболее распространенных металлических покрытий является оцинковка. Цинк, благодаря хорошей стойкости в атмосферных условиях, протектирующему действию, широко применяется для защиты железных изделий.

Наиболее распространенная область применения этого способа в последнее время — оцинковка труб и фасонных частей в судостроении.

Как свидетельствуют стендовые и эксплуатационные испытания, цинковые покрытия в морской воде подвергаются более интенсивному износу в первоначальный период эксплуатации, затем скорость износа уменьшается, стабилизируется. Срок службы цинкового покрытия при прочих равных условиях зависит от толщины покрытия. При современном уровне горячего цинкования толщина покрытий, указанных в технической документации, составляет не менее 100—120 мкм, что обеспечивает увеличение срока эксплуатации судовых трубопроводов в морской воде до пяти лет.

Качество горячей оцинковки определяется равномерностью толщины покрытия по всей поверхности трубы (при соблюдении толщины покрытия не менее 100—120 мкм), отсутствием шероховатости и местных наплывов, прочностью сцепления покрытия с основным металлом.

Качество и толщина покрытий труб зависят: от тщательности подготовки поверхности труб к цинкованию (травления, промывки, флюсования, просушки); состава расплава цинка (содержания алюминия, железа и других элементов, растворенных в цинке); от режима цинкования (температуры расплава при цинковании, времени выдержки труб в цинке); от приемов цинкования (способа, скорости, угла наклона погружения и выема труб из расплава) и др.

Большое значение для качества оцинковки труб имеет тщательное удаление окалины с поверхности. Для снятия окисного слоя на участках горячей оцинковки применяется химическое травление серной или соляной кислотами с последующей промывкой в холодной проточной воде. Для травления обычно используется соляная ингибированная кислота в количестве 100—150 г/л при температуре раствора 18—23° С.

Промытые трубы сушат горячим (60—100° С) воздухом и подвергают дробеструйной очистке с обоих концов труб до полного удаления остатков окалины. Как показывает опыт цинкования,

дробеструйная очистка повышает качество очистки поверхности труб, особенно труб сложной конфигурации.

Обязательной операцией перед цинкованием является флюсование труб. Цель его — удаление с поверхности трубы железных солей, оставшихся после травления и промывки или образовавшихся на свежепротравленной поверхности, а также растворение окислов железа и цинка зеркала ванны.

На участках цинкования принято флюсование в крепком водном растворе флюса. Флюсование производится погружением труб в ванну с водным раствором, содержащим 8—10% хлористого аммония, 16—22% хлористого цинка при температуре 60—70° С, в течение 7—10 мин. В процессе флюсования обеспечивается заполнение труб раствором и смена его, а при извлечении — удаление раствора из труб.

После флюсования трубы поступают в сушильную камеру, где находятся при температуре 100—120° С до полного испарения влаги, поверхности труб при этом покрываются равномерным полупрозрачным белым налетом флюса. Следует иметь в виду, что при превышении требуемой температуры и продолжительности сушки флюс разлагается и теряет свои качества, трубы не оцинковываются. Признаком разложению флюса является его потемнение до коричневого цвета.

Цинкование труб осуществляется в расплаве металлов цинка и алюминия.

Ванна горячего цинкования (рис. 8) может быть изготовлена из стали марки Ст.5 или 08кп или, в целях увеличения срока службы, из титана. Толщина стенки стальной ванны 36 мм, емкость ванны обычно 25—30 т. При больших емкостях резко возрастает угар цинка и расход электроэнергии или топлива на обогрев. Ванна футерована шамотным кирпичом, выложенным в металлических передвижных кожухах 1, удобных для обслуживания и ремонта нагревательных элементов 2, размещенных с левой и правой боковой сторон по длине ванны. Время нагрева расчетного объема цинка в ванне до 470° С составляет 10—12 ч.

В ванне находится в расплавленном состоянии около 20 т цинка, 4 т свинца, 36 кг хлористого аммония, 0,4 кг глицерина. Хлористый аммоний и глицерин вводятся для получения эластичного покрытия и большей прочности сцепления цинка с металлом

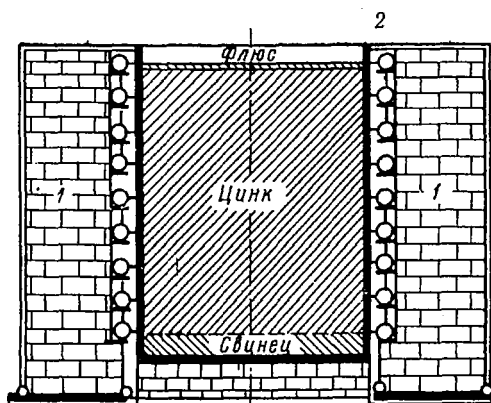


Рис. 8. Ванна горячего цинкования

трубы. Свинец создает на дне ванны свинцовую подушку толщиной 100—150 мм, которая позволяет предохранить от пригара гартцинка к днищу ванны и извлечь его из расплавленной массы. Гартцинк образуется в результате реакции жидкого цинка и железных солей на поверхности труб и железа труб и стенок ванны. Гартцинк осаждается и скапливается на дне ванны.

Введение алюминия в цинк значительно уменьшает угар цинка, замедляет процесс растворения стенки оцинковочной ванны и тем увеличивает срок ее службы. Присутствие алюминия в расплаве придает покрытию хороший товарный вид. Алюминий вводится в ванну в виде эвтектической алюминиево-цинковой лигатуры. Содержание алюминия в расплаве ограничивается 0,04—0,06%. Увеличение содержания его сверх указанной нормы приводит к уменьшению толщины покрытия.

Соприкосновение цинкуемой трубы с гартцинком способствует появлению наплывов и шероховатостей на поверхности покрытия. Поэтому гартцинк регулярно (не реже одного-двух раз в неделю) вычерпывается из ванны подогретыми перфорированными черпаками в подогретые изложницы. Перед извлечением гартцинка расплав в ванне отстаивается в течение 2—3 ч при 430—435°С. Уменьшению расхода цинка на образование гартцинка способствует тщательная подготовка поверхности труб к цинкованию. На зеркале ванны вследствие взаимодействия расплавленного цинка с атмосферой постоянно образуется и накапливается окисленный цинк (гравий), который регулярно должен удаляться с поверхности сухими шумовками.

Для получения покрытия толщиной 100—120 мкм температура расплавленного цинка в ванне должна быть 450—460°С. Температура расплава контролируется автоматическими потенциометрами типа ПС1-08. Время выдержки труб в ванне цинкования колеблется от 1,5 до 7 мин в зависимости от массы трубы и времени, необходимого для нагрева до температуры расплава.

Труба погружается в ванну погибами вниз, под углом к зеркалу цинка плавно, чтобы расплав последовательно поступал в трубу от одного ее конца до другого. При этом один конец трубы должен находиться над цинком для обеспечения свободного выхода воздуха из трубы. Труба при погружении не должна касаться гартцинка, скапливающегося на дне ванны, во избежание образования шероховатости покрытий. При извлечении из ванны труба поднимается вначале тем концом, которым она погружалась в ванну. При выемке трубы избегают ударов ее о стенки ванны. Излишки цинка с поверхности трубы удаляют встряхиванием или обстукиванием трубы в подвешенном состоянии деревянной киянкой. Производительность ванны около 100 труб за смену. Внедрение горячей оцинковки труб дает годовую экономию более 60 тыс. руб., в то время как затраты на организацию и оборудование составляют около 20 тыс. руб. Горячая оцинковка осу-

щества в обычных производственных условиях любого судостроительного и машиностроительного предприятия.

Термодиффузионный способ по сравнению с горячим цинкованием менее производительный и более трудоемкий, но получаемое при этом покрытие по стойкости превосходит покрытия, полученные электролитическим или горячим способом.

Процесс осуществляется путем заполнения внутренних полостей труб шихтой и последующего нагрева в специальной печи. Основной компонент шихты — цинковая пыль (путьера) является отходом производства, дешевым и недефицитным материалом. Для предохранения цинковой пыли от оплавления и спекания при температуре, превышающей точку плавления цинка, в шихту вводится кварцевый песок.

Состав шихты: 70—80% цинковой пыли тонкого помола; 30—20% кварцевого речного песка, пропущенного через сито с ячейкой 0,3—0,5 мм и прокаленного при 500—800° С. Цинковая пыль перед приговлением шихты прокаливается без доступа воздуха при 280—400° С в течение 3 ч. Компоненты шихты после остывания смешиваются в требуемом соотношении. Для лучшего перемешивания шихта пропускается через бегуны, а затем подается на участок набивки. В процессе цинкования шихта используется многократно.

Для термодиффузионного цинкования применяется следующее оборудование: электропечь для нагрева покрываемых труб и других изделий; установка для засыпки шихты в трубы и удаления шихты после цинкования; грузоподъемное устройство; технологическая оснастка для подготовки и проведения процесса; система вентиляции участка. Электропечь (рис. 9) состоит из стального цилиндрического корпуса 1, наружного кожуха 2 и внутреннего экрана 3. Пространство между корпусом и наружным кожухом заполнено вермикулитом 4, выполняющим роль термоизоляционного материала. Между корпусом и внутренним экраном по окружности размещены спиральные электронагреватели 5, изготовленные из проволоки. Выводы нагревателей проходят через заднюю стенку 6 печи к щиту, соединенному кабелем с пультом управления.

По оси печи на задней стенке установлен центробежный вентилятор 7 с приводом 8, обеспечивающий направленную подачу воздуха от нагревателей из полости между корпусом и экраном в рабочую зону печи 9. Вентилятор имеет диаметр колеса 900 мм. Его подшипники 10 укреплены на сварной раме, размещенной вне печи.

Нагреваемые изделия подаются в рабочую зону на подвижной платформе 11,двигающейся по рельсовым путям 12, закрепленным внутри рабочей зоны. Печь установлена в приямке таким образом, что плоскость рельс внутри нее совпадает с плоскостью рельсовых путей, забетонированных в полу помещения.

Передний торец печи и вход в рабочую зону закрывается подъемной дверью (рис. 10). С целью обеспечения беспрепятственного

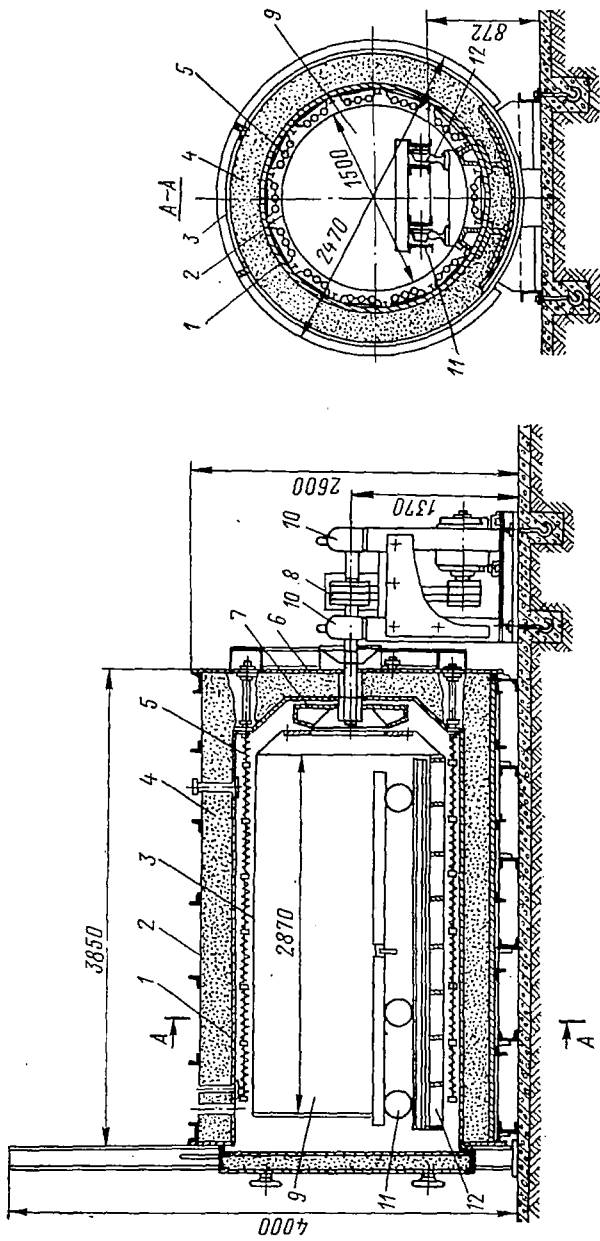


Рис. 9. Электролизер (продольный и поперечный разрезы)

открывания и исключения заклинивания двери 1 при температурных влияниях она установлена в самостоятельных направляющих 2, имеет автономный электропривод 3 подъема и опускания через цепную передачу 4. В крайнем верхнем и нижнем положениях двери электропривод автоматически отключается конечными выключателями. Плотность прижатия двери к переднему торцу корпуса печи обеспечивается четырьмя винтовыми прижимами 5, снабженными маховиками.

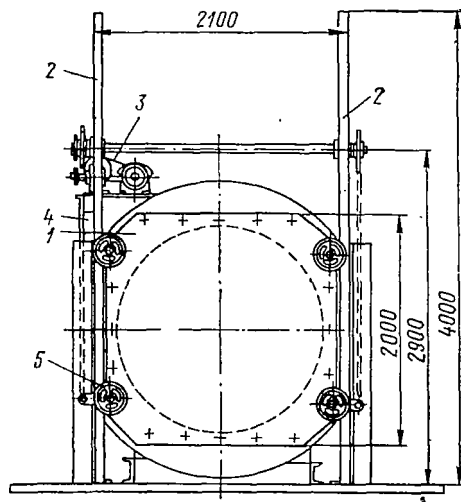


Рис. 10. Подъемная дверь электропечи

Для удобства работы предусмотрена возможность переключения нагревателей печи с треугольника на звезду, позволяющего изменять мощность печи.

#### Техническая характеристика печи

Размеры рабочей зоны в мм:	
диаметр . . . . .	1500
глубина . . . . .	2870
Максимальная рабочая температура в °С . . . . .	500
Мощность в кВт . . . . .	180
Число зон . . . . .	1
» фаз . . . . .	3
Напряжение в В . . . . .	380
Единовременная загрузка (с тарой) в кг . . . . .	1500

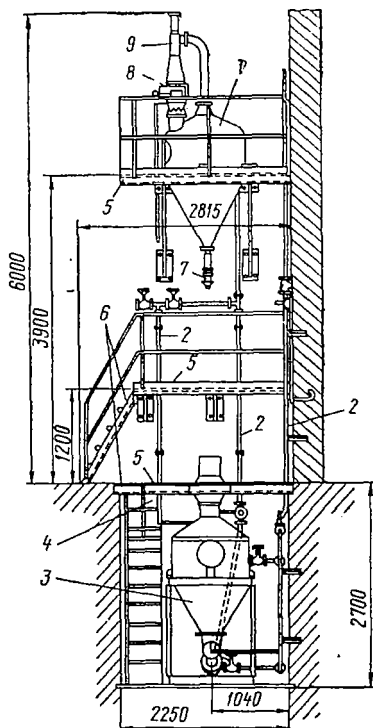


Рис. 11. Установка для засыпки труб шихтой

1 — верхний бункер; 2 — система подвода воздуха к пневмотранспорту; 3 — нижний бункер; 4 — приемный конус; 5 — площадка; 6 — трап; 7 — насадка; 8 — пылесборник; 9 — циклон

Установка для засыпки труб шихтой (рис. 11) смонтирована на участке термодиффузионного цинкования труб и обеспечивает выполнение следующих операций: заполнение труб шихтой, выбивка шихты из труб после цинкования; перегрузка шихты из разгрузочного бункера в загрузочный пневмотранспорт.

#### Техническая характеристика установки

Рабочие объемы бункеров в м <sup>3</sup> . . . . .	0,6
Время перегрузки шихты в загрузочный бункер в мин	8
Давление воздуха на входе в установку при перегрузке шихты в кгс/см <sup>3</sup> . . . . .	5
Габаритные размеры установки в м:	
высота . . . . .	6
глубина приямка . . . . .	2,7
в плане . . . . .	2,25×1,7
Вес в т . . . . .	2

Подготовка поверхности труб к термодиффузионному цинкованию состоит в химическом обезжиривании, промывке в горячей воде, сушке сжатым воздухом, дробеструйной очистке, продувке сжатым воздухом, набивке труб шихтой на установку.

Перемещение труб на участке при выполнении всех операций осуществляется с помощью тельфера.

Торцы и отростки труб закрывают заглушками на асбестовой прокладке, прижимаемыми струбцинами. Заглушки исключают попадание воздуха в трубы в процессе цинкования.

Трубы, заполненные шихтой, помещают на подвижную платформу печи, а затем платформа с помощью механизированного привода вводится в печь. Процесс в печи продолжается 8—10 ч, после чего платформа с цинковавшимися трубами выводится из нее. При этом режиме обеспечивается толщина равномерного цинкового покрытия не менее 150—160 мм.

После остывания трубы освобождают от шихты и продувают сжатым воздухом. Толщина покрытий замеряется магнитным толщиномером типа ИТП-1.

### 9. Гальванопокрытия, плакирование, футерование пластика, оксидирование и фосфатирование

Гальванические покрытия получают путем нанесения металлических осадков при электролизе раствора соответствующих солей. Слой металла, получающийся при этом методе, наиболее равномерен и чист, но толщина слоя значительно меньше, чем при горячем способе. Таким способом осуществляется кадмирование, хромирование и никелирование.

Покрывания по методу плакирования получают совместной прокаткой заготовки с наложенными на нее листами из другого металла. Надежное сцепление с защитным слоем достигается тем, что прокатка ведется в нагретом состоянии. Одновременное действие температуры и давления приводит к хорошей диффузии

между металлами заготовки и покрытия. Таким способом, например, углеродистые стали плакируются нержавеющей сталью или медью, дюралюминий — чистым алюминием.

Широкое применение находят футерование стальных труб и фасонных частей (тройники, переходники и т. п.) сварными трубами из листового винипласта, полиэтилена, а также футерование труб из алюминиевых сплавов термопластами. В качестве материала для футерирующей защитной от коррозионно агрессивных сред оболочки используются поливинилхлорид, аран, тефлон, фторопласт-3 и другие материалы. Этот способ защиты позволяет получить значительную экономию дефицитных материалов, сплавов и одновременно повысить долговечность и надежность эксплуатации оборудования, систем, трубопроводов.

Широкое распространение имеют также оксидирование и фосфатирование. Сущность методов оксидирования и фосфатирования заключается в создании на поверхности металлов слоя из окислов железа (оксидирование) или из солей фосфатов марганца и железа (фосфатирование), которые обладают значительно большей коррозионной стойкостью, чем основной металл.

Оксидирование производится путем обработки изделия из стали и чугуна в кипящем высококонцентрированном растворе едкого натра или едкого кали с добавкой окислителей — нитритов и нитратов. Например, кипячение в течение 1 ч в растворе, содержащем 650 г едкого натра, 200 г натриевой селитры, 200 г перекиси марганца и 1 л воды.

Применяется также бесщелочное оксидирование стали, чугуна, цинка путем обработки их при температуре 100° С в растворах фосфорной кислоты, нитрата кальция или бария и фосфатов марганца.

Широко распространено электрохимическое оксидирование (анодирование) алюминия и его сплавов. Оно производится в растворах серной, хромовой, щавелевой кислот. Чаще применяется анодирование в 20-процентном растворе серной кислоты при плотности тока в 1,5—2,5 а/дм<sup>2</sup>, напряжении 10—20 В, температуре раствора до 30° С и продолжительности обработки 20—60 мин.

Фосфатирование стальных изделий производится в 4-процентном водном растворе дигидрофосфата железа и марганца при температуре 95—99° С. Процесс продолжается 40—60 мин (до прекращения выделения водорода из раствора). При этом на поверхности изделия образуется тонкая, в несколько микронов, пленка фосфатов. Цинковые и алюминиевые изделия фосфатируют в растворе дигидрофосфата цинка.

В сухом воздухе оксидная пленка обладает хорошей химической устойчивостью, но защитные свойства ее во влажной атмосфере невысоки, поэтому оксидированные детали при хранении необходимо покрывать тонким слоем смазки.

Защитная способность против коррозии фосфатных покрытий значительно выше оксидных. Фосфатные покрытия обычно при-



меняются в качестве грунта под лакокрасочные покрытия, фосфатный слой обладает определенной твердостью и хорошо адсорбирует лаки и краски, однако порист и хрупок. Оксидные и особенно фосфатные покрытия хорошо пропитываются маслами и смазками, защитные свойства их при этом значительно повышаются.

## 10. Легкоснимаемые пленочные покрытия

Одним из наиболее распространенных способов защиты стали и других материалов от коррозии является нанесение на защищаемую поверхность лакокрасочных покрытий. В машиностроении лакокрасочные покрытия применяются в основном для длительной защиты наружных поверхностей оборудования. Этот давно известный и хорошо разработанный способ подробно освещен в специальной литературе и поэтому здесь не рассматривается. Отметим только, что к лакокрасочным покрытиям, как правило, предъявляется требование хорошей адгезии, вследствие чего удаление покрытий представляет определенные трудности.

Промежуточным по своему назначению между лакокрасочными покрытиями и упаковочными материалами или консистентными смазками являются легкоснимаемые покрытия (ЛСП). В настоящее время они не нашли еще широкого применения, так как еще недостаточно изучены и освоены, но являются весьма перспективными.

В ряде случаев они представляются наиболее эффективными и технологичными средствами защиты или упаковки. ЛСП могут быть нанесены так же, как и лакокрасочные покрытия, распылением, окунанием или кистью. При этом не требуется специального температурного режима и соответствующего оборудования для сушки. Удаление же покрытия с поверхности просто, почти аналогично расконсервации при бумажной упаковке: оно отрывается лентами после надреза пленки латунным или медным ножом.

ЛСП после высыхания образует пленку, которая плотно прилегает к поверхности изделия, препятствуя проникновению кислорода и влаги из атмосферы к поверхности металла. Добавка ингибиторной присадки, например присадки АКОР, вводимой в раствор перед нанесением покрытия, усиливает защитные свойства пленки.

Обладая хорошим сопротивлением атмосферным воздействиям, достаточной прочностью, ЛСП находят все большее применение в машиностроении. С помощью ЛСП защищаются от коррозии как небольшие детали, так и крупногабаритные конструкции. Таким способом, например, защищают от атмосферной коррозии наружные поверхности крупногабаритных металлоконструкций на атомных станциях. Отдельные части таких металлоконструкций изготавливают на разных предприятиях, а затем транспортируют на монтажную площадку, где перед укрупненной сборкой их наружные поверхности подвергают металлизации (алюминированию).

Время транспортировки и хранения до монтажа исчисляется 10—15 месяцами, хранятся они на открытых необорудованных площадках. Упаковка их, например, в ингибированную бумагу затруднена в связи с большими габаритами и не очень надежна, так как может быть легко нарушена при перегрузках и транспортировке. Поверхности металлоконструкций можно было бы окрасить и тем предохранить от атмосферной коррозии. Однако удаление краски перед металлизацией является операцией трудоемкой, требующей много времени и специального оборудования.

Применение ЛСП в этом случае удобно и экономично. Металлоконструкции сразу после изготовления покрывают снаружи ЛСП и в таком виде транспортируют и хранят до монтажа.

Мелкие детали путем окунания также могут быть покрыты и надежно защищены ЛСП.

Готовится легкоснимаемое пленочное покрытие на основе эмали ХВ-114, в которую добавляется 8—10 вес. % противокоррозионной присадки АКОР-1. Расчетное количество присадки АКОР-1 вводится в эмаль и тщательно перемешивается. Для приготовления большого количества ЛСП (более 40 кг) целесообразно использовать механическую мешалку.

Приготовление и нанесение ЛСП производится при температуре от 10 до 30° С. Срок хранения приготовленного раствора — один-два месяца.

Перед нанесением ЛСП поверхность металлоконструкции должна быть тщательно очищена от пыли, жировых загрязнений и ржавчины, протерта ветошью или обдута воздухом (сухим, очищенным от влаги и масла). Присутствие на поверхности следов паяльных флюсов, смазки и масла, пота (после прикосновения рук), различных солей недопустимо, так как может привести к отставанию покрытий от металлической поверхности, образованию пузырей, нарушению целостности пленки. Наносится ЛСП краскораспылителем.

На небольшие площади (до 1 м<sup>2</sup>) ЛСП можно нанести кистью, а небольшие изделия покрывают окунанием в ванну с раствором.

Вязкость раствора при нанесении краскораспылителем — по вискозиметру ВЗ-4 — 20—40 с, а при нанесении кистью 60—80 с при 20° С. Раствор доводится до необходимой вязкости добавлением разбавителей Р-5 или Р-4.

Наносится ЛСП в три слоя. Толщина пленки после ее высыхания должна быть 150—200 мкм. Время сушки после нанесения каждого слоя не менее 30 мин, а последний слой сушится в течение 20—24 ч.

При погрузке и разгрузке изделий, покрытых ЛСП, следует соблюдать определенные меры предосторожности по предохранению пленки от механических повреждений. В местах поврежденных пленка восстанавливается кистью указанным выше способом.

## 11. Металлизационные покрытия и протекторная защита

Для защиты крупногабаритных металлоконструкций от коррозии и коррозионного растрескивания применяется метод металлизации — напыление на поверхность металла, подлежащего защите, другого металла с лучшими коррозионными свойствами, например цинка, алюминия или их псевдосплавов. Из металлизационных покрытий наиболее надежным и технологичным является покрытие алюминием.

Для замедления коррозии нанесенного металлического слоя последний покрывается одним слоем грунта ВЛ-02 и двумя слоями краски ЭКЖС-40 или краски ЭП-755. Применяются и другие схемы окраски. В отличие от других способов нанесения металлических покрытий метод металлизации более прост и удобен, не требует применения сложного дорогостоящего оборудования. Покрытия наносятся с помощью легкого портативного ручного аппарата. Покрытия могут быть нанесены на изделия любой величины и разнообразной конфигурации.

Для нанесения покрытия вручную используется проволочный газовый металлизационный аппарат, например МГИ-1 или МГИ-2. Металл для разбрызгивания подается в форме проволоки при помощи зубчатых роликов, приводимых в движение от воздушной турбинки. При выходе из насадка проволока расплавляется в пламени кислорода и ацетиленового газа, подводимым по трубке, и напыляется сжатым воздухом на поверхность. Вес аппарата 2 кг, габариты 180×200×100 мм. Максимальная производительность распыления алюминиевой проволоки диаметром 2,5 мм — 3,2 кг/ч. Давление сжатого воздуха 4—5 кгс/см<sup>2</sup>, кислорода — 2—5 кгс/см<sup>2</sup>, ацетиленового 0,35—1,2 кгс/см<sup>2</sup>.

Перед нанесением металлического покрытия поверхность должна быть тщательно очищена. Для очистки используется пескоструйная обработка. Во избежание окисления и загрязнения поверхности, а следовательно, и ухудшения адгезии металлопокрытия, металлизация производится сразу же после очистки поверхности. Продолжительность пескоструйной обработки зависит от требуемой степени шероховатости поверхности, определяемой по эталону.

Протекторная защита заключается в том, что при контакте металлов, погруженных в электролит, металл, обладающий более низким потенциалом, служит анодом и разрушается, в то время как другой металл служит катодом и не подвергается коррозии. К защищаемой конструкции на болтах или каким-либо другим способом, обеспечивающим хороший контакт, прикрепляются пластинки металла с более низким в данной среде потенциалом (протекторы). С помощью протекторов защищаются котлы, конденсаторы, трубопроводы. Протекторы чаще всего изготовляют из цинковых сплавов.

# ЗАЩИТНЫЕ МАСЛА И СМАЗКИ

### 12. Консистентные смазки

Защитные смазки применяются для предохранения металлических поверхностей от коррозии. В сравнении с другими защитными покрытиями для этих же целей (окраска, хромирование и и др.) смазки имеют ряд преимуществ, например легкость нанесения и удаления, относительная дешевизна. Механизм защитного действия большинства защитных смазок сводится к созданию на поверхности металла слоя, который препятствует проникновению атмосферной влаги к защищаемой поверхности металла.

Продолжительность хранения изделий, законсервированных различными смазками, зависит не только от вида смазки, но и от условий хранения (влажность, температура и др.).

Защитные консистентные смазки, применяемые для консервации, не в состоянии полностью предохранить поверхность металлов от проникновения паров воды, а следовательно, и при наличии слоя консистентных смазок существует потенциальная возможность для развития процесса атмосферной коррозии. Скорость проникновения паров воды через слой смазки увеличивается с повышением температуры. Кроме того, смазки непосредственно контактируют с различными марками металлов, которые играют роль катализаторов, влияющих на окисление жидкой минеральной фазы смазок.

К недостаткам консистентных смазок относится и трудность нанесения их на поверхности изделий, особенно на внутренние поверхности. Процесс нанесения смазок, а также их удаления связан с большой затратой труда и материальными затратами. Например, способ консервации консистентными смазками двигателей внутреннего сгорания заключается в том, что они в производственных условиях устанавливаются на специальный стенд (поворотную тележку), в картер заливают расплавленную смазку и вместе с рамой стенда его поворачивают вокруг оси. При этом смазка покрывает внутреннюю поверхность деталей (механизмы движения, нижние части цилиндров и т. д.). После двух-трех поворотов двигатель устанавливают в рабочее положение, излишки смазки сливают из картера, затем консервируют навесные агрегаты, детали газораспределения, цилиндры, топливную аппаратуру и т. д.

При консервации крупногабаритных машин внутренние поверхности покрывают смазкой через вскрытые лючки с разборкой отдельных узлов и агрегатов машин. Нанести слой такой консервирующей смазки на все внутренние поверхности очень сложно, смазка быстро застывает и не проникает в отдельные труднодоступные места, которые, как правило, наиболее подвержены коррозии,

поэтому объем разборок машин при консервации очень велик. После консервации машины многие узлы ее оказываются в регулируемом состоянии, крепеж полностью не затягивают, так как отдельные детали при расконсервации приходится разбирать вновь для удаления смазки с внутренних поверхностей. Расконсервация машин сложна, необходим прогрев их паром, горячей водой или подогретым воздухом, операция удаления смазки трудоемка, машины после расконсервации необходимо полностью собрать, т. е. установить снятые и временно закрепленные детали и узлы, отрегулировать и испытать в работе. В связи с тем, что через слой смазки диффундирует влага, при применении консистентных смазок для обеспечения защиты поверхностей от коррозии требуется толщина слоя смазки 2—4 мм.

К недостаткам консистентных смазок относится и необходимость подогрева их перед нанесением на металлические поверхности с целью обезвоживания.

В табл. 8 приведены результаты осмотров оборудования, законсервированного пушечной смазкой или консервирующей

8. Результаты осмотра оборудования

Наименование смазки	Деталь оборудования	Результаты осмотра	Продолжительность хранения в мес.
Пушечная смазка	Подшипник вала машины	На рабочей поверхности вала черное пятно диаметром 4 мм	12
» »	Подшипник ротора турбины	На рабочей поверхности вала ротора турбины коррозионные пятна в количестве 8 шт., диаметром 2,5 мм	6
Консервирующая смесь состава 50% пушечной смазки и 50% авиационного масла МС-20	Подшипник вала машины	На рабочей поверхности вала коррозионные поражения в виде черных пятен диаметром 3 мм	6

смесью 50% пушечной смазки и 50% авиационного масла МС-20. Как следует из табл. 8, защитные свойства пушечной смазки и ее консервирующих смесей с авиационными маслами низкие; продолжительность действия их составляет 6—12 месяцев.

Пушечная смазка была применена для пропитки угольных уплотнений валов турбин. Перед нанесением на поверхность рубашек валов пушечную смазку подогревали до 70° С. Через три-четыре месяца на поверхности образцов появилась коррозия, на рис. 12 приведены образцы с явно выраженной коррозией.

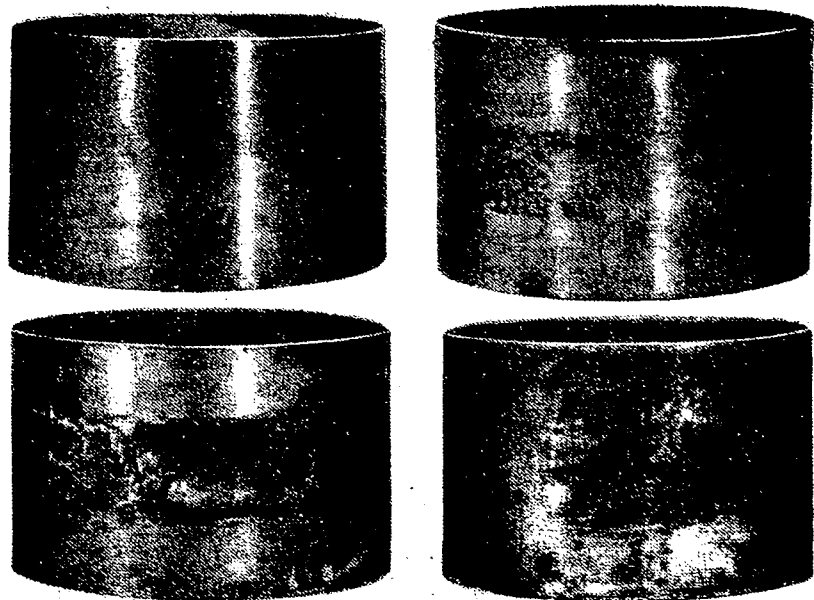


Рис. 12. Коррозия образцов рубашек валов

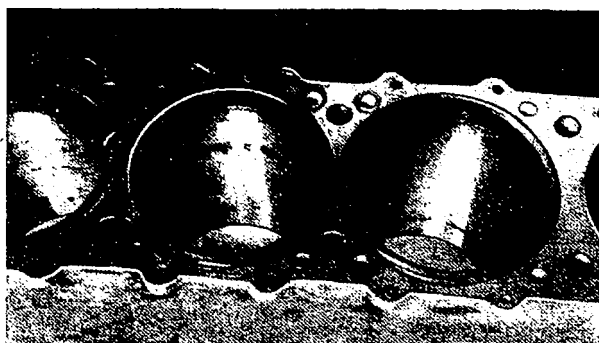


Рис. 13. Коррозия цилиндров двигателя внутреннего сгорания через 12 месяцев хранения

На рис. 13 показаны пораженные коррозией цилиндры двигателей внутреннего сгорания через 12 месяцев хранения.

Таким образом, процесс консервации и расконсервации оборудования, т. е. нанесение и удаление консистентных консервационных смазок, требует разборки оборудования, что связано с большими затратами средств. При хранении оборудования требуется его переконсервация через каждые 6—12 месяцев, а при низких защитных свойствах смазок за этот период возможны случаи поражения поверхностей оборудования коррозией.

### 13. Жидкие ингибированные смазки

Чтобы избежать присущих консистентным смазкам недостатков, необходимо использовать новые средства консервации — жидкие ингибированные консервационные смазки, которые по своему составу, физико-химическим показателям и внешнему виду отличаются от защитных консистентных смазок. К жидким консервационным смазкам относятся К-17 и НГ-203. Состав смазок К-17 и К-17н (в вес. %):

Наименование компонентов	К-17	К-17н
Окисленный петролатум с числом омыления 115—130 мг КОН и содержанием оксикислот не более 16%	2,5±0,3	
Гидрат окиси лития	По расчету	
Синтетический каучук СК-45 (ГОСТ 2177—66)	1,0±0,1	
Присадка ЦИАТИМ-339 (ГОСТ 8312—57)	2,5±0,1	
Присадка ПМСЯ с зольностью не менее 18%	10,0±0,5	2,5±0,1
Дифениламин (ГОСТ 5825—70)	0,3±0,01	0,3±0,1
Азотистокислый натрий (ГОСТ 6194—69)	—	2,0±0,5
Трансформаторное масло (ГОСТ 982—56)	Не более 40%	
Авиационное масло МС-20 (ГОСТ 1013—49)	Остальное	до 100%

Смазки К-17 и К-17н представляют собой вязкую маслянистую жидкость темно-коричневого цвета. Кинематическая вязкость ее при 100° С составляет 15—22 сСт, зольность 1,3—2,5%, свободных органических кислот не более 1%, механических примесей не более 0,08%, свободные щелочи и вода отсутствуют, температура застывания минус 20° С. Состав и характеристика смазок НГ-203 приведены в табл. 9, 10.

Приготавливают жидкие консервационные смазки К-17 на базе минеральных масел — авиационного (МС-20) и трансформаторного, содержание которых в смазках составляет 83,7—89,2%. Эти масла обладают высокой вязкостью, хорошей смазывающей способностью, высокой химической стабильностью. Количество введенных в них присадок составляет 16,3—10,8%. Каждая присадка выполняет определенные функции.

### 9. Состав смазок НГ-203

Марка смазки	Состав смазки	
	Наименование компонента	Количество в %
НГ-203А	Концентрат сульфоната кальция	88
	Окисленный петролатум	12
НГ-203Б	Концентрат сульфоната кальция	40
	Окисленный петролатум	10
	Масло индустриальное 12	50
НГ-203В	Концентрат сульфоната кальция	40
	Окисленный петролатум	10
	Трансформаторное масло	50

### 10. Основные показатели смазок НГ-203

Показатели	Марка смазки НГ-203		
	А	Б	В
Вязкость кинематическая для В при 50° С в сСт и для А и Б при 100° С	25—50	10—15	25—35
Зольность в %, не менее	3,0	2,0	1,5
Температура вспышки в открытом тигле в °С	Не менее 180	170	Не менее 150
Щелочность в мг КОН на 1 г масла	4,0	2,0	Не менее 2
Содержание механических примесей в %, не более	0,04	0,02	0,02
Испытания защитных свойств на пластинках из стали марки 45 (ГОСТ 1050—60) в воде и камере влажности в течение 72 ч	Выдерживает		

Литиевое мыло окисленного петролатума способствует образованию в смазке структурного каркаса, который обеспечивает увеличение прочности пленки смазки. Окисленный петролатум содержит в своем составе высокомолекулярные твердые углеводороды и жирные кислоты, сложные эфиры с разветвленными цепями и высокомолекулярные спирты. Дифениламин является



антиокислительной присадкой и повышает химическую стабильность смазки. Синтетический каучук СК-45 хорошо растворим в минеральных маслах, введение его в масло улучшает вязкостные свойства смазки. В смазку К-17Г введен азотистокислый натрий (нитрит натрия). Нитрит натрия не растворим в минеральных маслах, поэтому его вводят в смазку в виде суспензии в масле МС-20, полученной на ультразвуковой установке. Влага, попадающая в смазку, растворяет нитрит натрия, образовавшийся раствор обладает сильными защитными свойствами по отношению к черным металлам.

Вязкость жидких консервационных смазок практически соответствует вязкости минеральных масел: авиационных, промышленных, дизельных и т. п., поэтому термин «смазка» к ним применен не совсем точно, скорее их можно назвать консервационными или защитными маслами. Механизм защитного действия их иной, чем углеводородных защитных консистентных смазок. Присадки, находящиеся в смазках К-17, способствуют образованию на поверхности металла адсорбционной пленки, которая препятствует проникновению агрессивных веществ и влаги к ней.

Жидкие смазки К-17, К-17н надежно защищают от коррозии сталь, чугун и биметаллические поверхности. Смазка, нанесенная на поверхность, создает на ней тонкий (до 0,01 мм) слой, который устанавливается самопроизвольно, излишки смазки стекают. Несмотря на такую незначительную толщину защитного слоя, смазки надежно защищают металлические поверхности от коррозии как в сухой, так и влажной атмосфере при наличии в ней углекислого и сернистого газов.

Смазки защищают металлические поверхности оборудования при хранении его в закрытых помещениях, а также на открытых площадках при отсутствии попадания на них атмосферных осадков и солнечных лучей.

Процесс консервации оборудования жидкими консервационными смазками состоит из следующих основных операций: осмотр оборудования для определения его состояния и нанесение смазки на внутренние и наружные поверхности. При осмотре оборудования перед консервацией полная разборка его не производится. Для осмотра внутренних деталей и узлов оборудования вскрывают люки на различных полостях и узлах (картерах, редукторах, гидравлических частях и т. п.), снимают отдельную арматуру, механизмы проворачивают вручную или от электроприводов. Регулировка всех узлов и зазоров механизмов при этом не нарушается. Разборку механизмов или отдельных узлов их перед консервацией производят только в том случае, если при осмотре будет обнаружено наличие коррозии на них, удалить которую без разборки не представляется возможным.

После очистки деталей механизм полностью собирают; если объем разборки большой или при этом была нарушена регулировка, механизм проверяют в действии.

Жидкими смазками консервируют полностью собранные исправные и отрегулированные механизмы. Смазка К-17 применялась для консервации двигателей марок 30Д, 6Ч 8,5/11, 3Д6, К-150, компрессора 2-ОК-1, лебедки ЛЭТ-1, насоса ЭСН-2; смазка К-17н — двигателей 30Д, 6Ч 8,5/11, 3Д6, К-150, насосов ЭПЖН-8 и ЭПЖН-3, винтового масляного ЭВН, турбонефтяного ТНН 4/1А, турбопитательного ТАН-10М, турбопожарного ТПЖН-75/16, котельного турбовентилятора ТВК-10; смазка НГ-203Б — двигателей 30Д\*, 6Ч 8,5/11 \*, К-150, компрессора К-2-150 \*, насосов ЭПЖН-8 \*, турбомасляного ТМН 100/А, турбоконденсаторного ТКН-65 \*\*, турбодирекционного ТПН-7/1 \*\*, ВЦН-90, главного турбозубчатого агрегата ТВ-9, турбогенератора ТД-7/1 \*\*\*.

При консервации механизмов для подачи смазки к внутренним узлам используют масляную систему. В картер механизма заливают смазку, и с помощью штатного ручного или специально подсоединенного насоса масляную систему прокачивают консервационной смазкой. Механизм при этом проворачивают вручную или с помощью электропривода. Таким образом, смазка распределяется по масляной системе и подается под давлением ко всем узлам, в том числе и к трущимся парам.

Чрезвычайно важным при консервации механизмов жидкими консервационными смазками является то, что они могут консервироваться при проработке их на холостом ходу или под нагрузкой (на смазке К-17). Перед консервацией, например двигателей внутреннего сгорания, компрессоров и т. д., необходимо из механизма слить рабочее масло, залить по рабочий уровень в масляную систему (картер) жидкую консервационную смазку и в соответствии с инструкцией по обслуживанию подготовить механизм к работе и запустить его. Время работы механизма на холостом ходу или под нагрузкой (до 100%) должно быть 10—15 мин, при этом необходимо особое внимание обращать на давление смазки в масляной системе и температуру подшипников, которые должны находиться в пределах эксплуатационных норм. После остановки механизма топливо и охлаждающую воду из систем сливают, системы продувают сухим сжатым воздухом. Из картера механизма сливают смазку и производят консервацию наружных поверхностей.

На наружные поверхности оборудования смазку наносят кистью или шприцем.

Выше приведена общая схема консервации оборудования жидкими консервационными смазками. Естественно, что в зависимости от конструктивного исполнения механизма, места его установки, назначения, необходимых сроков хранения и т. д., в технологию консервации могут быть внесены различные

---

\* Испытания прекращены через 18 месяцев ввиду изменения консистенции смазок.

\*\* Штоки арматуры, соединительная муфта консервировались НГ-203А.

\*\*\* Штоки клапанов и зубчатая муфта консервировались НГ-203А.

особенности и дополнения, однако общим принципом консервации жидкими смазками является консервация собранных и отрегулированных механизмов, готовых к действию.

Таким образом, при использовании жидких консервационных смазок консервация механизмов коренным образом отличается от старой технологии консервации при использовании консистентных смазок. Операция консервации механизмов жидкими консервационными смазками практически соответствует операциям, выполняемым при его эксплуатации, а при консервации механизма с проработкой его на холостом ходу или при проработке на жидких консервационных смазках механизм как бы консервирует сам себя. Трудоемкость работ по консервации механизмов жидкими консервационными смазками значительно ниже, чем при консервации их консистентными смазками.

Расконсервация оборудования, законсервированного жидкими консервационными смазками, также практически не имеет ничего общего с расконсервацией оборудования, законсервированного консистентными смазками. Механизмы расконсервируются без разборки. Расконсервация заключается в обычном приготовлении механизмов к действию, заливе в масляную систему механизма штатного рабочего масла (при этом консервационная смазка с внутренних поверхностей не удаляется) и запуске механизма в действие. Готовность оборудования, законсервированного жидкими консервационными смазками, к вводу в действие очень высока.

Жидкие консервационные смазки обладают защитными свойствами для всего комплекса металлов, из которых выполняются различные машины и механизмы.

На основании опыта консервации различных изделий и длительной проверки защитных свойств смазок установлено, что тонкий слой жидкой консервационной смазки К-17 в течение десяти лет надежно обеспечивает защиту от атмосферной коррозии металлических поверхностей изделий как новых, так и находившихся в эксплуатации и не подвергавшихся разборке для очистки от нагаров и других отложений.

Защитные свойства смазки К-17 проверены при хранении оборудования в различных условиях. Наиболее жесткими условиями являются открытые территории. Так хранились двигатели типа К-150 и ЗД6, законсервированные жидкими и консервационными смазками в 1960 г. В табл. 11 приведены данные о температуре и относительной влажности при их хранении в течение 1969 г. Данные за остальные годы хранения аналогичны (с небольшими отклонениями).

Часть двигателей в период хранения с целью определения их коррозионного состояния и продолжительности хранения пере-консервировалась. Перечень двигателей, дата проведения консервации, наименование консервационной смазки, дата расконсервации и повторной консервации приведены в табл. 12.

11. Данные по условиям хранения двигателей внутреннего сгорания за 1969 г.

Месяц	Температура в °С			Относительная влажность (средняя) в %
	средняя	максимальная	минимальная	
1	-10,0	-8,8	-12,6	88
2	-8,8	-5,4	-12,6	80
3	-6,9	-1,6	-12,3	81
4	3,3	7,4	-0,2	78
5	7,9	12,4	3,7	74
6	14,8	19,4	9,8	65
7	16,8	21,3	12,0	73
8	15,5	21,1	9,5	71
9	10,8	14,1	7,4	82
10	6,2	8,7	3,6	84
11	1,0	3,0	-1,3	88
12	-5,0	-3,7	-9,5	89

12. Сроки консервации и расконсервации двигателей

Тип двигателя	Дата проведения консервации	Консервационная смазка	Дата расконсервации и повторной консервации
К-150	Октябрь 1960 г.	К-17н	Июль 1964 г.
К-150	Ноябрь 1960 г.	К-17н	Июль 1964 г.
ЗД6	Октябрь 1960 г.	НГ-203Б	Октябрь 1962 г.
ЗД6	Октябрь 1960 г.	НГ-203Б	Октябрь 1962 г.
ЗД6	Октябрь 1960 г.	К-17	Июль 1966 г.
ЗД6	Октябрь 1960 г.	К-17	Июль 1964 г.
ЗД6	Октябрь 1960 г.	К-17	Июль 1964 г.
ЗД6	Октябрь 1960 г.	К-17	Август 1970 г.

Примечание. Дата проведения консервации 1960 г. приведена с целью показать продолжительность хранения двигателей до расконсервации.

Консервацию внутренних поверхностей всех двигателей производили способом проработки их на смазках К-17, К-17н и НГ-203Б, а наружных поверхностей — кистью.

В табл. 13 приведены данные о режимах работы двух двигателей при консервации.

### 13. Режимы работы двигателей при консервации

Время работы в ч и мин	Скорость вращения в об/мин	Температура в °С		Давление масла в кгс/см <sup>2</sup>	Нагрузка на гидротормоз в кгс
		воды	масла		
Двигатель К-150					
11—30	600	25	25	4,0	—
11—50	900	55	60	3,5	22
12—10	1000	60	65	3,5	25
12—30	1100	65	65	3,5	27
13—30	1400	70	70	3,5	32
13—40	1500	75	70	3,5	33
14—30	700	65	50	2,0	—
Двигатель ЗД6					
15—20	600	35	35	8,0	—
15—45	750	50	50	8,0	—
16—00	600	55	60	8,0	17
16—15	750	60	65	8,0	27
16—45	900	65	70	8,0	34
17—30	1050	65	75	8,0	33
18—15	1200	65	75	8,0	43
19—00	1350	65	75	8,0	45
19—30	1500	65	75	8,5	48
20—00	1500	65	75	8,5	53
20—15	1500	65	75	8,5	61
20—45	1500	65	75	8,5	68
21—45	600	65	75	8,0	—

После проработки на консервационной смазке в цилиндры двигателей была залита та же смазка при проворачивании двигателя вручную. Смазками были прокачаны форсунки, топливные насосы, регуляторы, машинные фильтры и шестерни реверс-редуктора. В помпу заборной воды залита консервационная смазка, а приемные и отливные патрубки заглушены деревянными пробками. Элементы масляных фильтров тонкой очистки перед проработкой на консервационной смазке были сняты. Фильтры от дизельного топлива не освобождались и были оставлены на хранение с топливом. Законсервированные двигатели были не новые, находились до консервации в эксплуатации. Так, например, двигатель ЗД6, хранившийся 10 лет, изготовлен в 1950 г., с начала

эксплуатации до 1958 г. проработал 3897 ч, в том числе после последнего ремонта 870 ч.

Все двигатели после консервации были упакованы в деревянные ящики щитового типа с двойными стенками, имеющими толевую прослойку, и хранились на открытой площадке под брезентовым навесом (рис. 14), частично предохраняющим от атмосферных осадков.



Рис. 14. Хранение оборудования с использованием навеса

При первом осмотре в 1961 г. были обнаружены скопления воды не только на дне ящиков, но и на некоторых поверхностях двигателей. Все внутренние поверхности стенок ящиков были покрыты плесенью. Несмотря на такие жесткие условия хранения, коррозионных поражений на видимых поверхностях двигателей при всех осмотрах не было обнаружено. Осмотры двигателей до 1964 г. проводились через шесть месяцев, а затем до 1970 г. один раз в год. Отдельные осмотры проводились весной с целью определения состояния внутренних поверхностей ящиков и наружных двигателей после зимнего хранения.

По данным осмотров и расконсервации двигателей, законсервированных смазкой К-17, коррозионных поражений поверхностей не обнаружено.

Двигатели ЗД6, законсервированные смазкой НГ-203Б, были переконсервированы в 1962 г. с использованием смазки К-17 в связи с обнаружением расслоения смазки и образования ее сгустков (рис. 15).

Расконсервация двигателей в 1964 и 1966 гг. производилась без каких-либо предварительных работ на стенде завода на всех эксплуатационных режимах.

В табл. 14 приведены данные по режимам работы двигателей при расконсервации после четырех- и шестилетнего хранения. Все рабочие параметры двигателей находились в пределах спецификационных. После испытания двигателей произведена их

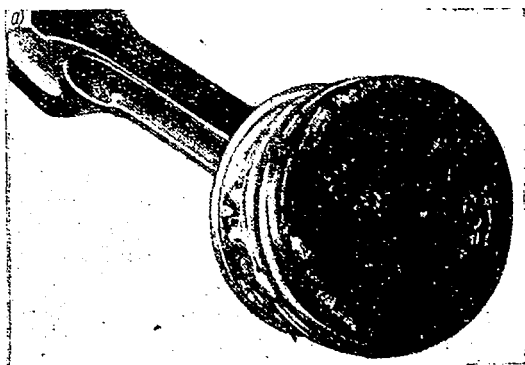


Рис. 15. Вид деталей, законсервированных смазкой ИГ-203Б: а — поршень; б — приемная сетка масляного насоса

полная разборка для определения состояния внутренних поверхностей, коррозионные поражения отсутствовали.

В августе 1970 г. произведен заключительный осмотр двигателя ЗД6 на месте хранения и испытания на стенде завода. Для осмотра двигателя в условиях хранения вскрыта верхняя крышка ящика. Доски ящика с внутренней стороны были покрыты плесенью, болты и гайки крепежа ящика имели сплошную коррозию.

#### 14. Режимы работы двигателей при расконсервации

Время работы в ч	Скорость вращения в об/мин	Температура в °С		Давление масла в кгс/см <sup>2</sup>	Нагрузка на гидротормоз в кгс
		воды	масла		
Д в и г а т е л ь 3Д6 (четыре года хранения)					
2,5	800	40	45	8	20
7,5	1000	65	70	8,5	38
5	1000	60	65	8,5	58
2	1100	65	70	8,8	63
12	900	60	65	8,5	58
4	900	65	70	9	58
Д в и г а т е л ь 3Д6 (шесть лет хранения)					
0,5	600	25	25	8	—
0,5	1500	70	60	9	19,5
0,5	1500	65	60	9	19,5
0,5	1500	75	70	9	38
0,5	1500	75	70	9	38
0,5	1500	65	75	9	58
0,5	1500	65	75	9	58
0,5	1500	65	75	9	73
0,5	1500	65	80	9	73
0,5	1500	65	80	9	73

Наружные неокрашенные поверхности деталей и крепежа двигателя, на которых была смазка, коррозии не имели. На отдельных поверхностях крепежа и деталей, не покрытых смазкой, и в местах с нарушенным слоем смазки при предыдущих осмотрах имелась небольшая коррозия.

Для частичного осмотра внутренних поверхностей двигателя были вскрыты лючки узла газораспределения и крышки редуктора и реверс-муфты.

Все поверхности осмотренных узлов двигателя были покрыты тонким слоем смазки и без следов коррозии. Смазка К-17 сохранила первоначальное состояние, в местах скоплений смазки сгустков и расслоения не было.

После осмотра двигателя в условиях хранения его доставили на завод.

Перед установкой двигателя на стенд проведена разборка отдельных его узлов для осмотра без удаления смазки (реверс-муфта, редуктор, газораспределение, форсунки).



Через спускные пробки из корпуса редуктора и картера слиты остатки смазки К-17 (около 700 г). По внешнему виду смазка после десятилетнего содержания в двигателе и одиннадцатилетнего периода после ее изготовления не изменила своей консистенции.

После осмотра детали были собраны, двигатель установлен на стенд и подготовлен к запуску в соответствии с действующей эксплуатационной инструкцией.

Испытание двигателя ЗД6 после 10-летней консервации производилось на масле МС-20, залитом в двигатель без очистки его от остатков смазки К-17, имеющихся на внутренних поверхностях, на стенде завода, на всех эксплуатационных режимах — от холостого до полного. Режимы работы приведены в табл. 15.

15. Режимы работы двигателя после десяти лет хранения

Время работы в ч	Скорость вращения в об/мин	Нагрузка в л. с.	Давление масла в кгс/см <sup>2</sup>	Температура в °С	
				масла	воды
0,5	900	—	7	45	40
1,5	1500	38	7,5	65	70
1,5	1500	75	7,5	70	70
1,5	1500	110	7,5	70	70
1,5	1500	150	7,5	70	72
10 мин	1500	165	7,5	75	75

Все рабочие параметры двигателя находились в пределах спецификационных, замечаний по работе не было. После испытания двигателя на стенде произведена его полная разборка и дефектация для определения состояния внутренних поверхностей. В результате было установлено, что смазка К-17 со всех внутренних поверхностей трения полностью смыта маслом, никаких изменений в состоянии деталей, в том числе и коррозионных поражений, не обнаружено.

Внешний вид деталей показан на рис. 16. Состояние всех рабочих поверхностей двигателя было хорошее, двигатель пригоден к эксплуатации без дополнительных работ по расконсервации.

После консервации оборудования в масляной системе остается смазка К-17. Количество смазки, оставляемое в двигателе или другом механизме, после максимально возможного слива может быть различно. Ориентировочно принято, что оставшейся смазки будет 5—10% от объема масляной системы. Представляет интерес, как изменятся свойства рабочего масла при наличии указанного количества смазки К-17 в нем при вводе оборудования в действие.

Проведенная проверка показала, что какие-либо изменения практически отсутствуют. В табл. 16 приведены физико-химические показатели рабочих масел при добавлении в них смазок К-17 (К-17н).

Как следует из табл. 16, физико-химические показатели рабочих масел при наличии в них 5—10% смазок К-17, К-17н изменяются незначительно, в пределах допустимых норм.

В табл. 17 приведены данные по проверке качества смазок после трехлетнего хранения в таре завода-изготовителя. Показатели смазок за этот период хранения практически не изменились.

Смазка К-17 позволяет консервировать изделия, различные по конструктивному исполнению и назначению: двигатели внутреннего сгорания, дизель- и электрокомпрессоры, турбозубчатые агрегаты, насосы, станки и т. д. При этом обеспечивается быстрая расконсервация изделий.

Процесс расконсервации сводится к заливу рабочего масла и приготовлению механизма к пуску. Попадание при расконсервации в рабочие масла смазок даже в большом количестве не отражается на нормальной работе механизмов и других изделий. Смазки не токсичны, при работе с ними следует руководствоваться теми же правилами по технике безопасности, что и при работе с минеральными маслами.

Перед консервацией оборудования при необходимости производится вскрытие отдельных узлов. В случае обнаружения коррозии безусловно требуются разборка этих узлов и удаление коррозии. Так, например, у редуктора турбозубчатого агрегата целесообразно вскрыть для осмотра с целью определения состояния поверхностей перед консервацией один-два подшипника, тщательно осмотреть их при проворачивании редуктора. Если поверхности чистые, облить шейки валов и упорные гребни смазкой (наливом), подшипники закрыть; проворачивая турбозубчатый агрегат валоповоротным устройством, покрыть с помощью шприца, наливом или кистью зубчатое зацепление редуктора и другие поверхности консервационной смазкой. Консервация производится при вскрытой крышке редуктора или через вскрытые смотровые лючки. На патрубок слива масла следует установить металлическую заглушку со штуцером для слива смазки в чистую емкость. Если подшипники турбин и редуктора не вскрывались для осмотра и консервации, то консервация их производится через штуцер для заливки подшипников маслом (залив смазки — при помощи шприца). Крышку или смотровые лючки устанавливают на место после покрытия зубчатого зацепления, подшипников и поверхностей других деталей консервационной смазкой.

Надежность и длительность хранения оборудования зависит от полноты покрытия всех поверхностей консервационной смазкой, поэтому при консервации необходимо особо тщательно следить за нанесением смазки на все поверхности без пропусков.

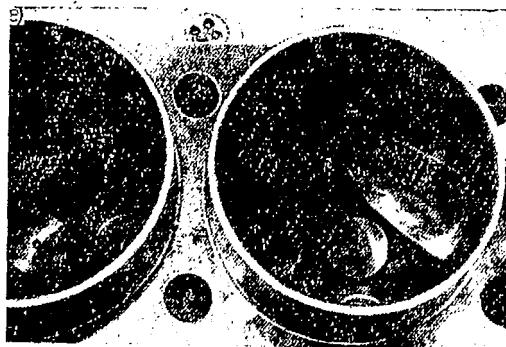
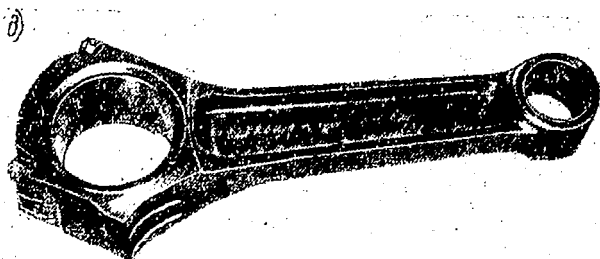
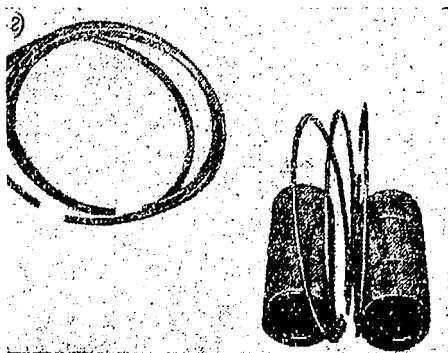
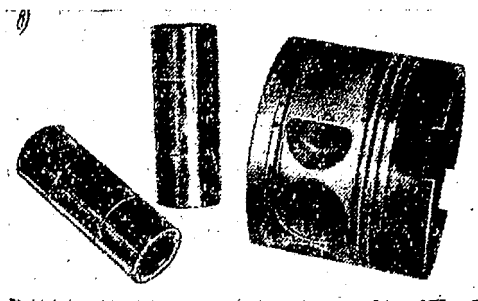
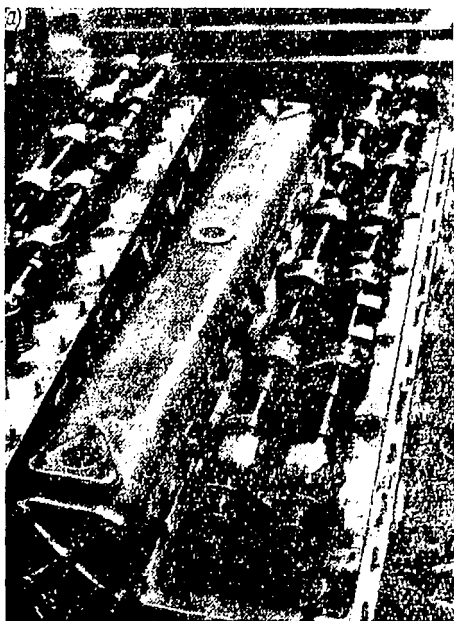


Рис. 16. Вид деталей двигателя ЗД6 после расконсервации через десять лет хранения: *а* — узел газораспределения; *б* — коленчатый вал двигателя; *в* — поршень и поршневые пальцы; *г* — поршневые кольца; *д* — шатун; *е* — цилиндры

## 16. Показатели масел при добавлении в них смазок К-17 и К-17н

Масло	Жидкая концентрированная смазка, добавляемая в масло, в вес. %	Физико-химические показатели								
		Кинематическая вязкость при 100°С в сст. по ГОСТ 33-66, не менее	Кинематическая вязкость при 50°С в сст. не менее	Отношение кинематической вязкости при 50°С к вязкости при 100°С, не более	Кислотное число в мг КОН на 1 г масла по ГОСТ 5985-59, не более	Зольность масла в % для масел с присадками, не менее, и для масел без присадок, не более, по ГОСТ 1461-59	Содержание водорастворимых кислот и щелочей по ГОСТ 6307-60	Содержание механических примесей в % по ГОСТ 6870-59, не более	Содержание воды в % по ГОСТ 1547-42, не более	Температура вспышки, определяемая в открытом тигле в °С по ГОСТ 4833-48, не ниже
Авиационное масло МС-20 с 3% присадки ЦИАТИМ-339 (ВТУ НП 25-60)	По ВТУ	20	—	7,85	0,05	0,24	О	0,01	О	—
	Эталон	20,3	148,8	7,3	СЩ	0,26	СЩ	О	О	250
	5% К-17	20,52	152,64	7,4	СЩ	0,35	СЩ	О	О	224
	10% К-17	20,0	146,4	7,3	СЩ	0,38	СЩ	О	О	222
	5% К-17н	20,78	153,89	7,4	СЩ	0,28	СЩ	О	О	228
10% К-17н	20,2	148,94	7,4	СЩ	0,33	СЩ	О	О	236	
Турбинное 46Т* с 0,2% олеиновой кислоты (ВТУ НП 24-60)	По ВТУ	—	44,48	—	0,55	0,03	О	О	—	195
	Эталон	—	44	—	0,26	0,03	О	О	О	197
	2% К-17	—	45,39	—	0,17	0,03	О	О	О	208
	5% К-17	—	45,87	—	0,078	0,076	О	О	О	206
	10% К-17	—	46,99	—	0,071	0,11	О	О	О	202
	2% К-17н	—	45,36	—	0,23	0,24	О	О	О	210
	5% К-17н	—	46,79	—	0,103	0,045	О	О	О	204
10% К-17н	—	48,89	—	0,13	0,093	О	О	О	201	

Дизельное ДП-11 с 3% присадки ЦИАТИМ-339 (ГОСТ 5304-54)	ГОСТ	10,5—12,5	—	6,5	0,1	0,25	СЩ	0,01	Следы	190
	Эталон	10,93	61,85	5,6	СЩ	0,25	СЩ	0,01	О	206
	5% К-17	11,16	62,04	5,6	СЩ	0,32	СЩ	0,01	О	202
	10% К-17	11,26	69,8	6,2	СЩ	0,33	СЩ	0,01	О	193
	5% К-17н	11,36	71,12	6,2	СЩ	0,29	СЩ	0,01	О	204
10% К-17н	11,52	71,77	6,2	СЩ	0,39	СЩ	0,01	О	192	
Моторное (ГОСТ 6369-58)	ГОСТ	—	62,68	—	—	0,00	О	0,007	О	205
	Эталон	—	64,85	—	—	0,03	О	О	О	210
	2% К-17	—	65,28	—	—	0,252	О	О	О	210
	5% К-17	—	65,67	—	—	0,28	О	О	О	209
	10% К-17	—	66,39	—	—	0,35	О	О	О	206
	2% К-17н	—	65,19	—	—	0,245	О	О	О	211
	5% К-17н	—	65,82	—	—	0,29	О	О	О	207
10% К-17н	—	66,85	—	—	0,34	О	О	О	206	
Авиационное МС-20 (ГОСТ 1013-49)	ГОСТ	20	—	7,85	0,05	0,003	О	О	О	—
	Эталон	20,35	159,3	7,83	СЩ	0,003	О	О	О	—
	5% К-17	20,05	156,8	7,82	СЩ	0,102	СЩ	О	О	—
	10% К-17	20,0	157,1	7,86	СЩ	0,20	СЩ	О	О	—
	5% К-17н	20,25	160,5	7,85	СЩ	0,067	СЩ	О	О	—
10% К-17н	20,23	157,15	7,79	СЩ	0,012	СЩ	О	—	—	

Обозначения: СЩ — слабая щелочность; О — отсутствие (водорастворимых кислот и т. д.).

\* При добавлении 2% смазки К-17 или К-17н в турбинное масло 46Т скорость деэмульсации уменьшается. Полного отделения воды от масла не происходит.

17. Данные по проверке качества смазок

Наименование смазки, год выпуска	Дата контрольного анализа	Внешний вид	Наименование показателей							
			Кинематическая вязкость при 100°С в сСт	Испытания за-	Содержание воды в %	Содержание свободных щело-чней в %, не более	Зольность в %	Содержание механических примесей в %, не более	Содержание свободных органических кислот в %, не более	
К-17; К-17н (ВТУ НП № 113—62 и № 77—62)	По ВТУ	Однородная вязкая маслянистая жидкость темно-коричневого цвета	15—22	В	О	О	2,5	0,1	1,0	
Хранение в отапливаемых помещениях										
К-17 (1960 г.)	1960 г. Май 1964 г.	Без изменений »	16,7 15,2	В В	О О	О О	1,71	О	1,03 1,48	
К-17 (1961 г.)	Декабрь 1961 г. Январь 1963 г. Май 1964 г.	Без изменений » »	21,14 22,00 21,98	В В В	О О О	О О О	1,54 1,59 1,45	О О О	О 0,48 0,46	
Хранение в неотопливаемых помещениях										
К-17 (1962 г.)	1962 г. Февраль 1964г.	Без изменений »	19,0 17,35	В В	О О	О О	1,42 1,32	0,024 О	О О	
К-17н	1962 г. Февраль 1964 г.	Осадок на дне »	20,67 21,46	В В	О О	О О	1,8 1,64	0,013 О	О О	

Примечания: 1. Обозначения: В — выделяется; О — отсутствует.  
2. Приведенные в таблице данные за период 1960—1964 гг. могут быть использованы и в настоящее время.

При отсутствии коррозии консервируемые узлы и отдельные детали какой-либо специальной обработке не подвергаются, производится лишь промывка их турбинным маслом. Консервация турбинных механизмов смазками К-17 выполняется путем прокачки масляных систем штатными или переносными ручными масляными насосами при заборе смазок из картеров механизмов или заливом смазки в отдельные узлы механизмов. При прокачке или наливке консервационных смазок валы механизмов проворачивают вручную. Механизмы консервируют в собранном виде.

Механизмы, у которых масляные картеры имеют небольшой объем (до 25 кг), прокачивают консервационными смазками при помощи штатного ручного масляного насоса непосредственно из картеров при их заполнении смазкой К-17 (К-17н). Перед консервацией (прокачкой) механизмов следует разобрать масляный фильтр, промыть картер и фильтр турбинным маслом, удалить масло из картера, заполнить картер чистым турбинным маслом, прокачать ручным масляным насосом масляную систему турбинным маслом, удалить турбинное масло из картера и заполнить картер консервационной смазкой, затем прокачать масляную систему механизма, наблюдая за поступлением смазки на подшипники и зубчатое зацепление через вскрытые лючки на корпусе редуктора. При прокачке вал механизма проворачивают вручную. После прокачки консервационная смазка удаляется из картера.

Масляные системы механизмов, имеющих большие по объему картеры (200—400 кг), прокачивают штатным ручным масляным насосом с забором смазки из переносной емкости (ведра, банки). Это делается с целью экономии консервационных смазок и сокращения объема работ (по заливке и удалению смазки из картера). Подшипники и регуляторы механизмов, имеющих для смазки масляные бачки (ванны), консервируют заполнением картеров (ванн) консервационной смазкой и покрытием отдельных деталей смазкой путем облива или кистью. Рабочее масло перед консервацией из картеров удаляется. Консервационная смазка на верхние подшипники и регулятор наносится с помощью шприца, картеры заполняются полностью смазкой, вал механизма проворачивается вручную.

Наружные поверхности механизмов, покрывают консервационной смазкой с помощью кисти. Консервационная смазка может быть нанесена и на окрашенные поверхности. Как показал опыт консервации и длительного хранения, через два-три года краска дает трещины, в которых по металлу появляется коррозия. С целью предохранения от такого явления необходимо наносить консервационную смазку и на окрашенные поверхности; смазка не оказывает никакого влияния на краски.

При консервации грузовых лебедок и других подобных им механизмов, в случае удовлетворительного состояния поверхностей, корпус редуктора заполняется смазкой и производится проворачивание лебедки вручную или от электропривода, в последнем

случае механизм как бы пускается в кратковременную работу на консервационной смазке.

Смазки К-17, К-17н могут быть применены для защиты от коррозии отдельных узлов паровых и водяных котлов. ими консервируются арматура (предохранительные, питательные, стопорные и другие клапаны), водомерные колонки, форсунки и другие металлические поверхности.

Консервация паровых поршневых механизмов производится при частичной разборке и вскрытии отдельных узлов. Выборочно вскрывают для осмотра подшпипники, цапфы, цилиндры и т. п. Поверхности цилиндров (паровых и гидравлических) поршней, золотников и других деталей покрывают смазкой кистью или из шприца. Масляные системы паровых поршневых механизмов с форсированной смазкой консервируют способом прокачки, при этом картер заполняется консервационной смазкой. Механизм движения, парораспределения и паровые цилиндры при отсутствии форсированной смазки консервируют путем подачи смазок через лубрикаторы и масленки.

Для двигателей внутреннего сгорания, дизель- и электрокомпрессоров применим способ консервации проработкой (запуском в действие) на смазке К-17. Следует, однако, заметить, что с целью экономии смазки большие двигатели (ЗДб, 9Д и др.) в эксплуатационных условиях целесообразно консервировать способом прокачки масляных систем смазкой. Это объясняется тем, что для обеспечения безаварийной работы двигателей требуется большое количество смазки (800—2000 кг). В заводских условиях для серийной консервации двигателей масляные цистерны и масляные системы могут быть заполнены консервационной смазкой. Двигатели типа М-50, Д-12, Д-6, К-150, Ч 10,5/13 и т. п. консервируют во всех условиях способом проработки.

Перед консервацией двигатели, как правило, работают на штатном масле, поэтому перед заполнением картера или масляного бака консервационной смазкой надо как можно полнее удалить рабочее масло из механизма с целью уменьшения степени разбавления консервационной смазки. Консервационная смазка заливается в масляную систему двигателя в количестве, необходимом для обеспечения нормальной работы. Двигатель запускается и прорабатывается на холостом ходу в течение 5—10 мин, время проработки зависит от конструктивных особенностей и габаритов двигателя.

Например, двигатели типов 4Ч 10,5/13, К-150 консервируются следующим образом. После проработки двигателя на штатном масле удаляется масло из системы смазки (картера, регулятора и масляных фильтров) и топливо из расходного бака, бак промывается и заполняется чистым топливом. Снимаются, разбираются и промываются в дизельном топливе фильтрующие элементы, после промывки и просушки детали покрывают консервационной смазкой. В картер двигателя и масляную систему заливается кон-

сервационная смазка в количестве, достаточном для работы двигателя. В замкнутую охлаждающую систему двигателя вводится 1,5% хромпика, предварительно растворенного в горячей воде. Двигатель пускается в работу на малых оборотах холостого хода. После этого двигатель останавливается, сливается вода из системы охлаждения, система охлаждения продувается сухим сжатым воздухом давлением не более 2 кгс/см<sup>2</sup> при открытых сливных и пробных краниках. Для более полного удаления воды из системы разъединяют на время продувки соединения трубопроводов в наиболее низко расположенных местах, вскрывают холодильники для удаления воды и грязи. Приемная часть топливного насоса заполняется консервационной смазкой, подвод ее осуществляется через штуцер подвода топлива. Рейка топливного насоса включается на полную подачу и прокачивается смазкой каждая секция насоса до появления струи смазки из форсуночных трубок, после чего рейка устанавливается на нулевую подачу. Вскрывают боковую крышку топливного насоса, с помощью кисти смазкой покрывают толкатели и пружины. Крышку устанавливают на место. В регулятор насоса консервационную смазку заливают через лючки картера двигателя при проворачивании коленчатого вала вручную. Из шприца покрывают консервационной смазкой детали двигателя, крепеж и другие поверхности внутри картера.

У двигателей Ч 12/14 (К-150) через лючок конца коленчатого вала покрывают смазкой конец маховика и шестерни в коробке передач. Одновременно с проворачиванием двигателя вручную через форсуночные отверстия или отверстия свечей накаливания в каждый цилиндр заливается консервационная смазка до заполнения камеры сгорания. При заливке смазки поршень должен находиться немного ниже в. м. т. После заливки смазки в цилиндры коленчатый вал двигателя проворачивают на три-четыре оборота для удаления излишней смазки из цилиндра. Форсунки устанавливают на место. Консервационная смазка сливается из картера двигателя.

Сепараторы масла (топлива) при удовлетворительном состоянии поверхностей заливают турбинным маслом, проворачивают вручную или электроприводом, после чего масло удаляют через отверстие для слива и заливают смазку К-17 до рабочего уровня в масляную ванну через отверстие в станине. Сепаратор проворачивают вручную или электроприводом и смазку К-17 сливают через спускную пробку. Маслопровод, фильтр и насос заполняют смазкой К-17.

Двигатели типа 37Д, 30Д и т. п., когда для их консервации применяется способ прокачки, предварительно прорабатывают на рабочем масле с целью прогрева двигателя и промывки масляной системы. Затем магистраль или шланг масляного насоса подсоединяют к масляной системе двигателя и производится прокачка масляной системы до появления струй смазки из головных,



рамовых и мотылевых подшипников. У двигателей 37Д необходимо отсоединить участок магистрали, подводящий смазку от редукционного клапана к подшипникам распределительного вала, подсоединить магистраль или шланг масляного насоса и прокачать масляную систему до появления струй смазки из подшипников распределительного вала и стоек осей рычагов. Штатная магистраль после прокачки устанавливается на месте. Детали движения (шатуны, качалки охлаждения поршней, концы цилиндрических втулок, щеки коленчатого вала, рамовые подшипники и другие обработанные поверхности деталей внутри картера) покрываются смазкой при помощи шприца. Клапанно-распределительный механизм (распределительные валы, пружины клапанов, ролики, рычаги со стойками, траверсы и т. д.) покрываются смазкой мягкой кистью. Через продувочные окна смазка К-17 наносится шприцем на стенки цилиндров, при этом заполняются стекающей смазкой

### 18. Расход смазки на консервацию

Наименование (тип) изделия	Способ консервации	Расход смазки
ТМН-100	Прокачка, нанесение кистями	$\frac{8}{2 + 0,5}$
ТКН-65	» » »	$\frac{8}{2 + 0,5}$
ТЦН-7/1	» » »	$\frac{10}{2 + 0,5}$
ТД-7/1	» » »	$\frac{10}{2 + 1}$
ТВУ-10	» » »	$\frac{20}{3 + 0,5}$
ТНН-3	» » »	$\frac{10}{2 + 0,5}$
ТПН-3	» » »	$\frac{8}{2 + 1}$
7Д6	Проработка, нанесение кистями	$\frac{50}{5 + 0,6}$
К-352	» » »	$\frac{25}{5 + 2}$
4Ч 10,5/13	» » »	$\frac{18}{2,5 + 0,1}$
2Ч 10,5/13	» » »	$\frac{10}{2,0 + 0,1}$
Г-51	» » »	$\frac{6}{3 + 1}$

выемки днищ поршней. Консервация цилиндров производится при поочередной постановке верхней крышки поршней на уровень нижней кромки продувочных окон. Остальные не перечисленные выше узлы и детали консервируют также путем нанесения на поверхности смазки кистью, шприцем, наливом.

Запасные части и инструмент консервируют нанесением смазки на поверхности кистью или окунанием их в ванну со смазкой. Окунание крупных деталей целесообразно производить на подвесах (крючках), а мелких — в металлических сетках. После окунания изделий в смазку необходимо их держать над противнем или ванной до полного стекания смазки с поверхностей, затем детали упаковывают.

Одним из преимуществ жидких консервационных смазок по сравнению с консистентными является то, что расход их при консервации очень невелик, так как на консервируемых поверхностях остается тонкая пленка смазки, а излишняя смазка стекает. При консервации смазкой К-17 наружных поверхностей или отдельных деталей расход смазки определяется количеством ее, оставшимся непосредственно на консервируемых поверхностях. Однако это преимущество может быть утрачено, если нерационально применять жидкие консервационные смазки при консервации механизмов способами прокачки или проработки. Так, при консервации механизмов или других устройств способом прокачки или проработки на жидких консервационных смазках расход их определяется не нуждами непосредственно на консервацию, для которой требуется небольшое количество смазки, а необходимостью обеспечить в случае прокачки полную заполненность масляной системы механизма, а при проработке и надежную его работу. После консервации таким способом использованная смазка сливается, для того чтобы в дальнейшем при расконсервации обеспечить запуск и последующую эксплуатацию механизма на штатном масле.

В табл. 18 числитель характеризует количество смазки, необходимой для проработки или прокачки, в знаменателе приведено количество смазки, оставшейся в механизме после слива ее (первая цифра), и расход консервационной смазки на консервацию наружных поверхностей (вторая цифра). Таким образом, знаменатель характеризует фактический расход консервационной смазки на консервацию механизма.

Поскольку в механизме перед его консервацией всегда находится какое-то количество штатного масла, хотя мы и стремимся как можно полнее удалять его, при консервации способами проработки и прокачки происходит разбавление консервационной смазки. Это приводит к тому, что после консервации одного механизма остается большое количество консервационной смазки, разбавленной штатным маслом. Величина разбавления консервационной смазки определяется соотношением между ее количеством, взятым для консервации, и количеством эксплуатационного масла,

оставшимся в механизме. Основным показателем качества консервационных смазок считаются их защитные свойства, которые главным образом зависят от концентрации присадок. При разбавлении консервационной смазки изменяется концентрация присадок и, следовательно, ее защитные свойства. Определить границу допустимого разбавления консервационных смазок штатными маслами при сохранении ими гарантийных сроков защиты поверхностей от коррозии для всех типов механизмов практически не представляется возможным. В эксплуатации находится большое число разнообразных механизмов с различной величиной масляных систем. Поэтому определение предельной величины разбавления при условии сохранения консервационной смазкой защитных свойств и кратности использования проведено лабораторным путем.

В результате лабораторных испытаний установлено, что предельно допустимым разбавлением смазки является введение в нее 20% штатного масла, в дальнейшем консервационная смазка К-17 заметно снижает свои защитные свойства. Таким образом, чтобы законсервировать механизм прокачкой или проработкой, количество жидкой консервационной смазки должно превышать не менее чем в четыре раза количество штатного масла, находящегося в механизме. В этом случае механизм будет законсервирован кондиционной смазкой.

Зная количество оставшегося масла в консервируемом изделии  $g_i$  и количество смазки, необходимое для надежной прокачки или проработки  $G_i$ , можно определить кратность использования консервационной смазки. При определении кратности использования смазки для каждого типа оборудования следует найти отношение количества оставшегося масла к количеству смазки, взятому для надежной проработки или прокачки,

$$a_i = \frac{g_i}{G_i}.$$

Для повышения кратности использования смазки К-17 необходимо добиваться минимального значения  $a_i$ .

Чтобы экономично нормировать и расходовать жидкие консервационные смазки и определить кратность их использования, необходимо учитывать следующие факторы: объем масляной системы механизма; минимально необходимое количество смазки для обеспечения безаварийной проработки механизма; количество штатного масла в масляной системе механизма после его слива перед консервацией; количество консервируемых механизмов. С учетом этих факторов может быть достигнут минимальный расход консервационных смазок без ущерба для обеспечения длительного и качественного хранения механизмов, устройств и другого оборудования и соответственно получена значительная экономия.

#### 14. Эксплуатационные масла с присадками

Консервация изделий специальными консервационными смазками, как это в основном и осуществляется, в настоящее время целесообразна при длительных сроках хранения (свыше пяти лет). При консервации изделий на меньший срок и периодически используемых по назначению наиболее выгодно применение смазок и масел, которые могут быть использованы при эксплуатации и также могут длительное время защищать поверхности от коррозии при бездействии, т. е. такие смазки и масла, которые являются одновременно и рабочими и консервационными. В последние годы все большее распространение получает разработка и применение для целей консервации рабочих масел с защитными присадками. Наиболее эффективным в этом направлении является применение маслорастворимых ингибиторов коррозии, которые повышают защитные свойства рабочих смазок и масел, приближая их к консервационным, не снижая их эксплуатационных свойств. В табл. 19 приведены данные по некоторым маслорастворимым ингибиторам.

Для консервации различных изделий (двигателей внутреннего сгорания, компрессоров и т. д.) защитная присадка ингибитора МСДА-11 введена в турбинные, моторные и авиационные масла. Ввод защитной присадки в масла осуществлялся непосредственно на месте консервации.

Защитная присадка вводилась в масла в виде 50-процентного раствора ингибитора МСДА-11 в трансформаторном масле из расчета 1,5% ингибитора МСДА-11, т. е. 3 кг защитной присадки на 100 кг рабочего масла. Двигатели внутреннего сгорания и компрессоры консервировали при введении защитной присадки МСДА-11 в расходные масляные баки или картеры механизмов исходя из количества рабочего масла в масляной системе. После этого механизмы запускали в работу. Время работы составляло 5—8 мин. Защитная присадка в турбинные и другие механизмы вводилась непосредственно в картеры, заполненные рабочим маслом, или при небольших объемах масляных картеров они заполнялись рабочим маслом с ранее введенной в него присадкой. Консервацию в этом случае производили путем прокачки масляной системы ручным масляным насосом при проворачивании валов вручную в течение 5—6 мин или запуском механизмов в работу.

Редукторы и подшипники изделий больших габаритов консервировали рабочим маслом с защитной присадкой МСДА-11 шприцеванием подшипников и нанесением масла на другие поверхности кистью или обливом.

Условия хранения законсервированных изделий были различные: в помещениях и на открытой площадке при колебаниях температур от +25 до —20° С и относительной влажности воздуха от 48 до 90%. Срок хранения изделий, законсервированных рабочими маслами (турбинным Т-46, компрессорным Т, дизельным ДП-14 и авиационным МС-20) с 3% защитной присадки МСДА-11 составляет до пяти лет.

### 19. Маслорастворимые ингибиторы

Ингибиторы (состав)	Марка или сокращенное название	Основное применение и особенности
Маслорастворимые соли цикло- и дидецилогексил-аминна и синтетических жирных кислот фракций: C <sub>10</sub> —C <sub>12</sub> ; C <sub>18</sub> —C <sub>20</sub>	МСДА-11 МСДА-18	Введение в масла и смазки; защищает черные и некоторые цветные металлы. Вазелинообразная коричневая масса, легко растворимая в углеводородах, бензине и маслах. Вводится в масла в количестве от 1 до 10%
Оксисленный петролатум и экстракт окисленного петролатума	МНК-5	Введение в защитные жидкие и консистентные смазки (АУП, СХК и др.)
Оксисленный церезин	МНП-7	Введение в консистентные смазки (ПВК, ГОИ-54п)
Маслорастворимый сульфонат кальция	КСК (концентрат сульфоната кальция)	Введение в жидкие защитные смазки (НГ-200)
Нитрованное масло (присадка, получаемая нитрованием нефтепродуктов)	—	Введение в жидкие защитные смазки (НГ-204, НГ-204у)
Нитрованное масло + 10% стеариновой кислоты	АҚОР-1	Введение в масла
Композиция присадок: 7,5 вес. ч. ВНИИП-380; 7,5 вес. ч. ПМСЯ (ГОСТ 12418—66); 3,0 вес. ч. СЖК; 1,0 вес. ч. ВНИИП-167 (ВТУ НП 141—63); 0,005 вес. ч. ПМС-200А (МРТУ 6-02-260—63)	КП	Смесь КП подогревают до 115—120° С, выдерживают и перемешивают около 2 ч, затем фильтруют. В исходное масло, освобожденное от воды прогреванием при 105—120° С, вводится подогретая смесь КП. Перемешивание осуществляется при 100—110° С и выдержке при этой температуре около 1 ч

Осмотры изделий с целью определения коррозионного состояния производились через каждые шесть месяцев хранения. В результате осмотров никаких коррозионных поражений не обнаружили, состояние всех осмотренных поверхностей было без изменений по сравнению с первоначальным. В табл. 20 приведены результаты осмотра оборудования, законсервированного рабочими маслами с ингибитором МСДА-11.

Применение эксплуатационно-консервационных масел и смазок и рабочих масел и смазок с защитными присадками значительно упрощает технологию консервации и расконсервации. Последнее важно при кратковременном бездействии оборудования в период эксплуатации, так как при использовании консервационно-эксплуатационных масел и смазок, а также рабочих масел с защитными присадками не требуется проведения специальных работ по консервации. Стоимость консервации в данном случае будет состоять только из стоимости защитной присадки, введенной в рабочие масла.

Турбинные механизмы с небольшими по объему масляными системами консервировались путем введения раствора ингибитора МСДА-11 в масляные картеры с последующей прокачкой масляной системы механизмов штатным ручным масляным насосом в течение 5—20 мин. В период прокачки валы механизмов проворачивали вручную.

Турбинные механизмы с большими по объему масляными картерами прокачивали штатными ручными масляными насосами из переносных емкостей, заполненных рабочим (турбинным) маслом с ингибитором МСДА-11.

Турбины с редукторами больших мощностей консервировались путем шприцевания подшипников турбин и редукторов через специальные отверстия и нанесения рабочего масла с ингибитором МСДА-11 на зубчатое зацепление кистью или обливом при проворачивании валов. В табл. 21 приведены данные о расходах рабочего масла, раствора ингибитора МСДА-11 и способе консервации отдельного оборудования. Способ консервации рабочими маслами с присадкой ингибитора МСДА-11 прост по технологии. Объем работ заключается только во введении в масла незначительного количества раствора ингибитора (3 кг на 100 кг) с последующей прокачкой или проработкой механизмов. Кроме того, этот способ значительно экономичнее способа консервации жидкими консервационными смазками. Это особенно сказывается при консервации оборудования, находящегося на штатных эксплуатационных местах. Стоимость консервации в данном случае состоит только из стоимости 1,0—1,5% присадки ингибитора МСДА-11, а рабочее масло, которое применено для консервации, может быть использовано при работе механизмов после расконсервации без его замены.

Двигатели внутреннего сгорания, законсервированные ингибированными рабочими маслами, периодически эксплуатировались.

## 20. Результаты осмотра оборудования

Наименование оборудования	Вскрываемые узлы	Результаты осмотра
Турбонефтяной и турбомасляный насосы	Вскрыты лючки на корпусах редукторов и крышки полости соединительной муфты	Поверхности зубчатого зацепления валов, соединительных муфт и других деталей редукторов, а также поверхности регулятора и верхнего подшипника без изменений, чистые, без следов коррозии, покрыты тонкой масляной пленкой
Турбогенератор	Вскрыты крышки газораспределения	Поверхности шестерен и валов газораспределения чистые, без следов коррозии
Нефтяной насос	Вскрыт носовой подшипник	Состояние поверхностей без изменений, коррозия отсутствует
Компрессор	Вскрыт кривошипно-шатунный механизм	Состояние поверхностей без изменений, коррозия отсутствует
Турбовентилятор	Вскрыт лючок на крышке корпуса редуктора	Зубчатое зацепление и другие поверхности редуктора в пределах видимости без изменений; коррозия отсутствует
Турбоциркуляционный насос	То же	То же
Двигатель внутреннего сгорания	Вскрыт лючок на корпусе двигателя	Поверхности деталей без изменений, коррозия отсутствует

## 21. Расход рабочего масла и ингибитора на консервацию

Наименование изделия	Способ консервации	Марка рабочего масла	Расход в кг	
			рабочего масла	защитной присадки МСДА
Турбогенератор	Защитная присадка ингибитора МСДА-11 залита в расходный масляный бак. Двигатель проработал в течение 10 мин	МС-20	90	1,5

Наименование изделия	Способ консервации	Марка рабочего масла	Расход в кг	
			рабочего масла	защитной присадки МСДА
Двигатель внутреннего сгорания 6Ч 23/30	Защитная присадка ингибитора МСДА-11 введена в картер, двигатель проработал 10 мин	ДП-14	140	1,5
Турбомасляный насос	Картер заполнен турбинным маслом Т-46 с защитной присадкой ингибитора МСДА-11. Прокачка штатным ручным масляным насосом в течение 6 мин с проворачиванием вала вручную	Т-46	20	0,600
Турбовентилятор	Ингибированное масло залито в картер. Прокачка шестеренным насосом при проворачивании вала в течение 5—6 мин	Т-46	87,5	2,6
Валоповоротное устройство	Ингибированное масло залито в картер. Проворачивание вала электроприводом в течение 2—3 мин	Т-46	50	0,75
Подшипники турбин и редуктора	Подшипники турбин и редуктора шприцевались ингибированным маслом. Редуктор (колеса и шестерни) обливался ингибированным маслом при проворачивании	Т-46	17,5	0,53
Двигатель внутреннего сгорания 7Д-12	В расходный масляный бак залита защитная присадка ингибитора МСДА-11. Двигатель проработал в течение 10 мин (900—1100 об/мин; температура воды 35° С, масла 35° С)	МС-20	85	1,800
Турбонефтяной насос	Защитная присадка ингибитора МСДА-11 введена в картер, насос работал в течение 2 ч	Т-46	50	1,5
Турбовентилятор	Защитная присадка ингибитора МСДА-11 введена в картер, вентилятор работал в течение 1 ч 40 мин	Т-46	20	0,6
Турбопитательный насос	Защитная присадка ингибитора МСДА-11 введена в картер, насос работал в течение 1 ч 40 мин	Т-46	4	0,12



В табл. 22 приведены данные по эксплуатации двигателей, в том числе и на ингибированном масле.

22. Количество часов работы двигателей

Тип двигателя	Количество часов работы			
	двигателя с начала установки	масла		двигателя после смены ингибированного масла
		к моменту введения ингибитора	после введения ингибитора	
7Д12	161	44	64	60
6Ч 23/30	490	0	110	48
6Ч 23/30	1604	0	3	0

За весь период работ как на ингибированном масле, так и после его смены параметры работы двигателей находились в пределах эксплуатационных норм.

## Глава V

### ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ

#### 15. Краткие сведения о свойствах ингибиторов коррозии

Одним из новых направлений в области защиты металлов от коррозии является использование для этих целей ингибиторов атмосферной коррозии.

Ингибиторы атмосферной коррозии представляют собой химические соединения, способные предотвращать или тормозить атмосферную коррозию металлов и их сплавов при непосредственном контакте с металлами (контактные ингибиторы) или в парофазном состоянии (летучие ингибиторы).

В настоящее время насчитывается свыше сотни летучих ингибиторов, относящихся к различным классам органических соединений, но промышленное применение находят лишь немногие ингибиторы, обладающие комплексом необходимых эксплуатационных свойств, доступные по цене и сырью.

К таким летучим ингибиторам относится нитрит дициклогексиламина (НДА). НДА представляет собой органическое вещество, является солью дициклогексиламина и азотистой кислоты. Чистый НДА представляет собой белый кристаллический порошок без запаха, плавящийся при 175—176° С. Технический продукт имеет слабый характерный запах и желтоватый оттенок. Упругость паров НДА зависит от температуры:

Температура в °С	1,1	10,0	21,1	32,2	43,3	54,4	65,5
Упругость паров в мм рт. ст. × 10 <sup>3</sup>	0,007	0,03	0,1	0,4	1,4	3,3	12

Растворимость НДА в воде при различных температурах следующая:

Температура в °С	0	25	45	65
Растворимость НДА (на 100 г воды)	3,0	3,9	5,2	6,9

Из приведенных данных видно, что даже при повышенной температуре нельзя получить концентрированных водных растворов НДА. Ингибитор НДА хорошо растворим в спирто-водных растворах. Данные по растворимости НДА в органических растворителях и их смесях с водой при 25° С (в г на 100 г растворителя) приведены в табл. 23. Водные растворы НДА являются практически нейтральными (рН 7,2), они проявляют свойства сильных электролитов. При обычной температуре растворы отличаются хорошей стабильностью.

23. Растворимость НДА в органических растворителях

Растворитель	Растворимость при содержании воды в вес. %			
	0	25	50	75
Метилловый спирт	23,6	22,5	13,5	6,8
Этиловый спирт	9,2	16,6	11,8	5,6
Изопропиловый спирт	2,2	11,5	10,2	5,4
Ацетон	0,2	6,7	8,7	6,3
Гептан	0,0002	—	—	—
Бензол	0,065	—	—	—
Четыреххлористый углерод	0,006	—	—	—

КЦА (карбонат циклогексиламина) представляют собой комплексное соединение циклогексиламина с углекислотой. Растворимость КЦА в воде и в различных растворителях при 25° С следующая:

Растворитель	Содержание КЦА (в г) в 100 мл насыщенного раствора
Вода	55,60
Метилловый спирт	51,15
Этиловый спирт	27,80
Ацетон	13,60
Эфир	1,18
Четыреххлористый углерод	3,55
Бензол	2,37

При 25° С упругость паров КЦА составляет 0,395 мм рт. ст., что примерно в 2000 раз превышает давление паров НДА в этих же условиях (0,0002 мм рт. ст.). Ввиду этого практикуется одновременное применение ингибиторов НДА и КЦА; чаще всего ими пропитывают бумагу с непроницаемой внешней оберткой. При этом КЦА быстро испаряется и благодаря хорошей диффузии паров обеспечивает немедленную защиту металла, в том числе на участках, удаленных от ингибитора. Менее летучий ингибитор НДА длительно защищает даже в тех случаях, когда происходят некоторые потери ингибитора из упаковки вследствие диффузии. НДА и КЦА хорошо защищают стальные изделия.

Моноэтаноламин (МЭА) является первичным аминоспиртом с примесью вторичных, третичных аминоспиртов и воды. МЭА представляет собой маслянистую бесцветную или желтоватую, слегка вязкую жидкость. Молекулярный вес 61,08; уд. вес при 20° С составляет 1,03; температура вспышки 93,3° С; температура кипения при 760 мм рт. ст. равна 170° С. Моноэтаноламин горюч и гигроскопичен. С водой и спиртом смешивается во всех отношениях. Защищает от коррозии стали различных марок. Под действием моноэтаноламина на алюминии, цинке, никеле развивается язвенная коррозия, на меди и ее сплавах — сплошная.

При очень малых концентрациях моноэтаноламина (менее 0,05 г/л) он может стимулировать коррозию. Минимальная защитная концентрация в воде 3—4 г/л. МЭА в настоящее время широко применяется на ряде предприятий для межоперационной защиты от коррозии деталей и узлов при изготовлении паропроизводящего оборудования, а также в процессе хранения готового оборудования и его монтажа.

Карбонат моноэтаноламина (МЭАК) представляет собой вязкую летучую жидкость с запахом моноэтаноламина, упругость пара которой при комнатной температуре составляет около 0,8 мм рт. ст. Это вещество недостаточно стабильно, на воздухе оно самопроизвольно разлагается. Защищает от коррозии железо, сталь, чугун.

Бензоат моноэтаноламина (БМЭА) является солью моноэтаноламина и бензойной кислоты, представляет собой белый кристаллический порошок со значительно меньшей упругостью пара, чем МЭАК, температура плавления БМЭА лежит в пределах 137—140° С.

Из нелетучих ингибиторов атмосферной коррозии имеет применение контактный ингибитор нитрит натрия и ползучий — бензоат натрия. Нитрит натрия (азотнокислый натрий) является солью азотистой кислоты. Он представляет собой кристаллический порошок белого цвета с желтоватым оттенком, гигроскопичен, хорошо растворяется в воде (в 100 мл воды при 0° С растворяется 73 г продукта).

Защитные свойства нитрита натрия открыты давно, но практическое применение в качестве ингибитора атмосферной коррозии металлов он получил только в 50-х годах, когда для консервации

стальных изделий стали применять более концентрированные растворы. Нитрит натрия защищает от коррозии черные металлы, а также хром и никель, но разрушающе действует на покрытия из свинцовой бронзы, кадмия, свинца.

Защитное действие нитрита натрия проявляется в нейтральных и щелочных средах. Присутствие в растворе хлористых, сернокислых и других солей заметно снижает защитное действие нитрита натрия, дозы которого в таких случаях должны резко увеличиваться по сравнению с оптимальными. В кислых средах нитрит натрия не только не выполняет защитных функций, но и вообще подвергается распаду как соль весьма слабой азотистой кислоты. Поэтому наличие в индустриальной атмосфере примесей углекислого, сернистого газа, паров соляной кислоты и других соединений, образующих с водой кислые растворы, следует рассматривать как неблагоприятный фактор, который может ослабить или полностью подавить защитное действие ингибитора, если концентрация его будет недостаточной.

Из ползучих ингибиторов практическое применение нашел только бензоат натрия. Это соединение представляет собой белый кристаллический порошок, который плавится при  $120^{\circ}\text{C}$ . Бензоат натрия хорошо растворим в воде. В 100 вес. ч. воды при  $25^{\circ}\text{C}$  растворяется 61 вес. ч. бензоата. Этот ингибитор применяется для защиты стальных изделий. При повышенных концентрациях (25—30%) бензоат натрия обеспечивает защиту и цветных металлов: алюминия, меди, латуни, никеля. Этот ингибитор во влажном воздухе не защищает от коррозии чугуна. На защитное действие бензоата натрия отрицательное влияние оказывает присутствие хлоридов и сульфатов, поэтому их содержание в пропитываемых бензоатом натрия материалах строго ограничивается (не более 0,1% хлоридов и не более 0,25% сульфатов).

## 16. Способы и области применения ингибиторов коррозии

Все летучие ингибиторы (НДА, фосфатный, бензоатный, уротропиновый, карбонат и бензоат моноэтаноламина) используют в виде ингибированной бумаги, порошка или растворов. Нелетучий ингибитор нитрит натрия применяют в виде загущенного 30-процентного водного раствора, бензоат натрия — в виде ингибированной бумаги. Приведенные способы применения ингибиторов атмосферной коррозии целесообразно использовать в основном для консервации запасных частей и инструмента.

В табл. 24 приведены данные по ингибиторам атмосферной коррозии, использованным для консервации оборудования.

НДА применяется для пропитки бумаги, картона и других упаковочных материалов или в виде порошка. Поскольку НДА является летучим ингибитором, большое значение приобретают вопросы упаковки изделий, законсервированных НДА. Чем

## 24. Приборы, используемые для консервации оборудования

Наименование ингибитора	Защитные свойства	Способ применения	Область применения
<b>Л е т у ч и е   и н г и б и т о р ы</b>			
Нитрит дициклогексил-амина (НДА)	Защищает черные металлы (сталь, чугун), никель, хром, чистый алюминий, оксидированные и фосфатированные детали. Не защищает цветные металлы — медь и медные сплавы, припой, свинец, цинк, кадмий, магни́й, бронзу	В порошке, нанесенные на упаковочные материалы (бумагу, картон, ткань), спирто-водный раствор	Консервация деталей, инструмента, оборудования и полостей его, изготовленных из черных металлов
Карбонат циклогексил-амина	То же	То же	То же Рекомендуется применять в северных районах
Карбонат моноэтанол-амина	Защищает черные металлы (сталь, чугун). Не защищает цветные металлы	Нанесение на упаковочные материалы, введение в масла и смазки	Консервация деталей, инструмента, оборудования и полостей его, изготовленных из черных металлов
Фосфатный ингибитор	Защищает черные металлы (сталь, чугун), алюминий, а также луженые оксидированные и фосфатированные поверхности. Не защищает цветные металлы	В порошке, нанесенные на упаковочные материалы	То же
<b>К о н т а к т н ы е   и н г и б и т о р ы</b>			
Нитрит натрия	Защищает черные металлы (сталь, чугун), а также хром, никель. Не защищает цветные металлы	Нанесение на детали окунанием, нанесение загущенного раствора на бумагу	Консервация деталей и узлов из черных металлов
Бензоат натрия	Защищает сталь, цинк, свинцово-оловянистый припой. Не защищает цветные металлы	Нанесение водного раствора на упаковочные материалы, введение в масла и смазки	Консервация стальных узлов и деталей
Хромат гексаметилен-диамина	Защищает черные и цветные металлы как в отдельности, так и в различных сочетаниях	Введение в масла и смазки, нанесение на упаковочные материалы	Консервация различного оборудования и механизмов в сборе

герметичнее упаковка, тем продолжительнее будет срок защитного действия ингибитора. Данные по длительности защитного действия упаковок, содержащих НДА, приведены в табл. 25.

25. Продолжительность защитного действия НДА в упаковках

Упаковка		Продолжительность защиты в мес.	
Внутренняя, пропитанная НДА	Наружная	Хранение в помещении	Хранение на открытом воздухе под навесом
Крафт-бумага	Отсутствует	10—14	—
Вошенная крафт-бумага	»	24—48	12—18
Картон	»	12—18	8—12
Вощенный картон	»	24—60	15—24
Крафт-бумага	Крафт-бумага	15—24	3—15
» »	Картон	15—30	9—21
» »	Вошенная крафт-бумага	75—120	24—54
» »	Вощенный картон, влагонепроницаемый целлофан, полихлорвиниловый пластикат	60—120	—

Приготовление ингибированной бумаги состоит из следующих операций: приготовление раствора ингибитора, смачивание бумаги раствором ингибитора и сушка бумаги. Для приготовления 1 кг 12-процентного раствора НДА берется 0,120 кг ингибитора НДА, 0,616 кг спирта ректификата и 0,264 кг воды. НДА засыпают в приготовленный спирто-водный раствор и перемешивают до полного растворения.

В зависимости от времени межоперационного хранения деталей и узлов производится консервация их в разных по концентрации водных растворах моноэтаноламина. При времени хранения до трех месяцев консервация выполняется 25—30-процентным раствором моноэтаноламина, при времени хранения до шести месяцев и более — 60-процентным раствором.

Консервация осуществляется либо путем нанесения одного из указанных растворов на подготовленные поверхности салфетками из хлопчатобумажной ткани, обильно смоченными этим раствором, либо окунанием деталей и узлов в ванну с раствором моноэтаноламина.

Внутренние полости готовых изделий консервируются путем заполнения их раствором моноэтаноламина и последующего слива при тщательной герметизации полостей в период хранения.

Температура раствора 15—25° С; время выдержки деталей и узлов в ванне, а также при заполнении емкостей готовых изделий составляет 10—15 мин.

Температура конденсата при приготовлении раствора не должна превышать 30° С. В емкость вначале заливается моноэтаноламин, а затем конденсат. После смешения компонентов раствор тщательно перемешивается. Емкости для приготовления и хранения растворов должны быть изготовлены из углеродистой стали, использование емкостей из цветных металлов не допускается.

1 кг (0,9 л) 15-процентного раствора фосфатного ингибитора готовится растворением в 0,85 л воды, подогретой до 30—40°, 0,0165 кг бикарбоната натрия, затем в раствор небольшими порциями поочередно добавляется 0,052 кг двузамещенного фосфата аммония и 0,08 кг нитрита натрия. После окончания растворения солей раствор готов к употреблению.

Для приготовления 1 кг 22-процентного раствора бензоатного ингибитора необходимо к 0,58 л воды добавить не менее 0,11 л 25-процентного раствора аммиака. В полученный раствор ввести 0,127 кг бензойной кислоты при постепенном нагревании и перемешивании до полного растворения кислоты. Затем после охлаждения раствора ниже 50° С добавляется 0,08 кг нитрита натрия, растворенного в 0,1 л воды.

1 кг (0,88 л) 30-процентного раствора уротропинового ингибитора готовится следующим образом. В 0,7 л воды растворяется последовательно 0,15 кг нитрита натрия и 0,15 кг уротропина.

Для получения бензоата моноэтаноламина бензойную кислоту растворяют в спирте, после чего небольшими порциями в нее прибавляют моноэтаноламин. Бензоат моноэтаноламина выпадает в осадок. Поскольку реакция экзотермична, то производится охлаждение водой. Полученный бензоат моноэтаноламина растворяется в воде (в 1 л воды растворяется 60 г БМЭА).

Смачивание бумаги раствором может производиться вручную с помощью кисти или машинным способом. Для смачивания растворами ингибиторов может быть применена крафт-бумага. При нанесении растворов ингибиторов исходят из следующих норм растворов на 1 м<sup>2</sup> бумаги: 150—200 г ингибитора НДА, 150 г фосфатного, 100 г бензоатного, 100 г уротропинового, 40—45 г КМЭА, 160 г БМЭА. Сушка бумаги может производиться на открытом воздухе в тени или в помещении.

В качестве наружной обертки используется парафинированная бумага, подпергамент, полихлорвиниловая и полиэтиленовая пленки. Часто ингибитор применяется в виде порошка. В этом случае исходят из расчета для НДА 25—30 г на 1 м<sup>2</sup> поверхности изделия, фосфатного, бензоатного и уротропинового — 25—30 г на 5 дм<sup>3</sup> объема в упаковке: Ингибитор НДА берется в готовом виде. Сухой фосфатный ингибитор может быть приготовлен из расчета на 1 кг смешением 0,110 кг бензоата натрия, 0,540 кг нитрита натрия, 0,350 кг двузамещенного фосфата аммония.

Для приготовления сухого бензоатного ингибитора к 20—25-процентному раствору аммиака добавляется бензойная кислота при постепенном нагревании до прекращения растворения ее, после чего раствор охлаждается. С выделившихся кристаллов бензоата аммония раствор сливается, а кристаллы сушатся на воздухе. Полученный бензоат аммония смешивается с нитритом натрия в пропорции 66 : 34.

Сухой уротропиновый ингибитор представляет собой смесь двух солей: 50% уротропина и 50% нитрита натрия.

Нелетучий ингибитор нитрит натрия применяется в виде загущенного 30-процентного водного раствора. В состав 1 кг загущенного раствора входят: 300 г нитрита натрия, 50 г технического глицерина, 25 г картофельного крахмала, 5 г кальцинированной соды, 620 г воды. Например, для получения 10 кг загущенного раствора ингибитора необходимо растворить 3 кг нитрита натрия в 6,2 кг воды, половину раствора отливают в отдельный сосуд и разводят в нем 0,25 кг крахмала. Оставшуюся часть раствора нитрита натрия нагревают до кипения и вводят в нее 0,05 кг кальцинированной соды. Приготовленный крахмальный раствор вливают в кипящий раствор небольшими порциями при перемешивании и снова при перемешивании доводят до кипения. После этого раствор снимают с обогрева и в него вливают 0,5 кг глицерина. Вязкость загущенного раствора нитрита натрия перед консервацией, замеренная с помощью вискозиметра при комнатной температуре раствора, должна быть 150—200 с. В полученный раствор изделия из чугуна и стали окунают на сетке или же раствор наносят на поверхность кистью.

Смоченные загущенным раствором детали без просушки укладывают на предварительно смоченную этим же раствором ингибитора крафт-бумагу и заворачивают в два-три слоя парафинированной бумаги.

Бензоат натрия используется для изготовления ингибированной бумаги. Для этой цели готовится 30-процентный водный раствор ингибитора, который наносится на крафт-бумагу из расчета 30—40 г бензоата натрия на 1 м<sup>2</sup> бумаги. Изделия из стали заворачивают в эту бумагу и затем дополнительно в парафинированную бумагу.

Приведенные способы консервации ингибиторами атмосферной коррозии малопримемлемы для защиты от коррозии водяных, воздушных и паровых полостей крупногабаритного оборудования, такого, как котлы, турбины, теплообменные аппараты и т. п. Для такого оборудования наиболее приемлем способ продувки его внутренних полостей ингибированным воздухом (разработанный С. А. Балезиным, В. Т. Нетреба и др.), а также консервация водным раствором моноэтаноламина, или «мокрое хранение», т. е. заполнение емкостей водой с добавкой гидразина и аммиака.

Консервация ингибированным воздухом производится с помощью специальной установки, схема которой представлена на



рис. 17. Сущность этого способа консервации состоит в следующем. Летучий кристаллический ингибитор насыпают в стальные сетчатые кассеты, между которыми продувается воздух, подогретый электронагревателем. При прохождении горячего воздуха между кассетами происходит сублимация ингибитора и насыщение воздуха его парами. Наличие металлической сетки между электронагревателем и кассетами способствует более равномерному распределению потока нагретого воздуха между кассетами. Температура воздуха в установке замеряется с помощью термометра, чувствительная часть которого расположена за сеткой. Выходящий из установки

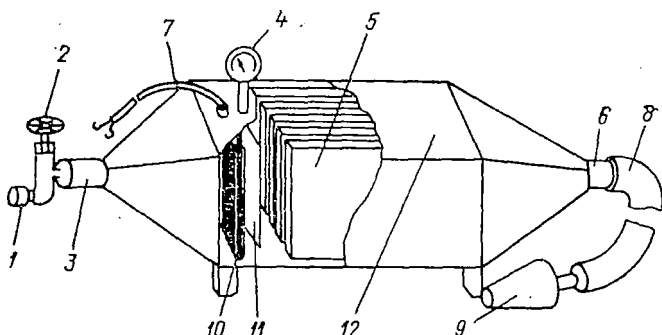


Рис. 17. Установка для консервации внутренних полостей оборудования ингибированным воздухом:

1 — патрубок для входа воздуха; 2 — кран для регулировки скорости подачи воздуха; 3 — штуцер для контроля скорости воздуха; 4 — термометр; 5 — кассеты; 6 — патрубок для выхода ингибированного воздуха; 7 — электрощуп; 8 — шланг; 9 — коническая пробка; 10 — электронагреватель; 11 — сетка; 12 — крышка

ингибированный воздух по шлангу подается в полость консервируемого изделия. При прохождении ингибированного воздуха по внутренним полостям изделий и контакте паров ингибитора с поверхностью металла на последней происходит десублимация ингибитора, который выделяется на поверхности металла в виде тонкого сплошного кристаллического слоя.

Способ консервации полостей ингибированным воздухом применен на различном оборудовании. Таким способом были законсервированы паровые котлы с экономайзерами, теплообменные аппараты, турбины, трубопроводы, трубы. Работы по консервации изделий включали подготовку изделия и установки к консервации, консервацию (продувку) полостей изделий ингибированным воздухом и герметизацию изделий (закрытие штатных запорных устройств или установка заглушек). При этом способе консервации не требуется полного осушения полостей оборудования (допускается наличие влажной поверхности металла). Проверка герметичности производилась путем создания в консервируемых полостях избыточного давления воздуха в пределах  $0,1—0,2 \text{ кгс/см}^2$ . При подготовке установки к действию проверялся нагревательный элемент и кассеты наполнялись ингибитором. Нагревательный

элемент должен обеспечивать поднятие температуры воздуха, проходящего через установку, до  $170^{\circ}\text{C}$ .

Наполнение кассет ингибитором производилось при отключении установки от электросети и воздушной магистрали. Ингибитор загружался в кассеты металлическим совком. После наполнения всех кассет ингибитором крышка герметично закрывалась.

Перед началом продувки консервируемых полостей были определены места подвода и отвода ингибированного воздуха. При этом учитывалась возможность наиболее эффективной и полной продувки полостей изделий ингибированным воздухом при минимальном объеме работ по разборке арматуры и других узлов. Перед включением установки на продувку полостей изделий проверялся свободный проход воздуха по продуваемой полости путем подключения воздушного шланга к входному отверстию. При наличии свободного прохода воздуха воздушный шланг от полости отсоединялся и подключался к установке, а шланг от установки — к входному отверстию продуваемой полости. В процессе консервации температура в установке поддерживалась в пределах  $70\text{--}80^{\circ}\text{C}$  для КЦА и  $150\text{--}160^{\circ}\text{C}$  для НДА. Регулировка температуры осуществлялась термостатом.

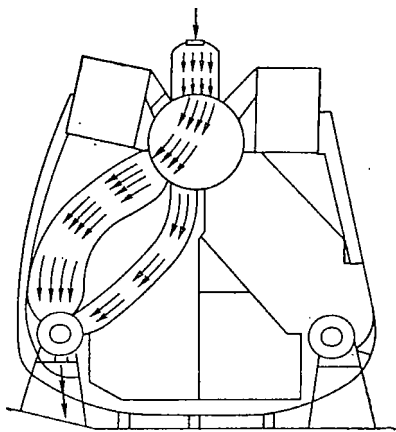


Рис. 18. Схема продувки ингибированным воздухом парового котла

Полости изделий продувались ингибированным воздухом при подсоединении шланга от установки к одному из штатных клапанов с выходом воздуха через другой клапан или вскрытый лючок. Например, при продувке котла подвод ингибированного воздуха осуществлялся через один из клапанов на паровом коллекторе, а выход — поочередно через приоткрытые лазы на других коллекторах или через клапаны продувания коллекторов. На рис. 18 приведена схема продувки парового котла. По окончании продувки полости изделия герметизировались путем закрытия клапанов, лючков, лазовых затворов (паровые котлы, теплообменные аппараты, полости охлаждения механизмов) или установкой дополнительных уплотнений по валу (полости паровых турбин).

Как показал четырехгодичный опыт хранения оборудования, данный способ обеспечивает надежную защиту от коррозии (табл. 26).

Консервация изделий способом продувки их полостей ингибированным воздухом дает значительную экономию средств. Так, для консервации парового котла внутренним объемом около  $18\text{ м}^3$  способом осушения внутренних полостей влагопоглотителем

## 26. Результаты осмотра оборудования

Наименование оборудования	Осматриваемые узлы	Результаты осмотра
Турбовентилятор	Корпус турбины	Белый слой ингибитора на внутренней поверхности магистрали продувания и на поверхности штуцера, установленного на корпусе турбины
Нефтяной насос	Корпус турбины	Внутренние поверхности магистрали продувания и поверхности штуцера (на корпусе турбины) влажные, сильный запах ингибитора
Нефтеподогреватель	Клапан на колонке замера уровня конденсата и магистраль продувания нефтеподогревателя	Внутренние поверхности магистрали и клапаны влажные, слабый запах ингибитора
Паровая турбина	Корпус турбины	Налет ингибитора на поверхностях отсутствует. Имеется слабый запах ингибитора. На контрольных образцах свежая коррозия в виде отдельных пятен $\varnothing$ 1,0—1,5 мм. Внутренние поверхности турбины в пределах видимости без изменений
Пароструйный эжектор	Клапан свежего пара ступени I	На внутренних поверхностях клапана и паропровода белый налет ингибитора
Турбомасляный насос	Корпус турбины	На внутренних поверхностях магистрали продувания белый налет ингибитора
Паровой котел	Паровой коллектор, пароводяной коллектор (со стороны паровой части) и камеры экономайзера	В паровом коллекторе ингибитор в порошке, засыпанный при консервации, отсутствует, в районе трубок налет ингибитора. Поверхность контрольных образцов чистая, без следов коррозии. Имеется сильный запах ингибитора

Наименование оборудования	Осматриваемые узлы	Результаты осмотра
Паровой котел	Паровой коллектор, пароводяной коллектор (со стороны паровой части) и камеры экономайзера	В паровой части пароводяного коллектора ингибитор в порошке сохранился. Поверхность контрольного образца чистая, без следов коррозии. Имеется сильный запах ингибитора. В нижней камере экономайзера небольшое количество воды. В верхней камере экономайзера на поверхностях слой ингибитора. Все осмотренные внутренние поверхности котла в пределах видимости без изменений
Паровой котел	Паровой коллектор, пароводяной коллектор (со стороны водяной части) и камеры экономайзера	В паровом коллекторе сильный запах ингибитора. Поверхность контрольного образца чистая, без следов коррозии. В водяной части пароводяного коллектора ингибитор в порошке, засыпанный при консервации, отсутствует. На поверхности контрольного образца одно пятно коррозии $\varnothing 1,5$ мм. В коллекторе имеется сильный запах ингибитора. Поверхности камер экономайзера влажные, в камерах сильный запах ингибитора. Все осмотренные поверхности котла в пределах видимости без изменений
Деаэратор	Клапан на магистрали свежего пара	На поверхностях клапана и магистрали следы ингибитора
Турбогенератор	Магистраль продувания корпуса турбины	На поверхности магистрали следы ингибитора

требуется около 100 кг силикагеля, и для размещения силикагеля следует изготавливать специальные противни в количестве 14 шт. Ориентировочная трудоемкость при консервации котла этим способом составляет 250 чел.-ч.

При консервации котла способом продувки его полостей ингибированным воздухом расход ингибитора НДА составляет 4 кг, а трудоемкость работ 6—8 ч. Если стоимость 1 кг силикагеля равна 0,71 руб., а ингибитора НДА — 7,5 руб. за 1 кг, то только затраты на материалы уменьшаются в два-три раза. Кроме этого, значительная экономия получается за счет сокращения трудоемкости и исключения затрат на дополнительные работы по изготовлению противней и обезвоживанию силикагеля.

Ингибиторы были использованы для пропитки угольных колец уплотнений. Как известно, для уплотнения валов турбин широко применяются угольные кольца. Однако при эксплуатации и хранении изделий выявился существенный недостаток: на рубашках валов и стяжных пружинах в месте соприкосновения их с угольными кольцами развивается коррозия.

Растворы ингибиторов наносились на образцы рубашек валов с помощью кисти двумя слоями, каждый слой просушивался при комнатной температуре в течение получаса. Образцы также покрывались двумя слоями, время просушки их при комнатной температуре составляло 48 ч. Использовались обычные графитовые угольные кольца Э-46 (ТУ 470-591—48).

Угольные кольца при пропитке раствором ингибитора полностью погружались в пропитывающий раствор при комнатной температуре и выдерживались там до прекращения прибавления веса, на что уходило около 24 ч. Результаты пропитки некоторых колец приведены в табл. 27.

Наиболее эффективными для защиты оказались ингибиторы НДА и ХГМДА.

С целью выяснения поведения пропитанных угольных колец при резком повышении температуры взято несколько сегментов угольных колец, пропитанных водно-спиртовыми растворами ингибиторов НДА, ХГМДА и нитрита натрия, которые были помещены на 10 мин в муфельную печь при температуре 200° С. Результаты опыта приведены в табл. 27.

На основании эксперимента можно сделать вывод, что впитанный угольными кольцами водно-спиртовой раствор ингибитора не вступает во взаимодействие с компонентами угольного кольца и при изменении температуры или влажности большая часть его легко выделяется, не разрушая структуру кольца.

На практике часто приходится иметь дело не с чистыми поверхностями, а уже сильно прокорродированными, которые невозможно очистить полностью от коррозии. Экспериментально было установлено, что только ингибиторы затормаживают начавшуюся коррозию. Ингибиторы применяют и для защиты запасных частей оборудования и инструментов.

## 27. Результаты испытаний угольных колец

Наименование материала для пропитки	Вес сегмента в г		Прибавка в весе в г	Вес сегмента через полгода в г	Вес после прокаливании в г	Вес неуда-ленного остатка в г
	до пропитки	после пропитки				
25-процентный рас-твор ХГМДА	48,600	56,850	8,250	—	—	—
	46,380	53,510	7,150	—	—	—
	49,810	57,000	7,190	52,320	50,680	0,870
12-процентный рас-твор НДА	44,630	50,850	6,220	50,590	46,180	1,550
	49,400	55,650	6,250	52,840	50,010	0,610
	49,800	55,520	5,720	53,270	50,350	0,550
22-процентный рас-твор нитрита натрия	46,330	53,800	7,470	47,050	45,540	0,210
	51,630	58,800	6,880	52,040	51,830	0,200
	51,370	58,250	7,170	51,880	51,580	0,210

Запасные части и инструмент в зависимости от их назначения в потребности могут длительное время находиться на хранении в самых различных условиях. С целью определения и выбора наиболее рациональных средств и способов консервации, наиболее полно отвечающих указанным выше требованиям, была проведена консервация запасных частей и инструмента различными ингибиторами атмосферной коррозии (НДА, нитритом натрия, бензоатом натрия, ХГМДА и фосфатным ингибитором) при длительном хранении законсервированного оборудования в различных условиях.

В табл. 28 даны сведения по способам консервации, условиям хранения и результатам осмотров запасных частей и инструмента: шариковых и роликовых подшипников, пружин клапанов двигателей, вкладышей подшипников, коленчатых валов, крепления, поршневых колец, кулачковых валиков, измерительного инструмента.

Результаты консервации запасных частей и инструмента ингибиторами показывают, что для ХГМДА хорошие результаты получены только при его применении в виде присадки к авиационному маслу МК-22 в количестве 3%. Применение ХГМДА в виде порошка, водного раствора и ингибированной бумаги не обеспечило надежной защиты деталей от коррозии при сроках хранения более 12—20 месяцев. При консервации загущенным раствором этого ингибитора на деталях образовалась прочная толстая корка коричневого цвета, которая с трудом удалялась и затрудняла осмотр законсервированных поверхностей деталей. Почти все детали,

## 28. Результаты осмотров запасных частей и инструмента

Способы консервации	Количество деталей, законсервированных данным способом	Условия хранения	Результаты осмотров
Ингибитор НДА: в порошке на бумаге Ингибитор ХГМДА: в порошке на бумаге в авиамасле Фосфатный ингибитор в порошке Водный раствор нитрита натрия Загущенный раствор нитрита натрия	563 496 21 20 59 120 44 11	Неотапливаемые хранилища в сухом континентальном климате	При осмотре через 20—24 месяца хранения при применении НДА обнаружена коррозия у 1% деталей, фосфатного ингибитора — 67%, водного раствора нитрита натрия — 100%, ХГМДА в виде присадки к авиационному маслу — 6,7%. Детали, покрытые загущенным раствором, коррозии не имели
Ингибитор НДА в порошке и на бумаге Ингибитор ХГМДА в авиамасле	108 18	Неотапливаемые хранилища в приморском климате юга	При осмотре деталей через шесть-семь лет хранения коррозии на поверхностях деталей не обнаружено
Ингибитор НДА в порошке и на бумаге Загущенный раствор нитрита натрия Ингибитор ХГМДА в авиамасле Фосфатный ингибитор в порошке	144 11 70 19	Неотапливаемые хранилища в приморском климате средней полосы	При осмотре через 20 месяцев хранения при применении НДА обнаружена коррозия у 3,5% деталей, фосфатного — 10,6%. Детали, покрытые загущенным раствором нитрита натрия, коррозии не имели. При осмотре через восемь-девять лет при применении НДА детали коррозии не имели, при применении ХГМДА обнаружена коррозия у 2% деталей
Примечание. Упаковка для всех ингибиторов: парафинированная бумага или подпергамент в два-три слоя с обвязкой шпагатом.			

законсервированные водным раствором нитрита натрия и фосфатным ингибитором, подверглись интенсивной коррозии через 12 месяцев хранения. Стальные и чугунные детали, законсервированные загущенным раствором нитрита натрия, через 20 месяцев были в хорошем состоянии. Более длительным испытаниям (свыше двух лет) подверглись детали, законсервированные НДА и ХГМДА, продолжительность их хранения составляет восемь-девять лет.

Для защиты деталей, узлов (изготовленных из перлитных сталей) парогенераторов и теплообменников в период их изготовления применяют моноэтаноламин (МЭА).

Период от начала изготовления отдельных деталей и узлов до запуска их в производство длится до пяти-шести месяцев.

Технологический цикл изготовления парогенераторов составляет около шести месяцев. Основные детали и узлы парогенератора: трубный пучок U-образной формы из трубок  $16 \times 2$  мм, длина одной трубки 7,5 м; трубные доски диаметром 600 мм и толщиной 70 мм; цилиндрический корпус, изготавливаемый из обечаек и днища путем сварки; пароводяные камеры; патрубки, штуцеры и другие мелкие детали. Все детали, за исключением трубок  $16 \times 2$  мм, подвергают механической обработке.

Основные детали теплообменника: корпус, изготавливаемый из отдельных обечаек и днищ посредством сварки (обечайки изготавливают из листовой стали и перед сборкой корпуса внутри обтачивают); патрубки; выемная часть, состоящая из ряда деталей в виде решеток, отражателей, вытеснителей; верхняя крышка. Технологический цикл сборки теплообменника продолжается около года. Одновременно с теплообменником изготавливают трубопроводы в виде коллекторов, колен, гнутых в различных пространственных положениях участков труб. Диаметры труб от 160 до 325 мм, толщина стенки от 8 до 15 мм. Изготовление перечисленных узлов и деталей производится в различных цехах завода, после чего они поступают на сборку. В процессе сборки отдельные детали и трубопроводы подвергают электродуговой или ручной аргоно-дуговой сварке. После сварки парогенераторы в собранном виде подвергаются термообработке — отпуску при температуре  $720-740^\circ \text{C}$ , гидравлическим испытаниям, пропариванию при различных режимах (наибольшая температура пара  $300^\circ \text{C}$  и давление  $5-7 \text{ кгс/см}^2$ ), вакуумным испытаниям. Трубки  $16 \times 20$  мм проходят перед запуском в производство ультразвуковой контроль при полностью очищенных поверхностях от загрязнений и консервирующих веществ. В процессе производства трубки подвергают холодной гибке, резке, обработке кромок и в сборках — всем перечисленным выше операциям.

Изготовление и хранение деталей, сборка узлов и готовых изделий, хранение готовых изделий до отправки осуществляются в цехах с атмосферой, содержащей во взвешенном состоянии от 0,17 до  $4,67 \text{ мг/м}^3$  пыли, в атмосфере содержатся минеральные и органические вещества, хлориды, сульфаты. Готовые изделия



могут храниться на монтажных площадках в условиях морского климата в течение одного-полутора лет. Транспортировка к месту монтажа — на железнодорожных платформах — в течение двух-трех недель. Таковы общие условия.

Защита от коррозии деталей и узлов из перлитной стали осуществляется на следующих этапах изготовления, хранения и транспортировки:

1) при изготовлении и межоперационном хранении деталей в течение двух-трех месяцев;

2) при сборке и после сборки в течение пяти-шести месяцев для парогенераторов и года для теплообменников;

3) защита готовых изделий при хранении и транспортировке в течение полутора лет;

4) защита при гидравлических испытаниях.

В соответствии с условиями изготовления и испытания изделий были определены следующие требования к средствам и методам защиты от коррозии.

1. Химическая нейтральность средств защиты к металлу.

2. Легкая полная удаляемость применяемых веществ с поверхностей изделий при промывке водой или продувке инертными газами или осушенным воздухом перед термообработкой, сваркой, ультразвуковым контролем (в случае неполного удаления веществ последние под воздействием высокой температуры могут либо разложиться и вступить в соединение с металлом, либо затруднить удаление продуктов разложения, либо повлиять на качество сварного шва или контроля).

3. Технологичность методов и средств защиты, при которой понимается возможность совмещения технологических операций по изготовлению с операциями защиты (например, совмещение гидравлических испытаний с одновременной консервацией), удобство пользования средствами защиты, способами их ведения, а также простота и небольшая трудоемкость при расконсервации.

4. Освоенность, экономичность, недефицитность, надежность средств защиты.

5. Безопасность (нетоксичность) веществ для окружающих, поскольку консервация производится в цехах-изготовителях.

Как показал анализ существующих средств защиты от коррозии и консервации, наиболее полно перечисленным требованиям отвечал моноэтаноламин.

Трубки для трубных пучков перед запуском их в производство очищались от моноэтаноламина путем пыжевания внутренней и протирки наружной поверхностей сухими тампонами и салфетками из хлопчатобумажной ткани и подвергались ультразвуковой дефектоскопии.

Гидравлические испытания трубок и трубных пучков проводились 5—10-процентным раствором моноэтаноламина. После гидравлических испытаний раствор сливался, трубки упаковыва-

лись в ингибированную бумагу, укладывались в ящики и в таком виде хранились до механической обработки. Во время гибки трубок, резки и обработки кромок моноэтаноламин с поверхностей трубок не удалялся.

Перед сборкой трубного пучка пароперегревателя наружные поверхности труб протирались 2—3-процентным раствором МЭА, в перерывах между сборочными работами трубный пучок накрывался оберточной бумагой.

Во время приварки днища к корпусу в межтрубную полость поддувался аргон, а во время развальцовки трубок и по окончании сварочных работ полость заполнялась аргоном с небольшим избыточным давлением ( $0,4 \text{ кгс/см}^2$ ). После термообработки до гидравлических испытаний полости были все время заполнены аргоном.

Гидравлические испытания со стороны внутритрубной полости проводились 5-процентным раствором моноэтаноламина; перед пропариванием трубных пучков раствор сливался, внутритрубные поверхности пыжевались. По окончании пропаривания и очистки внутритрубных поверхностей от продуктов коррозии и других загрязнений, занесенных паром, поверхности консервировались 60-процентным раствором моноэтаноламина путем заполнения полостей, выдержки в течение 1 ч, последующего слива и герметизации полостей.

Межтрубная полость после вакуумирования до давления  $5 \cdot 10^{-2}$  мм рт. ст., без разгерметизации теплообменников, была заполнена аргоном с избыточным давлением  $0,3 \text{ кгс/см}^2$ .

Остальные детали и узлы, идущие для изготовления парогенератора, консервировались путем протирки их поверхностей салфетками, смоченными в моноэтаноламине, или окунанием в раствор, заворачивались в оберточную бумагу, пропитанную моноэтаноламином, и хранились в ящиках или на стеллажах.

Как уже упоминалось, в период монтажа энергетического оборудования и трубопроводов выполняется большой объем сварочных, подгоночных и других монтажных работ, связанных с разгерметизацией оборудования, проведением гидравлических испытаний на плотность, прокачками водой и, следовательно, удалением средств консервации.

В период монтажа наиболее технологичным способом защиты внутренних поверхностей оборудования из перлитных сталей зарекомендовал себя так называемый мокрый способ хранения с использованием водного раствора гидразина и аммиака с концентрацией 600—1000 мг/л каждого компонента. Технологичность метода консервации в данном случае означает возможность совмещения защиты с проведением других операций (гидравлики, промывок).

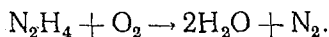
Гидразин-гидрат  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  — бесцветная жидкость, легко поглощающая из воздуха воду, углекислоту и кислород. Гидразин-гидрат хорошо растворим в воде. Температура кипения его

118,0° С, температура замерзания минус 51,7° С. Молекулярный вес 50, уд. вес 1,03 г/см<sup>3</sup>. Теплота парообразования 125 ккал/кг, теплоемкость 0,05 ккал/(кг·град).

Гидразин-гидрат является сильным восстановителем и слабым основанием. Он легко вступает в реакцию с кислородом и другими окислителями. Гидразин-гидрат не чувствителен к удару, детонации, трению, однако способен разлагаться под влиянием катализаторов (окислов тяжелых металлов, платины, веществ с развитой поверхностью, например, таких, как асбест и др.). Температура вспышки гидразин-гидрата 73° С. Водные растворы его не огнеопасны.

Гидразин-гидрат надежно связывает растворенный в воде кислород в концентрациях от тысячных долей до целых миллиграммов в литре. Ни в чистом виде, ни в виде продуктов разложения гидразин-гидрат не увеличивает сухого остатка воды и не сообщает ей кислую реакцию. Высокие восстановительные свойства гидразина и позволяют использовать его для предупреждения кислородной коррозии в процессе монтажа.

Реакция кислорода с гидразином протекает по схеме



Водные растворы гидразина очень легко окисляются кислородом воздуха и легко разлагаются. Чтобы предотвратить разложение гидразина, его растворы хранят в атмосфере азота. Приготовленный водный раствор гидразина и аммиака заливался в емкости так, чтобы не оставалось воздушных мешков. В процессе монтажа велось наблюдение за концентрацией компонентов, концентрация поддерживалась постоянной путем добавления гидразина и аммиака.

Количество компонентов (гидразина и аммиака) для приготовления раствора определяют по формуле

$$K = \frac{100B}{C},$$

где  $K$  — требуемое количество гидразина или аммиака в л для получения заданной концентрации 1000 мг/л;  $B$  — объем воды в цистерне в м<sup>3</sup>;  $C$  — концентрация исходного компонента, применяемого для приготовления раствора, в %.

Количество компонента, необходимого для доведения концентрации раствора до номинальной

$$K_1 = B_1 \frac{1000 - C_1}{10C_1},$$

где  $K_1$  — количество добавляемого компонента в л;  $B_1$  — емкость заполненной полости в м<sup>3</sup>;  $C_1$  — концентрация раствора заполненной емкости, определяемая по анализу, в мг/л.

После окончания монтажных работ на пароэнергетических установках, как правило, производится отмывка внутренних поверхностей пароводяного тракта от загрязнений, возникших в процессе монтажа, а также от продуктов коррозии. Промывки проводятся горячей (70—80° С) дистиллированной водой, содержащей большое количество растворенного кислорода. Промывка водой может продолжаться несколько суток. Для уменьшения коррозионного воздействия такой воды на конструкционные материалы и оборудование в нее вводится гидразин-гидрат. Связывая кислород, гидразин одновременно восстанавливает продукты коррозии, чем способствует переходу их в промывной раствор в виде шлама, который затем оседает в фильтрах или выводится из системы продувкой.

Химическая промывка с целью удаления продуктов коррозии производится в такой последовательности.

1. Заполнение полости горячим конденсатом (80—90° С), в который предварительно вводится лимонная кислота 0,5—1 вес. % и водный раствор аммиака с таким расчетом, чтобы раствор лимонной кислоты имел рН 6, а также гидразин-гидрат из расчета 20—25 мг/л.

2. Промывка при циркуляции 1 м/с в течение 3—4 ч.

3. Удаление раствора, заполнение полости горячим конденсатом с добавлением гидразин-гидрата (25 мг/л) и последующая промывка в течение 40—50 мин.

По окончании водных промывок изделие консервируют путем заполнения горячим конденсатом с добавлением в него гидразина в количестве 200 мг/л. После остывания воды до нормальной температуры полости герметизируют.

Анализ технологических операций по изготовлению и монтажу паропроизводящего оборудования, а также методов и средств консервации позволяют сделать следующие выводы.

1. Период изготовления оборудования связан с ультразвуковой дефектоскопией труб, сборкой трубных пучков, термообработкой готовых изделий, вакуумированием, гидравлическими испытаниями и другими работами и характеризуется кратковременностью защиты от коррозии между технологическими операциями по изготовлению. В этот период наиболее технологичной является консервация водными растворами моноэтаноламина, а на последних стадиях изготовления — консервация водными растворами гидразина.

2. В период длительного хранения оборудования, характеризующегося длительностью защиты от коррозии, отсутствием доступа к внутренним поверхностям, разнообразием климатических условий хранения, консервацию целесообразно производить методом продувки ингибированным воздухом; при сроках хранения до двух лет — воздухом, ингибированным КЦА, свыше трех лет — воздухом, ингибированным НДА.

3. В период монтажа, характеризующегося большим объемом сварочных, подгоночных и других монтажных работ, сопровождающихся разгерметизацией оборудования, гидравлическими испытаниями, испытаниями на плотность, прокачками водой, наиболее технологичным способом защиты от коррозии является так называемый мокрый способ хранения в водном растворе гидразина.

### 17. Контроль за полной удалением ингибиторов при расконсервации

Расконсервация оборудования (трубных блоков, труб и т. д.) от НДА производится промывкой теплой (60—70° С) водой или продувкой подогретым (60° С) воздухом, очищенным от грязи и масла, до возможно полного удаления ингибитора. В отдельных случаях, когда к полноте удаления НДА с поверхностей оборудования или из полостей его предъявляются особо жесткие требования, расконсервация проводится промывкой водно-спиртовым раствором или спиртом. Полнота удаления ингибитора оценивается по количеству ингибитора в пробах промывочных вод или продувочного воздуха. Количественное определение остатков ингибитора производится в лабораторных условиях и требует соответствующего оборудования. При частом контроле можно ограничиться достаточно надежным качественным определением остатка НДА на поверхности.

Приведем методики определения НДА в воздухе, в водных растворах и на расконсервируемой поверхности.

**Количественное определение содержания НДА в воздухе.** В основу метода определения качества расконсервации поверхностей от НДА положена реакция Грисса, характерная для группы NO.

Для приготовления реактива Грисса составляют два раствора:

а) 0,5 г сульфаниловой кислоты растворяют в 150 мл 10-процентной уксусной кислоты;

б) 0,1 г  $\alpha$ -нафтиламина растворяют в 20 мл воды при кипячении в течение 3 мин; затем бесцветную жидкость освобождают от осадка (сливают) и разбавляют 150 мл 10-процентной уксусной кислоты.

Оба раствора смешивают и сохраняют в склянке темного стекла с притертой пробкой. Раствор годен в течение трех месяцев. Порозовение раствора свидетельствует о его непригодности.

Для приготовления стандартного раствора НДА 0,01 г НДА растворяют в 100 мл дистиллированной воды. Содержание НДА в растворе — 100 мкг/мл. Этот раствор разбавляют 10 раз дистиллированной водой (раствор № 1).

Содержание НДА в растворе № 2 равно 10 мкг/мл.

Исследуемый воздух пропускают со скоростью 0,3 л/мин через склянку типа промывалки, содержащую 50 мл дистиллированной воды. Объем пропускаемого воздуха 10—30 л.

В калориметрические пробирки вносят 3 мл пробы из поглощательной склянки. Для составления стандартной шкалы в десять таких же пробирок вносят от 0,1 до 1,0 мл стандартного раствора № 2 (10 мкг/мл) с интервалом в первых двух пробирках 0,1 мл, последующих — 0,2 мл, т. е. 1, 2, 4, . . . , 10 мкг НДА. По стандартному раствору № 1 (100 мкг/мл) составляют шкалу с НДА от 10 до 40 мкг. Для этого в пробирки вносят от 0,1 до 0,4 стандартного раствора № 1 с интервалом 0,1 мл. Объем жидкости в каждой из пробирок доводят водой до 3 мл. В две контрольные пробирки вносят по 3 мл воды.

Затем во все пробирки с пробами и пробирки шкалы прибавляют по 0,4 мл реактива Грисса, перемешивают содержимое пробирок и оставляют на 30 мин. При визуальном методе наблюдения

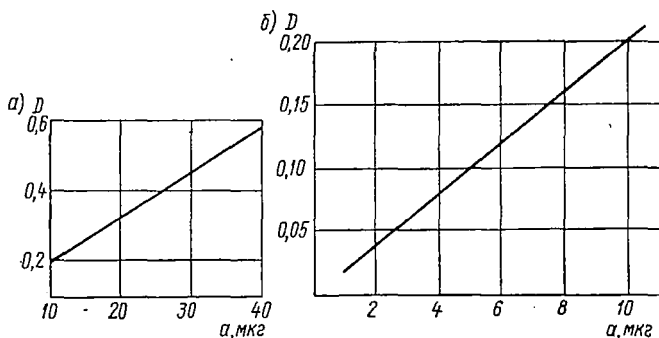


Рис. 19. Калибровочный график для определения количества НДА: а — по шкале 10—40 мкг НДА; б — по шкале 1—10 мкг НДА

через 30 мин окраску пробирок с пробами сравнивают с окраской пробирок шкалы. При наличии фотоэлектрокалориметра полученные окрашенные в розово-красный цвет растворы калориметрируют при зеленом светофильтре в кювете с рабочей длиной 10 мм. Зная оптическую плотность  $D$  раствора и концентрацию (в мкг), строят калибровочный график (рис. 19). По калибровочному графику определяют количество НДА в мкг, найденное в анализируемой пробе  $a$ .

Содержание НДА в воздухе в мг на 1 л воздуха вычисляют по формуле.

$$X = \frac{a \cdot v}{b \cdot B \cdot 1000},$$

где  $a$  — количество вещества, найденное в анализируемом объеме жидкости, в мкг;  $b$  — объем жидкости, взятый для анализа, в мл (в данном случае 3 мл);  $v$  — объем жидкости в мл (здесь 50 мл), содержащейся в промывалке;  $B$  — объем воздуха в л, отобранный для анализа, приведенный к нормальным условиям; 1000 — коэффициент для пересчета мкг в мг.

**Количественное определение содержания НДА в водных, спирто-водных и спиртовых растворах методом титрования.** Берется строго 0,1 н. раствор перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ) в количестве 5 мл, помещается в колбу Орленмейера, разбавляется примерно до 250 мл дистиллированной водой и подкисляется 10 мл концентрированной серной кислоты. Раствор  $\text{KMnO}_4$  готовится из фиксанала и хранится в темноте или применяется свежеприготовленный. Раствор подогревается до  $40^\circ\text{C}$  (приблизительно), после чего титруется анализируемым раствором НДА из микробюретки. Титрование ведется при непрерывном взбалтывании до полного обесцвечивания.

Расчет содержания НДА (в %) в водных растворах производится по формуле

$$\% \text{ НДА} = \frac{5 \cdot 0,01141 \cdot 100}{a} = \frac{5,705}{a},$$

где 0,01141 — эмпирический титр  $\text{KMnO}_4$ ; 5 — количество 0,1 н. раствора  $\text{KMnO}_4$  в мл;  $a$  — количество анализируемого раствора НДА в мл, пошедшего на титрование.

Расчет содержания НДА (в %) в спирто-водных и спиртовых растворах выполняется по формуле

$$\% \text{ НДА} = \frac{5,705}{a} d,$$

где  $a$  — количество анализируемого раствора НДА в мл;  $d$  — удельный вес этилового спирта при температуре определения.

При определении количества НДА в обоих случаях берутся три пробы с интервалом 15 мин. Если результаты трех проб стабильны, то можно считать, что это — количественный показатель наличия НДА в расконсервированной полости.

**Качественное определение ингибитора НДА на поверхности.** В основу метода определения качества расконсервации поверхностей стальных изделий от НДА положена реакция Грисса. При этом 0,2 г реактива Грисса растворяют в 10 мл дистиллированной воды при тщательном перемешивании. Раствор реактива Грисса имеет бледно-розовую окраску.

Для определения наличия НДА во внутренних полостях стальных изделий следует протереть фильтровальной бумагой доступные места. На участок бумаги, которым протерли поверхность, необходимо нанести каплями раствор реактива Грисса. Если ингибитора нитрита дициклогексилamina нет, то капля раствора на бумаге приобретает розовую окраску. В случае наличия на фильтровальной бумаге нитрита дициклогексилamina капля реактива Грисса обесцвечивается в течение 2—3 мин.

# ЗАЩИТНЫЕ СРЕДЫ, ГЕРМЕТИКИ И УПАКОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 18. Осушение воздуха в герметизированных полостях и объемах

Известны следующие основные способы осушения воздуха и газов: охлаждение водой; глубокое охлаждение; сжатие с охлаждением и последующим расширением; жидкими и твердыми поглотителями, связывающими воду (растворы солей, кислот, щелочей, соли и некоторые окислы в твердом состоянии); твердыми сорбентами (силикагели, алюмогели, окись алюминия, активированные бокситы).

Охлаждение воздуха водой используется редко, так как летом температура воды высока и не всегда удается охладить воздух ниже точки росы, чтобы из него выпадала влага, а зимой таким способом воздух не осушается.

Осушение воздуха при помощи глубокого охлаждения, когда воздух охлаждается значительно ниже точки росы, требует применения дорогостоящего оборудования (холодильных установок) и экономически редко оправдывается. Кроме того, этот способ недостаточно эффективен при низких температурах воздуха.

Применение метода сжатия с охлаждением и последующим расширением для осушения связано с большими затратами на электроэнергию и приобретение оборудования.

Вопрос использования для осушения воздуха абсорбентов (растворов хлористого кальция, хлористого лития, бромистого лития, триэтиленгликоля) еще недостаточно изучен.

Метод осушения воздуха и газов, основанный на применении твердых сорбентов-осушителей, таких, как силикагель, алюмогель, активная окись алюминия, активированный боксит и другие, является довольно простым и экономичным. Сущность способа динамического осушения воздуха заключается в поддержании в загерметизированном объеме пониженной относительной влажности воздуха (40—60%) с помощью воздухоосушительной установки (ВОУ), периодически подключаемой к объему и работающей по замкнутому циклу через адсорберы с влагопоглотителем. К основному недостатку воздухоосушительных установок, действие которых основано на применении твердых сорбентов — осушителей, следует отнести их громоздкость. Однако для установок относительно небольшой производительности этот недостаток не имеет решающего значения. Из перечисленных твердых сорбентов-осушителей наиболее приемлемым для использования в ВОУ является силикагель.

Силикагель представляет собой кристаллическое пористое вещество с механически прочными зернами и благодаря сильно-



развитой поверхности пор, составляющей 400—500 м<sup>2</sup>/г, является одним из лучших адсорбентов. Пары воды при прохождении воздуха через слой силикагеля оседают на поверхности пор. Насытившись до определенного предела влагой, силикагель теряет свою поглотительную способность. Однако ее можно восстановить, пропуская через слой силикагеля воздух, нагретый до температуры 150—170° С.

Одним из основных положительных свойств силикагеля наряду с хорошими адсорбционными свойствами является механическая прочность его зерен, позволяющая многократно производить процессы адсорбции и регенерации. Если силикагель поддерживать в достаточно чистом состоянии, то срок его службы составит до десяти лет. Принцип восстановления силикагеля использован в воздухоосушительной установке, которая состоит из двух адсорберов (верхнего и нижнего), четырех ходовых клапанов, переключающего устройства, электрического нагревателя воздуха, вентиляторов, фильтра и воздухопроводов. Установка может транспортироваться и подключаться к различным объектам.

#### Х а р а к т е р и с т и к и В О У

Влагопоглотитель . . . . .	Силикагель
Управление . . . . .	Ручное
Производительность по воздуху в м <sup>3</sup> /ч . . . . .	800
Напор воздуха на выходе из установки в мм вод. ст. . . . .	700
Поддерживаемая в помещении (объеме) относительная влажность воздуха в % . . . . .	30—40
Габариты установки в м . . . . .	3,35×2,3×2,2
Вес установки в рабочем состоянии в кг . . . . .	3400
Потребляемая электроэнергия в кВт/ч . . . . .	26
Напряжение в В . . . . .	220
Производительность по влаге при температуре осушаемого воздуха 30° С и относительной влажности воздуха 70—90% в кг/ч . . . . .	4

Принципиальная схема установки приведена на рис. 20.

Воздух из осушаемых помещений забирается электровентилятором и через четырехходовой кран  $K_1$  поступает в адсорбер 2. Пройдя через слой силикагеля, воздух осушается и из адсорбера 2 через четырехходовой кран  $K_2$  и фильтр вновь направляется в осушаемые помещения. Таким образом, при работе установки в помещениях происходит постоянная циркуляция воздуха с осушением его в адсорбере. Регенерация обводненного силикагеля производится путем продувки одного из отработавших адсорберов горячим воздухом. Для этой цели наружный атмосферный воздух забирается электровентилятором  $B_2$  и направляется в электровоздухоподогреватель. В воздухонагревателе воздух подогревается до температуры 140—170° С и через четырехходовой кран  $K_2$  поступает в адсорбер 1 и далее вместе с водяными парами через четырехходовой кран  $K_1$  и соответствующий трубопровод выбра-

сывается в атмосферу. После того как силикагель в адсорбере 2 обводняется и исчерпает свою влагопоглощающую способность, краны  $K_1$  и  $K_2$  переключаются так, чтобы воздух из осушаемых помещений поступал в адсорбер 1 и далее снова подавался в осушаемые помещения. Силикагель в адсорбере 2 подвергается регенерации аналогично тому, как это было рассмотрено для адсорбера 1. Установка рассчитана так, что время регенерации силикагеля в адсорбере значительно меньше времени эффективной работы его на осушение воздуха, поэтому при необходимости может осуществляться непрерывное осушение воздуха в помещениях.

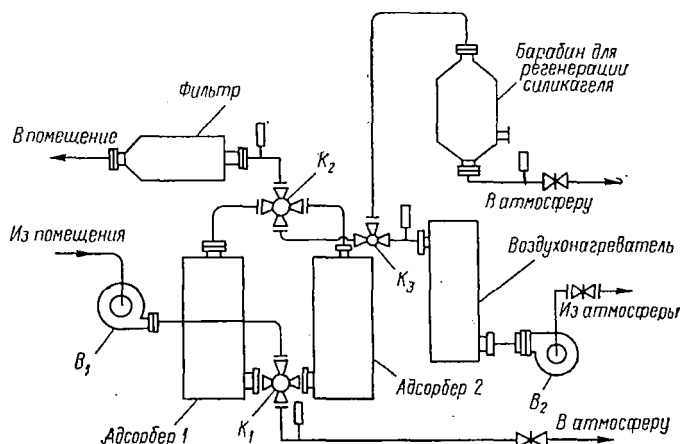


Рис. 20. Принципиальная схема воздухоосушительной установки

Корпус 1 адсорбера (рис. 21, а) представляет собой закрытый снизу стальной цилиндр сварной конструкции. В нижней части корпуса снаружи приварено кольцо, которое служит для крепления адсорбера на фундаменте. Патрубок 8 с фланцем служит для входа осушаемого воздуха, патрубок 4 — для выхода осушенного воздуха. Против входного патрубка 8 с внутренней стороны корпуса адсорбера поставлен воздухоотбойный щиток, который служит для более равномерного распределения потока воздуха по кольцевому зазору. Верхняя часть корпуса адсорбера имеет фланец 7, служащий для крепления крышки 6 кассеты. Кассета служит для размещения в ней силикагеля. Силикагель через три отверстия с крышками 5 засыпается в кольцевое пространство, образованное наружной 2 и внутренней 3 сетками кассеты. Стальные сетки кассеты крепятся к каркасу, который в нижней части заканчивается сплошным стальным дном 9. В верхней части каркас крепится к крышке 6 кассеты, которая имеет одно отверстие с патрубком 4 для выхода осушенного воздуха. Силикагель в кассете с течением времени проседает, поэтому для предотвращения проскока воздуха поверх слоя силикагеля необходимо периодически произ-

водить через отверстия и проверку уровня и досыпку силикагеля. Для уменьшения потерь тепла в режиме регенерации силикагеля корпус адсорбера покрыт снаружи тепловой изоляцией.

Воздушный фильтр (рис. 21, б) предназначен для очистки сухого воздуха, подаваемого в помещение, от пыли силикагеля и других механических примесей. Корпус 1 фильтра стальной сварной конструкции. В корпусе помещается цилиндрический стакан 2, образованный металлической сеткой, закрепленной на каркасе. Внутри стакана вставлен мешок из двух слоев ткани, который и является фильтрующим элементом. Конструкция фильтра позволяет легко производить выемку и чистку фильтрующего элемента.

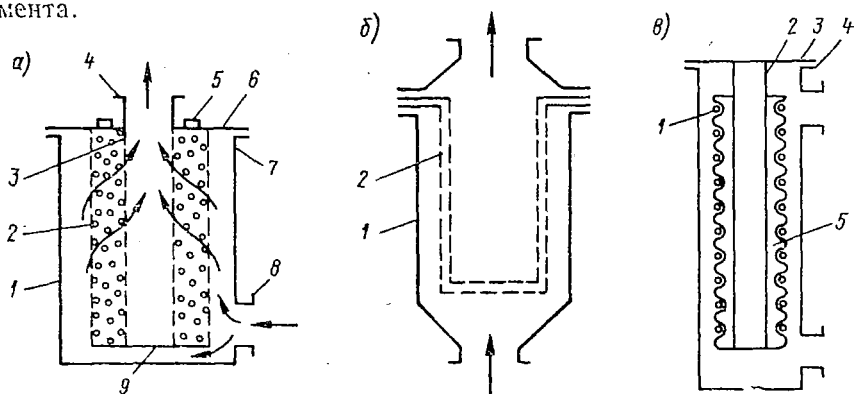


Рис. 21. Общий вид основных узлов воздухоосушительной установки

Электрический воздуheгреватель (рис. 21, в) предназначен для подогрева воздуха, необходимого для регенерации силикагеля в адсорберах. Корпус подогревателя стальной сварной конструкции, корпус съемный по фланцам 3 и 4. Три нагревательные спирали 1, соединенные «звездой», уложены в винтовые канавки шамотных изоляторов 5, смонтированных на стальной трубе 2. Потребляемая мощность около 18 кВт. Род тока — переменный трехфазный напряжением 220 или 380 В. Температура воздуха на выходе из нагревателя 140—170° С при расходе 300 м<sup>3</sup>/ч. При необходимости регулировка температуры воздуха производится изменением расхода его при помощи заслонки на трубопроводе. Для уменьшения тепловых потерь нагреватель снаружи покрыт тепловой изоляцией.

Трубопроводы осушаемого и горячего воздуха установки изготовляют из листового железа толщиной 1 мм. Для уменьшения тепловых потерь трубопровод горячего воздуха покрыт тепловой изоляцией. Герметизация объемов достигается путем закрытия штатных дверей, шахт и т. п. В отдельных случаях для герметизации используются специальные ткани, пленки, замазки и другие материалы. Контроль за температурой и относительной влажностью

воздуха в осушаемых помещениях осуществляется при помощи дистанционных приборов типа ИТВ-1. Круглосуточная работа установок требуется в начальный период, так как это связано с необходимостью удаления значительного количества влаги, сорбированной различными неметаллическими материалами. При снижении относительной влажности в объемах эти материалы сорбируют часть влаги до тех пор, пока не наступит равновесное состояние по влажности материала и воздуха. В дальнейшем сорбирующие неметаллические материалы будут выполнять роль своеобразного демпфера при повышении относительной влажности воздуха в помещениях. Производительность установок по влаге падает с ростом температуры и уменьшением относительной влажности осушаемого воздуха.

Динамическое осушение воздуха применяется при хранении изделий и материалов в надземных и подземных хранилищах. Это наиболее эффективное средство поддержания низкой (не более 60%) относительной влажности воздуха в хранилищах (независимо от температуры наружного воздуха и времени года), которая обеспечивает длительную сохранность оборудования. Особенно важно это для осушаемых хранилищ различного электрооборудования, контрольно-измерительных приборов, электронной аппаратуры и т. д., так как в этом случае помимо прекращения коррозии металлических поверхностей исключается увлажнение электронизоляции и появление плесени.

С помощью ВОУ может производиться осушение воздуха в каменных надземных или подземных отапливаемых и неотапливаемых хранилищах, а также в деревянных оштукатуренных изнутри достаточно герметичных хранилищах. ВОУ целесообразно размещать вне хранилища. Одна установка может обслуживать несколько хранилищ. Забор воздуха из хранилища и подача осушенного воздуха от ВОУ в хранилище должны производиться по специально установленной системе воздухораспределения, в качестве которой можно использовать систему искусственной вентиляции, имеющуюся в хранилище, а также специально проложенные гибкие резиновые шланги.

Производительность установки должна определяться в зависимости от объема осушаемого хранилища с учетом необходимости одного обмена воздуха за 2—3 ч работы.

Поддержание относительной влажности воздуха в хранилище в заданных пределах осуществляется соответствующими режимами работы ВОУ.

На одном из складов нами был использован способ динамического осушения воздуха в каменном хранилище с цементным полом, потолком из железобетонных плит и водяным отоплением; в нем хранились контрольно-измерительные приборы, электрическая и электронная аппаратура. Объем каждой кладовой составлял около 1000 м<sup>3</sup>. Для каждой кладовой была предназначена одна ВОУ. ВОУ установили снаружи у торцовых стенок храни-

лица. Перед подключением кладовых к ВОУ в них прошпаклевали все щели, имеющиеся в рамах окон и дверях. Отверстия естественной вентиляции заклеили тканью 500. Дополнительно у входных дверей в кладовые установили деревянные тамбуры, изготовленные из досок. Щели в тамбурах прошпаклевали, тамбуры обили фанерой и окрасили. Герметизацию наружных и внутренних дверей тамбуров по периметру осуществили полосовой резиной 15×40 мм. Для плотного закрытия и обжатия дверей использовали металлические крючки, установленные внизу и сверху дверей. Запасные двери кладовых, выходящие к установкам, загерметизировали по периметру замазкой ЗЗК-3 с внутренней и наружной стороны. Вытяжные и вдувные шланги от ВОУ завели в кладовые через окна, из которых вынули стекла, и установили крышки из кровельного железа с отверстием для прохода шлангов. Места прохода шлангов через крышки загерметизировали замазкой ЗЗК-3. Вдувной шланг от установки диаметром 100 мм провели до середины кладовой по стеллажам, он состоял из отдельных участков, соединенных между собой встык. Вытяжной шланг к установке диаметром 200 мм был проложен только до торцевой части кладовой.

Проверку герметизации кладовых производили путем создания вакуума при заборе воздуха ВОУ из кладовых. При вакуумировании удалось достигнуть разрежения 45 мм вод. ст. Обнаруженные неплотности устранили нанесением замазки ЗЗК-3. После проверки герметичности кладовых ВОУ была включена на режим осушения.

За двое суток относительная влажность воздуха снизилась с 76 до 55%, при этом температура воздуха в хранилищах была 12—14° С.

В дальнейшем для поддержания относительной влажности воздуха до 60% предусматривали следующие мероприятия: кладовые поддерживали постоянно в загерметизированном состоянии; относительную влажность замеряли ежедневно, при относительной влажности воздуха в хранилище выше 60% запускалась ВОУ; завоз и вывоз оборудования производили при последовательном открытии и закрытии наружных, а затем внутренних дверей тамбура; после проведения работ в кладовых делали внеочередной замер относительной влажности воздуха в них. При величине ее больше 60% производили запуск ВОУ на время до снижения относительной влажности воздуха в заданных пределах.

Установлено, что снижение относительной влажности воздуха на 5% достигается за 4—5 ч работы ВОУ. ВОУ, примененные для динамического осушения воздуха в хранилищах, имели производительность 800 м<sup>3</sup>/ч и предназначались для осушения воздуха в помещениях объемом около 3000 м<sup>3</sup>, т. е. с учетом обеспечения обмена воздуха за 3 ч работы установки. Фактически при объеме кладовых около 1000 м<sup>3</sup> однократный обмен воздуха в них производился за 1,5 ч.

Устойчивое поддержание относительной влажности воздуха в хранилищах ниже 60% позволило сохранить ценное имущество длительное (около пяти лет) время от поражения коррозией и плесенью без проведения трудоемких работ по переконсервации. При этом не требовалось применения специальных средств консервации.

Возможно создание ВОУ любых мощностей и более совершенных с использованием средств автоматики. В состав системы автоматического регулирования ВОУ входят: командные электропневматические приборы КЭП-12У, предназначенные для программного управления работой ВОУ; датчики импульсов относительной влажности ДВ-1 в количестве 4 шт., которые срабатывают при относительной влажности окружающего воздуха 40% и предназначены для подачи импульса на включение системы в случае достижения указанной относительной влажности воздуха в одном из обслуживаемых установкой помещений; датчик импульсов относительной влажности типа ДВ-1, предназначенный для подачи импульса на смену фаз адсорбция — регенерация; температурное реле типа РТК-3, настроенное на срабатывание при температуре 70—80° С, которое предназначено для отключения после конца фазы регенерации вентилятора, работающего на регенерацию, и электрического воздухонагревателя; датчик импульсов относительной влажности типа ДВ-1, предназначенный для подачи аварийного сигнала на щит управления; щит управления, в котором заключена вся автоматическая аппаратура, осуществляющая взаимосвязь между элементами автоматики.

Для контроля за работой системы автоматического регулирования воздухоосушительной установки предназначены датчики температуры и относительной влажности воздуха, измерители температуры и влажности и их приемные участки, установленные в обслуживаемых помещениях.

Включение и выключение воздухоосушительной установки, а также смена фаз адсорбция — регенерация происходят автоматически либо от программного устройства КЭП-12У, либо от датчиков импульсов относительной влажности ДВ-1. Смена фаз адсорбция — регенерация производится в первом варианте от командно-электропневматического прибора КЭП-12У через определенный промежуток времени работы установки, во втором варианте — от оперативного датчика относительной влажности, настроенного на срабатывание при относительной влажности на выходе из установки 1%. После переключения четырехходовых клапанов (т. е. после смены фаз адсорбция — регенерация) через конечные микропереключатели электропривода переключающего устройства четырехходовых клапанов включаются электровоздухонагреватель и вентилятор, работающий на регенерацию. В обоих вариантах контроль конца фазы регенерации осуществляется температурным реле типа РТК-3, установленным на трубопроводе выхода горячего влажного воздуха после регенерации. При

температуре выходящего воздуха 70—80° С, что свидетельствует об окончании фазы регенерации, реле срабатывает, включая электровоздухонагреватель. Вентилятор на регенерацию продолжает работать в течение 3 мин, охлаждая электровоздухонагреватель и адсорбер, затем через реле времени также отключается.

После окончания процесса регенерации силикагеля адсорбер бездействует до тех пор, пока не произойдет очередная смена фаз адсорбция — регенерация.

Предусмотрено и ручное управление воздухоосушительной установкой. Ручное управление работой установки производится со щита питания через штатные пусковые устройства электроприводов.

Применение динамического осушения воздуха в объемах оборудования или помещениях с оборудованием значительно экономичнее статического осушения воздуха. Особенно это сказывается при значительных объемах, когда требуется загрузка больших количеств влагопоглотителя, изготовление для него емкостей и периодическая выгрузка с целью обезвлаживания. Кроме того, требуется постоянный контроль за обводненностью влагопоглотителя, а при полной обводненности — его регенерация.

При применении динамического способа осушения воздуха с использованием воздухоосушительных установок получается значительная экономия в электроэнергии и трудоемкости по загрузке и выгрузке силикагеля. Кроме того, при применении ВОУ возможно осушение воздуха в больших объемах, где статическое осушение затруднительно или невозможно.

Использование установок с автоматическим управлением представляет собой наиболее правильное решение, так как при этом сокращается обслуживающий персонал и наиболее эффективно и рационально используется ВОУ.

Способ статического осушения воздуха заключается в размещении определенного количества влагопоглотителя во внутреннюю полость оборудования при ее герметизации или в объем, образованный герметичной упаковкой, в котором размещено оборудование. Статический способ осушения воздуха наиболее целесообразно применять для небольших объемов (контейнеров, полостей оборудования, мягких герметичных упаковок из тканей и пленок).

В качестве влагопоглотителя используется силикагель. Для подготовки силикагеля к загрузке необходимо иметь: весы с разновесом до 1 кг или мерную кружку (сосуд) на 300—400 г силикагеля; мешочки из неплотной хлопчатобумажной постиранной ткани для силикагеля на 300—400 г; жаровую печь и противни для просушки силикагеля (при отсутствии специальных сушильных шкафов); специальные патроны для индикаторного силикагеля.

Мешочки для силикагеля, размещение которых предусматривается в полостях оборудования (приборов), должны быть изго-

товлены из ткани с микрокалентной бумагой внутри для предотвращения попадания мелких частиц силикагеля на поверхности.

Поступающий силикагель должен иметь паспорт и храниться с содержанием влаги не более 2% — в стальной герметично закрытой таре, а с содержанием влаги более 2% — в четырехслойных бумажных мешках.

Перед загрузкой (закладкой) в герметизированный объем силикагель, хранящийся в бумажных мешках, обязательно просушивается, а хранящийся в бумажных мешках — проверяется на сухость.

Для размещения в герметизированный объем или полость оборудования силикагель взвешивается и расфасовывается в мешочки. Расфасованный силикагель может находиться на открытом воздухе не более 30 мин. Если промежуток времени между расфасовкой и загрузкой силикагеля более 30 мин, то мешочки с силикагелем должны храниться в герметично закрытой металлической или стеклянной таре.

В загерметизированные объемы силикагель загружается из расчета 1 кг силикагеля на 1 м<sup>3</sup> осушаемого объема. Мешочки с силикагелем размещают по всему герметизированному объему равномерно по площади и по высоте. При размещении мешочков с силикагелем в полостях необходимо учитывать, чтобы они не соприкасались со смазками, так как загрязненный смазками силикагель теряет свою влагопоглощающую способность.

Гигрометры, термометры и патроны с силикагелем-индикатором размещают со световыми окнами или специально установленными заглушками из органического стекла, через которые можно наблюдать показания приборов и цвет силикагеля-индикатора. Контрольные мешочки помещают за легко открываемыми дверями, крышками и т. д. или подвешивают в верхней части герметизируемого объема. Замена или регенерация силикагеля производится в случае обводнения его свыше 20%.

Силикагель-индикатор представляет собой сухие зерна силикагеля, пропитанные хлористым кобальтом. Неувлажненный силикагель-индикатор имеет синий или сине-фиолетовый цвет, при увлажнении он розовеет или становится фиолетово-розовым. Шкала цветного силикагеля-индикатора для оценки относительной влажности воздуха определена ГОСТ 8984—59. Силикагель-индикатор насыпается в специальные коробочки или патроны из органического стекла или другого прозрачного материала. Коробочки и патроны имеют отверстия для прохода внутрь воздуха. К патрону прикрепляется шкала цветности.

Для контроля за относительной влажностью и температурой воздуха применяются специальные приборы: термографы, гигрографы, термометры и гигрометры.

Гигрометр МКВ волосной в круглой оправе предназначен для измерения относительной влажности воздуха в помещениях и других объемах. Принцип действия гигрометра основан на свойстве



обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину с изменением влажности воздуха. Гигрометр состоит из следующих основных частей: приемника влажности, состоящего из двух пучков равномерно натянутых и обезжиренных человеческих волос, соединенных между собой последовательно через рычаг, концы пучков волос закреплены в скрепках и зашеллачены; передаточного механизма, состоящего из системы двух рычагов, блока и шелковой нити; пружины, поддерживающей систему приемников и передаточного механизма в натянутом состоянии; шкалы с делениями в процентах относительной влажности воздуха; стрелки, соединенной с передаточным механизмом; металлического корпуса со стеклом. Диапазон измерения относительной влажности воздуха от 30 до 100%. Прибор предназначен для работы при температурах от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ . Общая чувствительность гигрометра, т. е. разность показаний гигрометра в интервале относительной влажности от 100 до 30% и от 30 до 100%, не более 13% и не менее 8% от разности влажности, измеренной в этих же пределах аспирационным психрометром.

Для дистанционного замера относительной влажности и температуры воздуха может быть использован прибор ИТВ-1. Он состоит из датчиков и приемной части. Датчики располагают в точках замеров с приемной частью кабелем длиной 50—100 м. Приемная часть представляет собой настольный электрический аппарат, на передней стенке которого расположены измерительные приборы и устройства для управления работой. Блок датчиков температуры и влажности состоит из двух узлов: температуры и относительной влажности. Узел температуры построен на принципе измерения температуры с помощью термометра сопротивления и специального мостикового устройства с нулевым методом измерения. Узел относительной влажности построен на принципе волосного гигрометра с дистанционным потенциометрическим снятием его показаний.

Аналогичные принципы использованы для построения всех остальных приборов для замеров относительной влажности и температуры.

В отдельных случаях, когда не может быть применено статическое или динамическое осушение воздуха, используется вентиляция объемов и помещений.

При этом следует иметь в виду, что для определения необходимости вентиляции помещений наружным воздухом надлежит руководствоваться не значениями относительной влажности воздуха, а влагосодержанием  $d$ , определяемым по диаграмме влажного воздуха  $I-d$  (рис. 22).

На самом деле при значении относительной влажности наружного воздуха ( $\varphi_n$ ) меньше, чем внутри помещений ( $\varphi_o$ ), не всегда целесообразно производить вентиляцию. Например, при  $\varphi_n = 50\%$   $t_n = 25^{\circ}\text{C}$ , а при  $\varphi_o = 80\%$   $t_o = 15^{\circ}\text{C}$ . Казалось бы, так как влажность воздуха внутри помещений выше, чем снаружи,

помещения надо вентилировать. Однако, пользуясь диаграммой  $I-d$ , находим  $d_n = 10$  г/кг сухого воздуха и  $d_g = 8,7$  г/кг сухого воздуха, т. е. влагосодержание воздуха внутри помещения меньше наружного и вентилиция нецелесообразна.

Одним из способов устранения воздействия атмосферного воздуха на металлические внутренние поверхности оборудования

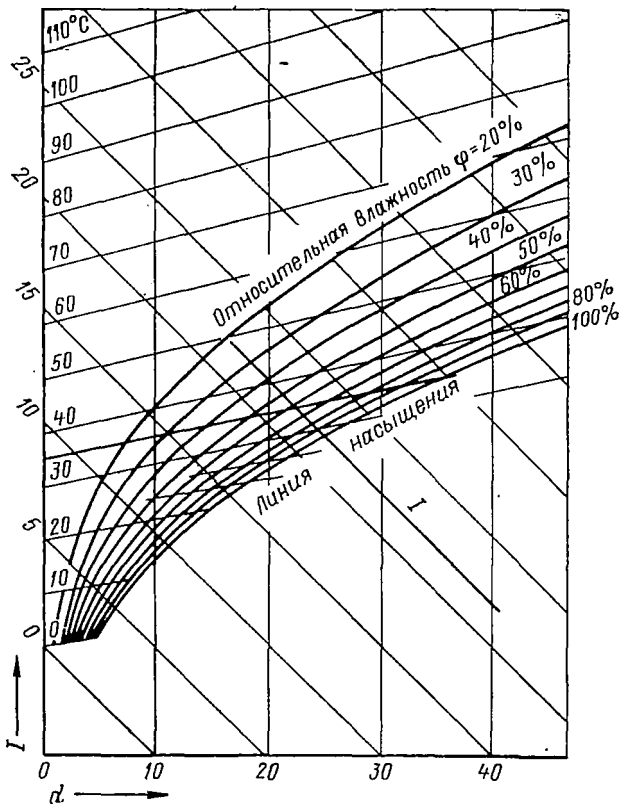


Рис. 22.  $I-d$  — диаграмма влажного воздуха

является замещение его инертными средами (аргоном, гелием, фреоном) или осушенным воздухом. Чаще всего используется для этой цели наиболее дешевый азот или более дорогой аргон (для ответственных целей).

Газ, предназначенный для этих целей, должен быть хорошо осушен (точка росы —  $50^{\circ}\text{C}$ ), содержание кислорода и других элементов — в соответствии с ГОСТом.

Консервация заключается в удалении воздуха из консервируемых объемов путем их вакуумирования до  $5 \cdot 10^{-2}$  мм рт. ст. и последующего заполнения азотом (аргоном) с небольшим избыточным

давлением, при менее тщательной консервации — путем 3—4-кратного замещения воздуха азотом (аргоном) без вакуумирования.

На время транспортировки и длительного хранения к консервированному таким способом объему подключается баллон с газом для подпитки его на случай небольшой утечки газа. Избыточное давление газа в объеме периодически контролируется по манометру.

Эффективность защиты от коррозии при таком способе зависит от герметичности консервируемого оборудования. Поэтому при консервации проверяется надежность его герметизации (общепринятыми способами), а в процессе хранения ведется регулярный контроль за избыточным давлением газа в объеме. Расконсервация заключается в разгерметизации объема и продувке его воздухом. Способ прост, недорог и достаточно эффективен для надежно герметизируемого оборудования. Практикой консервации перлитных парогенераторов и другого оборудования на период транспортировки и хранения в течение десяти месяцев подтверждаются удовлетворительные результаты этого способа.

## 19. Герметики и упаковочные материалы

Требования к герметизирующим и упаковочным материалам сводятся в основном к следующему. Упаковка должна быть герметичной, обладать малой проницаемостью для газов и паров, непроницаемостью для воды и пыли, стойкостью к солнечной радиации и повреждению микроорганизмами, насекомыми и грызунами, достаточной механической прочностью, удобством распаковки оборудования и доступной стоимостью материала, позволять многократное использование. Процесс упаковки должен быть технологичным и нетрудоёмким.

В качестве упаковочных и герметизирующих материалов находят применение замазки, пленки, ткани, клеи, бумаги и другие материалы.

Из замазок в качестве уплотнителей при герметизации и упаковке оборудования применяются защитная клейкая замазка ЗЗК-3в (ЗЗК-3), замазка уплотнительная У-20А, тиоколовая замазка, мастика изол. Прорезиненную с одной стороны ткань 500 как наиболее тонкую и гибкую рекомендуется применять в местах резких переходов, изгибов и неровностей на участках герметизации. Крепится ткань к металлу или окрашенной поверхности клеем № 88 или № 61.

Прорезиненная с двух сторон ткань МСК-01-К более жестка, ее рекомендуется применять на более гладких, ровных поверхностях. Крепится ткань к металлу или окрашенной поверхности клеем № 88 или № 61.

Пароводонепроницаемая бумага ПВ представляет собой крепированную двухслойную бумагу с битумной оклейкой. Бумага эластична. С одной стороны она покрыта водоотталкивающим со-

ставом. Наклеивается бумага клеем КТ. Применять бумагу ПВ можно на тех же участках, что и ткани.

Для герметизации щелей шириной до 15 мм, а также для промазки швов по краям приклеенной ткани или бумаги применяются герметизирующие замазки ЗЗК-3 и тиоколовая.

Замазка ЗЗК представляет массу темно-коричневого цвета, состоящую из цилиндрического масла 52, загущенного алюминиевым мылом синтетических жирных кислот, церезином, петролатумом и синтетическим каучуком. Замазка обладает высокой водостойкостью, липкостью к различным материалам; легко наносится на поверхности. В теплое время года под воздействием прямых солнечных лучей при температуре воздуха свыше 25° С замазка сильно размягчается и может сползать с вертикальных поверхностей. При попадании на замазку топлива или масла она разжигается, в контакте с немаслостойкими реагентами вызывает их набухание.

Тиоколовая замазка представляет собой смесь полисульфидного каучука со специальными веществами. Обладает высокой стойкостью против старения, не изменяет своих свойств в диапазоне температур от -40 до +30° С, не вызывает разрушения резиновых изделий, устойчива к действию топлив, масел и т. п. Замазка имеет низкую адгезию к различным материалам, поэтому при герметизации оборудования рекомендуется валики из замазки приклеивать в местах герметизации клеем № 88 или № 61.

Мастика изол изготавливается из материалов, содержащих каучук, в сочетании с нефтяными битумами, каменноугольными смолами, минеральными или растительными наполнителями (асбест, отходы хлопка).

Замазка уплотнительная У-20А — невысыхающая масса высокой пластичности, морозостойка до температуры -50° С и теплоустойка до 70° С.

Для герметизации оборудования с помощью чехлов из влаго непроницаемых пленок используются полиэтиленовые и полихлорвиниловые пленки. Чехлы для герметизации типового оборудования изготавливают по чертежам. Для предотвращения повреждения чехлов в местах ребер и острых углов оборудования применяют амортизирующие прокладки из малогигроскопичных материалов, например полихлорвинилового пластика или пропитанной в парафино-церезиновом составе древесной стружки.

Перед изготовлением чехла пленку подвергают контрольному осмотру. Пленка должна быть однородной, хорошо прожелеатинированной и провальцованной. Не допускаются наличия сквозных отверстий, вздутий и грубых непровальцованных полос. На пленке допускаются мельчайшие точки и включения, заметные невооруженным глазом, при условии невыкрашивания их по месту включения при перегибе пленки на 180°.

Сварной шов чехла на расстоянии 5 мм от рабочей поверхности чехла не должен иметь отверстий. В случае обнаружения дефектов

шва (недостаточное сцепление, пережог) в этих местах производится повторная сварка или сварка всего шва заново. Общее количество заплат по всему чехлу допускается не более десяти, при условии не более трех на 1 м<sup>2</sup>.

Чехол из пленки при низких температурах теряет свою гибкость и легко подвергается разрывам. В комнатных условиях гибкость чехла восстанавливается. Поэтому все операции по сварке и склейке швов чехла и наложению заплат на места разрывов необходимо производить при температуре не ниже 10° С.

В настоящее время применяются два способа получения герметичных швов чехла: термическое сваривание и склеивание. Предпочтение следует отдать сварке, так как процесс склеивания более продолжителен. Кроме того, прочность склеенных швов, как правило, ниже прочности сваренных швов.

Термосваривание пленок осуществляется тремя основными методами: контактным, термоимпульсным и токами высокой частоты. Все работы по сварке и склеиванию чехла должны производиться в чистом отапливаемом помещении при температуре не ниже 10° С.

Контактный метод сварки основан на подведении тепла непосредственно к свариваемому пленочному материалу с помощью электронагревательных элементов. Полимерная пленка нагревается до размягчения и одновременно сдавливается. При снятии давления, а вместе с ним и нагрева происходит охлаждение полученного шва. Для получения хорошего сварного шва необходимо: температуру поверхности сварочного зажима поддерживать несколько выше температуры плавления свариваемого материала, поскольку тепло, требуемое для создания нужной температуры сварки, должно распространяться через один или несколько слоев пленки; обеспечить полный контакт свариваемых поверхностей и сохранять его во время плавления свариваемой пленки, чем будет исключена возможность расслаивания поверхностей до их остывания; предупредить путем применения фторопластовых, лавсановых, целлофановых и других термостойких прокладок прилипание свариваемых пленок к электродам сварочного устройства; поддерживать оптимальные значения температуры, давления и времени выдержки, зависящие от типа выбранной пленки, ее толщины и типа сварочных установок. Контактный метод рекомендуется для сварки полиэтиленовых и других пленок на существующих специальных установках (роликовой машине МШРП-1-3 для сварки пленки толщиной до 0,100 мм; машине МСП-54 для сварки полимерных пленок и ткане-пленочных материалов толщиной 0,025—0,500 мм) или с применением простейших устройств в виде ролика, утюга.

Термоимпульсная сварка осуществляется за счет контакта пленки с тонкой металлической лентой, которая при подаче электрического тока импульсами на доли секунды разогревается до температуры, превышающей температуру размягчения свариваемого

мого материала. Нагрев может быть односторонним и двусторонним в зависимости от толщины пленки. Этот метод рекомендуется для сварки полиэтиленовых, полихлорвиниловых и полиамидных пленок. Для термоимпульсной сварки рекомендуются машина М6-АП-2С и аппарат типа ТСП-1-0,5-360. Для сварки пленок толщиной более 0,1 мм чаще применяется двусторонний нагрев.

Сварка токами высокой частоты осуществляется двумя электродами сварочной установки, между которыми зажимаются кромки свариваемых пленок. Для такой сварки может быть применено оборудование: пресс типа ЛГСП-0,4, позволяющий производить сварку полимерных материалов толщиной от 0,1 до 5 мм; роликовая машина типа ЛГД-0 (рис. 23) мощностью 100 Вт для сварки пленок толщиной 0,15—0,30 мм непрерывным швом; аппарат ВЧС-0,4А — стационарный; аппарат ВЧС-0,2 — переносный, с ручными клещами; роликовая машина марки ПК-4.

Склеивание пленок для получения соединительных швов рекомендуется только в крайнем случае, когда по каким-либо причинам сварка невозможна. Для склеивания полиэтиленовых и полихлорвиниловых пленок можно применять полиэтиленовую ленту с липким слоем, клеем на основе перхлорвиниловой смолы, при этом склеиваемые поверхности должны быть обезжирены бензином марки Б-70.

Для обеспечения полной герметичности при соединении обычных полиэтиленовых или полихлорвиниловых пленок толщиной 60—80 мкм ширина шва должна быть не меньше 3—4 мм, для пленок толщиной 120—200 мкм — не меньше 4—5 мм.

Процесс изготовления чехлов из полиэтиленовых и полихлорвиниловых пленок сводится к следующим операциям: разметить и вырезать заготовки из пленки (в случае изготовления чехлов из рукава производится только разметка по шаблону или по метке на рабочем столе, а разрезка производится после сварки); уложить свариваемые кромки пленки на фторопластовую подкладку, накрыть сверху фторопластовой полоской (прокладкой), нагретой рабочей частью сварочного устройства с легким нажимом провести по фторопластовой полоске; после снятия сварочного устройства

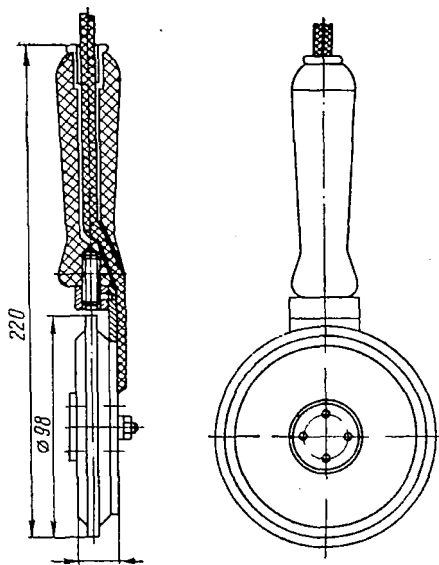


Рис. 23. Ролик для тепловой сварки

шов охлаждается в течение 3—4 с на воздухе и только после этого снимается верхняя фторопластовая полоска.

При сварке пленок температура рабочей части сварочного устройства в зависимости от толщины фторопластовой прокладки и толщины свариваемой пленки может быть в пределах от 180 до 250° С, время контакта рабочей части сварочного устройства с пленками также зависит от толщины этих пленок и лежит в пределах от 1 до 6 с, скорость сварки должна быть 1—2 м/мин. При недостаточной температуре рабочей части сварочного устройства в шве

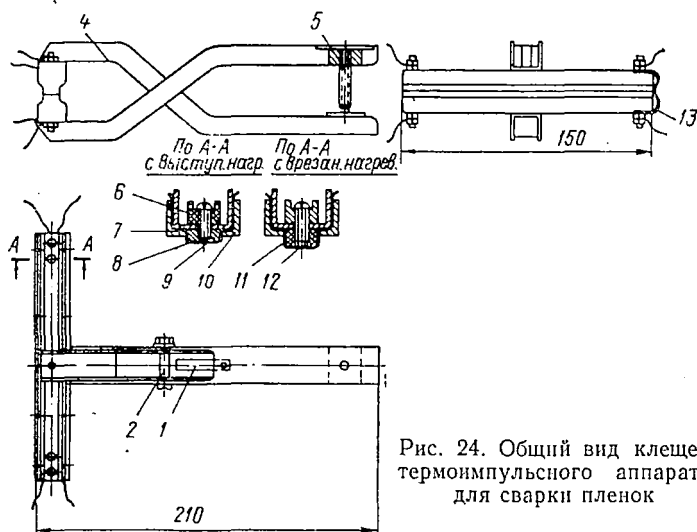


Рис. 24. Общий вид клещей термоимпульсного аппарата для сварки пленок

может обнаруживаться местный или сплошной непровар, нарушающий герметичность шва. При перегреве свариваемых пленок вследствие высокой температуры, длительного контакта или слишком быстрого снятия верхней фторопластовой пленки после сварки шов получается негладким, пленка около шва сморщивается и зачастую разрывается.

Сварка полимерных пленок термоимпульсным методом применяется для изготовления герметичных упаковочных чехлов, а также для выполнения заключительного шва больших упаковочных чехлов. Этот метод отличается надежностью, быстрой получением сварного шва, простотой и дешевизной используемого оборудования, удобством в работе. Нагревателем клещей термоимпульсного аппарата (рис. 24) служит пластинка из нержавеющей стали толщиной 0,18 мм, шириной 3 мм и длиной 150 мм. Для устранения замыкания нагревателей или прилипания к ним свариваемого материала предусмотрены на нагревателях прокладки из фторопласта толщиной 0,006—0,1 мм. Обогрев может быть одно-

и двусторонним. Максимальная толщина пленок при одно- и двустороннем обогреве зависит от материала свариваемой пленки:

Материалы свариваемой пленки	Максимальная толщина в мм	
	при одностороннем обогреве	при двустороннем обогреве
Полиэтилен . . . . .	0,2	0,50
Полихлорвинил:		
твердый . . . . .	0,6	0,18
мягкий . . . . .	0,25	0,30
Полиамиды . . . . .	0,10	0,30

Основные режимы сварки пленок из полиэтилена и полихлорвинила приведены в табл. 29.

29. Режимы сварки пленок

Свариваемый материал	Толщина в мм	Вид обогрева	Режим сварки	
			Напряжение в В	Время в с
Полиэтилен	0,05	Односторонний	11	1,0
	0,05	»	14	0,5
	0,05	»	14	1,0
	0,1	»	20	0,5
	0,2	Двусторонний	14	0,75
	0,2	Односторонний	14	1,25
Полихлорвинил	0,25	Двусторонний	14	1,0
	0,25	Односторонний	14	1,5
	0,25	Двусторонний	7	3,0
	0,25	Односторонний	7	4,0

Контроль качества сварного шва осуществляется визуально и путем механических испытаний. В сварном шве не допускаются непревары, вздутия, инородные включения и пережоги. При сварке не должно происходить сморщивания и растрескивания пленки около сварного шва. В случае некачественного шва (при недостаточном нагревании или перегреве) необходимо проверить режим сварки и произвести ее повторно.

Механические испытания швов внахлестку производят на сдвиг при растяжении. Приведем данные по прочности швов внахлестку, отвечающей качественным сварным соединениям.



Материал	Толщина в мм	Предел прочности на сдвиг в кгс/см <sup>2</sup>
Полиэтилен . . . . .	0,05	120
	0,10	110
	0,20	100
Полхлорвинил . . . . .	0,25	140

Под опорные поверхности агрегатов и механизмов во избежание продавливания пленок чехла подкладывают прокладки из пластика так, чтобы пленка находилась между двумя прокладками. После установки и крепления оборудования перед наложением последнего шва в чехле размещаются мешочки с силикагелем.

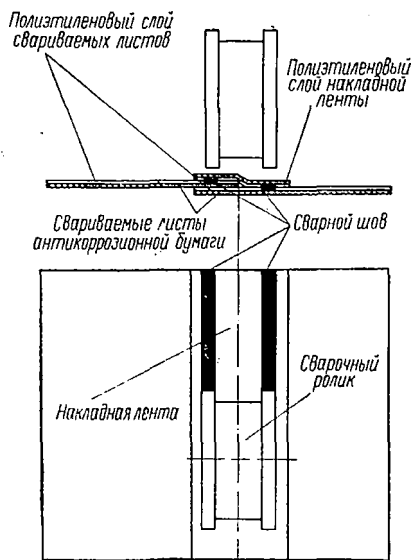


Рис. 25. Схема сварки антикоррозийной бумаги

Для герметизации концевых швов чехлов рекомендуется применять термоимпульсную сварку. Необходимо перед этим обжечь чехол для удаления избыточного воздуха. Края чехла, подлежащие сварке, указывают на доску, аналогичную для сварки основных швов. Доску устанавливают на специальных деревянных или металлических стойках на высоте, соответствующей кромке последнего шва чехла. Кромки чехла, подлежащие сварке, протирают салфеткой или марлей, смоченной бензином Б-70, и расправляют по всей длине. Затем производится сварка.

Чехлы, изготовленные из пленок, необходимо защищать от прямых солнечных лучей и механических нагрузок, поэтому оборудование в чехлах помещается в ящики. Способ консервации оборудования при размещении его в чехлах прост, но требует практических навыков для проведения операций по сварке чехлов.

При применении для защиты изделий от коррозии ингибированной бумаги, имеющей с одной стороны слой полиэтиленовой пленки, соединение ее швов осуществляется методом контактной сварки. Сварка осуществляется переносным сварочным инструментом роликового типа с электронагревом (рис. 25). Подготовка к сварке и сварка антикоррозийной бумаги должны производиться непосредственно после окончания работ по очистке консервируемых изделий. Для подготовки к сварке сварщик укладывает

листы ингибированной бумаги полиэтиленовым слоем вверх на ровную плиту толщиной 15—20 мм, так чтобы один лист перекрывал другой на 20—25 мм. Предварительно вырезанную пленку из основного материала шириной 50 мм укладывают на свариваемые кромки полиэтиленовым слоем вниз, чтобы середина накладной пленки (по ширине) совпадала со срезом кромки верхнего листа.

Сварщик, держа в правой руке инструмент с нагретым до 240—260° С роликом, нажимает на инструмент и равномерно перемещает его по ленте вдоль шва. Величина давления не регламентируется и устанавливается сварщиком опытным путем. Скорость перемещения инструмента вдоль шва (скорость сварки) должна составлять 0,2—0,3 м/мин.

Время нагрева инструмента до температуры сварки при напряжении сети 36 В и токе 6 А составляет 15—20 мин. После достижения заданной температуры напряжение питающей сети следует понизить до 30 В.

При выполнении последнего (монтажного) шва при консервации изделий в качестве подкладки при сварке следует использовать ровную поверхность консервируемого изделия.

При наружном осмотре качественно выполненный шов имеет цвет от бежевого до светло-коричневого. Темно-коричневый шов свидетельствует о прожоге. При отсутствии различия в цвете шва и основного материала имеет место непровар. В случае прожога дефектное место должно быть вырезано и на этом месте следует поставить заплату. Швы с непроваром должны быть проварены вновь с сохранением той же накладной ленты.

Для упаковки изделий применяются следующие виды упаковочной бумаги: парафинированная бумага; упаковочная водонепроницаемая двуслойная бумага; упаковочная биостойкая бумага; оберточная бумага; бумага основа для парафинирования; бумага основа для клеевой ленты; упаковочная, битумная и дегтевая бумага; растительный пергамент; полупергамент; салфеточная бумага; пергамин; мешочная бумага; конденсаторная бумага. Упаковочную бумагу выбирают в зависимости от вида изделий и требований к их упаковке. Защита изделий от проникновения влаги производится непосредственным обертыванием их бумагой или обкладкой внутренних поверхностей ящика бумагой, либо одновременно тем и другим способом.

Битумная и дегтевая бумаги при непосредственном контакте вызывают коррозию незащищенных поверхностей изделий и могут быть использованы только для обкладки внутренних стенок ящика. Внутренняя поверхность тары для предохранения изделий от воздействия влаги и плесневых грибов выстилается упаковочной биостойкой бумагой или обычной битумной бумагой марки Б-160, пропитанной в 2—4-процентном растворе силицианилида.

Бумага, применяемая при упаковке изделий, не должна содержать хлоридов, которые способствуют коррозии металлов.

Для поглощения ударных или вибрационных нагрузок, вредно отражающихся на изделиях, а также для усиления самой упаковки должны быть применены специальные амортизирующие прокладки и приспособления. Широко распространены прокладки из гофрированного картона. Прокладки из гофрированного картона изготавливают таким образом, чтобы максимально использовать амортизационные свойства, упругость и ударостойкость гофрированного картона. Из бумажной макулатуры влажностью не выше 10% изготавливают амортизаторы в виде валиков и другой формы, обернутых со всех сторон водонепроницаемой бумагой.

При защите хрупких предметов от ударов, толчков и вибрации, тщательно обработанных поверхностей изделий от повреждений и царапин, а также для защиты выступающих частей изделий применяются текстильные амортизирующие материалы: технический войлок; хлопчатобумажная вата; волокнистые отходы хлопкозаводов. Технический войлок выпускается различной толщины и плотности, он обладает достаточной упругостью и хорошо противостоит повторным деформациям и трению. Волокнистые отходы хлопкозаводов могут быть использованы как амортизирующий материал при упаковке предметов легкого веса. Они легко принимают нужную форму и обладают высокой эластичностью и упругостью.

При упаковке сравнительно тяжелых изделий для защиты их от толчков и ударов могут быть использованы прокладки из ваты и хлопка в сочетании с крепированной бумагой или тканью в виде валиков, подушек и другой требуемой формы. Хлопок и вата в силу своей гигроскопичности должны быть изолированы от металлических поверхностей изделий водонепроницаемыми материалами.

В качестве амортизирующих прокладочных материалов могут быть использованы негигроскопичные полимерные материалы: пенопласты, мипора, полиуритановый эластичный поропласт, плихлорвиниловый эластичный поропласт, губчатые изделия из латекса, полихлорвиниловый прокладочный пластикат; обрезки пленок из полиэтилена, полихлорвинила и полиамидов.

Древесная стружка с влажностью, не превышающей 12%, также применяется в качестве прокладочного амортизирующего материала. Прокладки и амортизаторы из стружки должны быть обернуты со всех сторон водонепроницаемой бумагой. В необходимых случаях стружка подвергается антисептированию.

Прокладочным и амортизирующим материалом для упаковки изделий могут также служить: техническая листовая резина, резина на основе полисилоксанового каучука, термостойкая губка. Резина обладает хорошей эластичностью. Влага не оказывает на нее существенного влияния и она может быть использована при креплении изделий для их защиты от механических повреждений.

Для предохранения изделий от атмосферных и биологических воздействий применяется дополнительная тара. Дополнительная тара может быть изготовлена из картона, металла, ткани, бумаги, фольги, полимерных и комбинированных материалов. Из картона изготавливают ящики и коробки. При изготовлении картонных ящиков используется гофрированный трехслойный и пентаслойный, сплошной и склеенный, водонепроницаемый, товарный влагопрочный сплошной склеенный картон. Картонные коробки изготавливают из коробочного картона марок А и Б, картона типа хром-эрзац.

Изделия, для которых требуется водо- и паронепроницаемая упаковка, помещают в герметичную металлическую тару, которая затем упаковывается в деревянные или картонные ящики. Металлическая тара изготавливается из белой листовой жести, из тонколистовой оцинкованной стали, из медной фольги. Толщину металла нужно выбирать в каждом отдельном случае в зависимости от веса и габаритов упаковываемого изделия. Корпус, дно и крышка металлической тары соединяются между собой в кровельный замок или внахлестку (фольга) и герметически припаиваются припоем ПОС-40. Швы металлической тары должны быть плотными и герметичными, без наплывов фольги и непропаянных мест, а внутренняя и наружная поверхности окрашены соответственно в один и два слоя перхлорвиниловой эмалью ПВХ-25 или ПВХ-24.

Каждое изделие, подготовленное к упаковке в металлическую тару, дополнительно обертывается в два слоя водонепроницаемой бумагой. После того как изделие уложено в металлическую тару, все свободное пространство заполняется мягкими амортизирующими прокладками из малоигроскопичных материалов (полихлорвиниловый пластикат, пропитанная в парафино-церезиновом составе древесная стружка с последующей оберткой ее парафинированной бумагой). В местах, где выступают острые углы изделий, обертка усиливается наклейкой влагостойкой ленты (лейкопластыря) или ткани, проклеенной клеем Б-3.

Упаковка в чехол из полимерных пленок обеспечивает защиту машин, станков, приборов, аппаратов и других изделий от коррозии в самых жестких климатических условиях при хранении и транспортировании в районы с повышенной влажностью (до 90—100%) и температурой до 60° С. Для герметичной упаковки оборудования, отправляемого в страны с тропическим климатом, рекомендуется применять полиэтиленовую пленку толщиной 0,2 мм.

В качестве транспортной тары для упаковки машин, станков, приборов и другого оборудования, а также запасных частей и деталей применяются в основном плотные и решетчатые деревянные ящики. Основное назначение транспортной тары — обеспечить полную сохранность и нормальное состояние изделий, применяемых средств консервации в условиях транспортировки.

## 20. Особенности хранения оборудования

При применении герметизации срок хранения оборудования без переконсервации может быть увеличен в полтора-два раза. В случае размещения на открытой территории оборудования, законсервированного одним и тем же способом, срок хранения сокращается до переконсервации примерно на одну четверть по сравнению со сроком хранения его в складских помещениях.

Упаковка оборудования является важным звеном технологического процесса консервации. Только при наличии надежной качественной упаковки может быть исключено или уменьшено воздействие климатических и других факторов и обеспечена длительная его сохранность, особенно в случае хранения на открытых площадках.

Деревянные ящики для упаковки изготавливают из древесины хвойных пород, имеющей влажность не выше 20%, толщина досок устанавливается в зависимости от веса груза и габаритов ящика. Нижние щиты ящиков выполняют из более толстых досок.

Металлическую упаковку изготавливают из листовой стали, оцинкованной жести, железа, алюминия. Соединение швов производится сваркой или пайкой.

Перспективным видом жесткой герметичной упаковки являются контейнеры, изготовленные из пластических масс. Они обладают малым весом, высокой прочностью и герметичностью, могут использоваться многократно. Осушение воздуха в таких контейнерах производится с помощью размещения в них влагопоглотителя — силикагеля.

Опыт хранения оборудования показывает, что наиболее благоприятные условия имеют отапливаемые хранилища, когда влияние климатических факторов сказывается меньше. При хранении в неотапливаемых складах, под навесами и на открытых площадках влияние климатических факторов велико. При применении широко распространенных средств консервации, таких, как пушечная смазка, технический вазелин, солидол и т. п., обладающих низкими защитными свойствами, не обеспечивается надежная и длительная защита от коррозии. В результате колебаний температуры, высокой относительной влажности воздуха на поверхностях оборудования конденсируется влага, поэтому при отсутствии надлежащей упаковки коррозия появляется через 6—12 месяцев хранения.

Хранение двигателей типа М-50, насосов и других механизмов весом 4—5 т производится в помещениях, позволяющих работать в них автопогрузчикам такой грузоподъемности. Указанные механизмы хранятся вдоль стен и проездов установленными один на другой для лучшего использования полезной площади. Втулки и блоки цилиндров, навесные механизмы и прочие крупногабаритные детали, хранение которых на полках стеллажей невозможно, хранятся упакованными в ящиках в помещении, в котором укладка

ящиков вдоль стен в два-три ряда производится также автопогрузчиком. Использование автопогрузчиков для укладки ящиков внутри помещений требует оставления для автопогрузчиков значительной площади помещений. В этом случае более целесообразно оснащение таких помещений мостовыми кранами.

Хранение ящиков на открытых площадках организуется путем группировки в штабели с общим верхним деревянным каркасом. Общий каркас покрывается брезентом, который закрепляется с боков к ящикам штабеля. Такие каркасы позволяют укрыть максимальное количество оборудования под стандартными брезентами.

При хранении оборудования с целью контроля его состояния производят его осмотры.

Для оборудования, законсервированного пушечной смазкой и техническим вазелином, существовали следующие сроки осмотров. Для оборудования, хранящегося в неотапливаемых хранилищах — через шесть месяцев хранения. При каждом вскрытии и осмотре производился анализ смазки. Внутренние поверхности оборудования осматривались через год хранения. При хранении поршневых механизмов вскрытие цилиндров производилось через год, а подшипников коленчатых валов — через шесть месяцев.

Наружный осмотр двигателей внутреннего сгорания, хранящихся в помещении, производился через год, а хранящихся на открытой площадке и под навесами — через три месяца. Двигатели, хранившиеся в плечных чехлах, осматривались через два года. Инструмент осматривался в отапливаемых хранилищах через шесть месяцев, а в неотапливаемых — через три месяца хранения.

Переход на консервацию оборудования ингибированными маслами и смазками (К-17, НГ-203, ПВК и др.) и ингибиторами атмосферной коррозии, имеющими более высокие защитные свойства и обеспечивающими длительную и надежную защиту поверхностей оборудования от коррозии при хранении, позволяет пересмотреть объемы, сроки осмотров и переконсервации оборудования. Сроки хранения оборудования при применении этих средств могут быть увеличены, а объемы осмотров сокращены. Так, по опыту хранения оборудования применение новых средств защиты от коррозии обеспечивает надежное хранение оборудования при упаковке в деревянные ящики и другие виды упаковки без переконсервации на открытых площадках пять — восемь лет, а в хранилищах — шесть — девять лет. Ежегодные осмотры оборудования проводятся выборочно, т. е. вскрывается для осмотра определенный процент оборудования, хранящегося в одинаковых условиях и имеющего одинаковую консервацию. Ежегодно следует предусматривать осмотр 5% однотипного оборудования. В случае обнаружения коррозии на ответственных деталях (шейках валов турбин, редукторах, цилиндрах двигателей внутреннего сгорания и т. д.) должен быть проведен детальный осмотр всего оборудования, законсервированного тем же способом.

Осмотры оборудования на открытых площадках следует проводить только в условиях сухой безветренной погоды. При осмотре контролируется состояние законсервированных внешних поверхностей, легкодоступных внутренних поверхностей изделий и состояние внутренних поверхностей тары. При нарушении консервационного покрытия и упаковки необходимо восстановить их соответствующими средствами консервации и упаковки.

## Глава VII

# МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ КОНСЕРВАЦИИ

### 21. Материалы и оборудование для консервации

Перечень основных материалов, рекомендуемых при консервации и расконсервации оборудования, приведен в табл. 30.

#### 30. Основные материалы

Наименование материала	ГОСТ или ТУ	Область применения
Масла и смазки		
Турбинное масло марки Т или УТ	ГОСТ 32—53	Прокачка масляных полостей механизмов перед консервацией и приготовление ингибированного масла
Авиационное масло	ГОСТ 1013—49	Прокачка масляных систем ДВС, компрессоров и приготовление ингибированного масла
Дизельное масло	ГОСТ 1862—63	То же
Трансформаторное масло	ГОСТ 982—68	Консервация металлических деталей электрооборудования и сушка деталей в подогретом масле
Приборное масло МВП	ГОСТ 1805—51	Консервация контрольно-измерительных приборов
Костное масло	ГОСТ 4593—49	То же
Консервационная смазка К-17	ГОСТ 10877—64	Консервация оборудования: машин, котлов, станков и т. п.
Консервационная смазка НГ-203 (А, Б и В)	ГОСТ 12328—66	То же

Наименование материала	ГОСТ или ТУ	Область применения
Веретенное масло АУ	ГОСТ 1642—50	Консервация систем гидравлики
Смазки марок АМС-1, АМС-3	ГОСТ 2712—52	Консервация арматуры
Смазка ПВК	ГОСТ 10586—63	Консервация котлов, машин, деталей, инструмента
Предохранительный состав (смазка ПП-9515)	ГОСТ 4113—48	То же
Церезин	ГОСТ 7658—55	Приготовление парафино-церезинового состава
Парафин	ГОСТ 16960—71	То же
<b>Растворители</b>		
Дизельное топливо	ГОСТ 4749—49	Промывка поверхностей деталей
Бензин Б-70	ГОСТ 1012—71	Промывка обработанных деталей
Уайт-спирит	ГОСТ 3134—52	Промывка поверхностей перед нанесением лакокрасочных покрытий. Растворитель лаков и красок
Бензин «Галоша» (бензин растворитель)	ГОСТ 412—56	Промывка поверхностей перед наклейкой на них тканей с помощью клея № 88. Очистка деталей от клея при расконсервации, компонент для разжижения клея № 88
Этиловый спирт ректификат	ГОСТ 5962—67	Промывка ответственных деталей машин и электротехнического оборудования
Осветительный керосин	ГОСТ 4753—68	Промывка поверхностей оборудования
Ацетон	ГОСТ 2768—69	Промывка обработанных деталей и поверхностей. Компонент химических составов для удаления продуктов коррозии с деталей
Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—55	Разжижитель перхлорвиниловых эмалей
<b>Химические материалы</b>		
Фосфорная кислота (уд. вес 1,71)	ГОСТ 10678—63	Приготовление травильных составов для удаления продуктов коррозии с деталей, изготовленных из черных металлов
Уротропин	ГОСТ 1381—60	То же



Наименование материала	ГОСТ или ТУ	Область применения
Гидрохинон	ГОСТ 2549—60	Приготовление травильных составов для удаления продуктов коррозии с деталей, изготовленных из черных металлов
Серная кислота (уд. вес 1,84)	ГОСТ 2184—67	То же
Соляная кислота (уд. вес 1,19)	ГОСТ 1382—69	» »
Хлористый натрий	—	» »
Присадка ПБ-5	ТУ МХП 1845—49	» »
Каустическая сода	ГОСТ 2263—71	Приготовление водных растворов для пассивирования и нейтрализации деталей
Хромовокислый калий (хромпик)	ГОСТ 2652—71	То же
Хромовый ангидрид	ГОСТ 2548—69	Компонент для составления травильных растворов при удалении продуктов коррозии с деталей, изготовленных из алюминия и его сплавов
Бисульфат натрия	ГОСТ 903—66	Приготовление растворов для травления деталей из меди и ее сплавов
Эмульгаторы ОП-10, ОП-7	ТУ МХП 3554—53	Компонент для приготовления водных растворов при обезжиривании деталей, изготовленных из черных и цветных металлов
Тринатрийфосфат	ГОСТ 201—58	Компонент для приготовления водных растворов при обезжиривании деталей, изготовленных из черных металлов
Кальцинированная сода	ГОСТ 5100—64	Компонент для приготовления нейтрализующей пасты при очистке деталей от загрязнений травильными пастами
Эмульсол	ГОСТ 1975—53	Присадка, вводимая в воду для охлаждения двигателей внутреннего сгорания
Ингибитор НДА (порошок и растворы)	МРТУ 6-02-336—65	Консервация деталей, изготовленных из стали, железа, хрома и чистого алюминия
Игибированная бумага марки НДА	МРТУ 6-02-333—65	То же

Наименование материала	ГОСТ или ТУ	Область применения
Ингибированная бумага марки В	ТУ 13/БУ-53—68	Защита деталей из черных металлов
Уротропиновый ингибитор	ГОСТ 1381—60	Консервация деталей и пропитка носителей (бумаги, картона, ткани), в которые упаковываются детали, изготовленные из черных металлов
Азотистокислый натрий (нитрит натрия)	ГОСТ 6194—69	Консервация деталей, изготовленных из черных металлов
Бензойнокислый натрий (бензоат натрия)	ВТУ 520—54	Консервация деталей, изготовленных из черных металлов, и пропитка упаковочных материалов (бумаги, картона, тканей)
Петролатум	ГОСТ 4096—62	Приготовление герметизирующих замазок
Ингибитор МСДА-11	МРТУ 6-04-146—63	Защитная присадка в рабочих топливах и маслах
Лакокрасочные, герметизирующие и упаковочные материалы		
Перхлорвиниловый лак	—	Склеивание перхлорвиниловых пленок и покрытие деталей электрооборудования с нарушенными гальванопокрытиями
Перхлорвиниловая эмаль	ВТУ 202—53	Изготовление эмали ДПА (последний слой покрытия типа «Кокон»)
Краска АЛ-177	—	Покрытие стальных поверхностей теплообменных аппаратов, турбин
Натуральная олифа	ГОСТ 7931—56	Приготовление масляных красок
Ткань 500	ТУ МХП 1205—54	Герметизация полостей оборудования
Клей № 88	МРТУ 38-5-880—65	Приклеивание ткани 500 и резины при герметизации полостей оборудования
Замазка 33К-3	ТУ МХП 1391—51	Герметизация щелей, мелких отверстий, а также промазка швов по краям проклеенной ткани или бумаги при герметизации полостей оборудования
Замазка 33К-3у	МРТУ 38-1-201—66	То же

Наименование материала	ГОСТ или ТУ	Область применения
Тнколовая замазка	ТУ МХП 1391—51р	Герметизация щелей, мелких отверстий, а также промазка швов по краям приклеенной ткани
Силикагель	ГОСТ 3956—54	Влагопоглотитель для осушения воздуха в полостях оборудования и в упаковке
Полихлорвиниловая пленка	ГОСТ 12779—67	Упаковка оборудования
Полнэтиленовая пленка	ГОСТ 10354—63	» »
Клей ХВК-2а	ВТУ 463—56	Склеивание полихлорвиниловых пленок и приклейка чехлов типа «Кокон»
Битумная бумага	ГОСТ 515—56	Герметизация полостей оборудования и изготовление упаковки типа «Кокон»
Оберточная бумага	ГОСТ 8273—57	Упаковка деталей и пропитка ингибиторами
Парафинированная бумага	ГОСТ 9569—65	Упаковка деталей
Дегтевая бумага	ГОСТ 515—56	Упаковка крупных грубо обработанных изделий
Водонепроницаемая бумага	ТУ 258—52	Упаковка деталей
Прокладочный картон	ГОСТ 9347—60	» »
Гофрированный картон	ГОСТ 7376—55	Изготовление упаковочной тары под приборы и другие детали как амортизирующий материал
Медная фольга	ГОСТ 5638—51	Упаковка деталей
Полихлорвиниловая липкая лента	ТУ МХП 2898—55	» »
Кровельный пергамин	ГОСТ 2697—64	Обивка внутренних стенок упаковочных деревянных ящиков
Рубероид	ГОСТ 10923—64	То же
Кровельный толь	ГОСТ 10999—64	» »
Алюминиевая фольга	ГОСТ 618—62	Упаковка деталей и герметизация деревянных ящиков
Гидроизол	ГОСТ 7415—55	То же

Наименование материала	ГОСТ или ТУ	Область применения
Резино-битумная мастика	ГОСТ 2889—67	Приклейка алюминиевой фольги, брызольных и и зольных рулонных материалов при изготовлении герметичной деревянной тары
Древесина хвойных пород	ГОСТ 9463—60	Изготовление деревянных ящиков
Маслобензостойкая мягкая резина марки А толщиной 3—6 мм	ГОСТ 7338—65	Герметизация внутренних полостей оборудования
Прутковая сталь	ГОСТ 2590—71	Изготовление каркаса плечного покрытия чехла типа «Кокон»
Подпергаментная бумага	ГОСТ 1760—68	То же
Отбельная бумага	ГОСТ 9840—61	Изготовление каркаса плечного покрытия чехла типа «Кокон»
Киперная лента	ГОСТ 4514—71	То же
Картофельный крахмал	ГОСТ 7699—68	» »
Листовая сталь	ГОСТ 500—58	Изготовление жестких металлических контейнеров и заглушек
Оцинкованная жесть	—	То же
Листовой алюминий	ГОСТ 13722—68	» »
Смывка СД	ТУ МХП 906—42	Удаление с поверхностей деталей краски, пятен органического происхождения
Негашеная известь	—	Изготовление травильной пасты при очистке поверхностей деталей от продуктов коррозии
Молотый мел	ГОСТ 1498—64	То же
Шлифовальная шкурка на тканевой основе	ГОСТ 5009—68	Очистка от коррозии деталей
Стеклоянная шкурка	—	Очистка поверхностей деталей, изготовленных из меди и магниевых сплавов
Отбельное полотно артикул 55	ГОСТ 11680—65	Изготовление мешочков для силикагеля

Наименование материала	ГОСТ или ТУ	Область применения
Масса 330	ТУ МХП 3691—55	Изготовление легкосняемых оболочек
Органическое стекло	ГОСТ 9784—61	Изготовление заглушек
Увязочный шпатель	ГОСТ 17308—71	Упаковка деталей
<p>Примечание. Масла трансформаторное, приборное МВП и костное применяются для консервации совместно с защитными средами (динамическое или статическое осушение воздуха, азот и др.).</p>		

Работы по подготовке, консервации и упаковке должны производиться в специально выделенных помещениях или участках, оборудованных приборами, емкостями, аппаратами, приспособлениями, позволяющими применять прогрессивные способы консервации. Рекомендуемый перечень основного оборудования для проведения работ по консервации и реконсервации изделий приведен в табл. 31.

**31. Основное оборудование и приспособления,  
рекомендуемые при консервации и реконсервации изделий**

Наименование оборудования и приспособлений	Область применения
<b>Оборудование и приспособления для герметизации изделий</b>	
Установка для нанесения покровных эмалей (ПУНП)	Нанесение пленочного покрытия типа «Кокон» и изготовление чехлов типа «Кокон»
Краскораспылители (ЗМС, КР-10)	То же
Краскоагнетательный бак (БКН-20)	» »
Резинно-тканевые двухпрокладочные рукава	» »
Нестальное сварочное приспособление	Сварка влагонепроницаемых пленок
Ролик для тепловой сварки	То же
Портативный термоимпульсный аппарат	» »
Установки для высокочастотной сварки пленок	Сварка полихлорвиниловых пленок В-118, Р-990, ВЗ-2 токами высокой частоты
Столы	Раскрой и сварка чехлов

Наименование оборудования и приспособлений	Область применения
<p>Резиновые валики</p> <p>Переносные низковольтные электрические лампы</p> <p>Круглые волосяные гигрометры (МВК-1)</p>	<p>Прикатка и уплотнение мест склейки пленок и пленочного покрытия</p> <p>Просвечивание (контроль) пленочного покрытия</p> <p>Контроль относительной влажности в герметизируемых полостях и в чехлах</p>
<p>Оборудование и приспособления для подготовки поверхностей к консервации и проведения консервации</p>	
<p>Моечные машины</p> <p>Металлические стальные ванны с обогревом</p> <p>Специальные стальные ванны</p> <p>Настольные шлифовальные (полировальные) и сверлильные станки</p>	<p>Промывка деталей</p> <p>Подогрев воды, масла, смазки; приготовление растворов ингибиторов; промывка деталей в водных и химических растворах</p> <p>Приготовление защитных масс и покрытий (ЭЗО, ЗИП и др.)</p> <p>Механическая очистка деталей</p>
<p>Металлические корзины, рамки, клещи, подвесы, болты</p> <p>Электроциркуляционные водяные насосы</p> <p>Электромасляные насосы</p>	<p>Погружение деталей в растворы и смазки при подготовке деталей к консервации, при консервации и расконсервации</p> <p>Прокачка систем охлаждения механизмов (двигателей)</p> <p>Прокачка масляных систем механизмов консервационными смазками</p>
<p>Ручные насосы (РН-1 или РН-3)</p> <p>Переносная компрессорная станция</p> <p>Подогревательные электрические баки</p>	<p>Прокачка полостей и систем механизмов растворами или смазками</p> <p>Продувка и осушение полостей оборудования воздухом</p> <p>Подогрев консервирующих масел, смазок при консервации мелких деталей</p>
<p>Шприцы</p> <p>Волосяные щетки и кисти</p>	<p>Промывка узлов оборудования и нанесение консервационных масел и смазок</p> <p>Промывка деталей и нанесение консервационных покрытий</p>
<p>Поворотные передвижные тележки</p> <p>Автокары и другие погрузочно-транспортные средства</p>	<p>Консервация и транспортировка двигателей</p> <p>Транспортировка деталей и механизмов</p>
<p>Разные термометры</p>	<p>Замер температур растворов масел, смазок и др.</p>

Наименование оборудования и приспособлений	Область применения
Оборудование и приспособления для регенерации и хранения силикагеля	
Сушильные шкафы	Регенерация силикагеля
Стеклоянные бутылки с притертыми пробками емкостью 20—30 л	Хранение силикагеля
Весы с разновесами	Взвешивание силикагеля

## 22. Контроль качества консервирующих средств

Материалы, применяемые для консервации и расконсервации оборудования, должны отвечать требованиям соответствующих ОСТ, ГОСТ, ТУ и иметь паспорт. Материалы, поступающие для консервации, следует подвергать обязательному анализу перед употреблением. Моющие и консервирующие растворы подвергают периодическому анализу не реже двух раз в неделю.

Анализ воды для приготовления консервирующих и моечных растворов приведен выше.

Для приготовления ингибированной бумаги применяют следующие сорта бумаги: бумага — основа для парафинирования марок ОДП-23 и ОДП-35; балахнинская, крафт-оберточная. Применение других сортов бумаги возможно лишь после проведения анализа ее на содержание хлоридов и сульфатов и определения щелочности (кислотности).

Количество хлоридов и фосфатов в бумаге не должно превышать 0,2%, а водная вытяжка бумаги должна иметь нейтральную или слабощелочную реакцию. При определении содержания хлоридов 5 частей воздушно-сухой бумаги, нарезанной кусочками (5×5 мм), заливают 100 мл свежепрокипяченной дистиллированной воды и тщательно перемешивают встряхиванием. Затем колбу соединяют с обратным холодильником (или стеклянной трубкой длиной 40—50 см), ставят в кипящую водную баню и нагревают при периодическом встряхивании в течение 1 ч. Полученную водную вытяжку охлаждают, отфильтровывают от бумаги через бензольный фильтр (предварительно промытый три раза горячей дистиллированной водой), переливают в мерную колбу на 250 мл и доводят до метки дистиллированной водой. 25 мл полученного раствора титруют в присутствии индикатора  $K_2CrO_4$  0,1 н. или 0,01 н. раствором  $AgNO_3$  до появления исчезающей бурой окраски.

Содержание хлоридов в пересчете на хлор-ион

$$\%Cl = \frac{A \cdot 35,45N_b}{BD \cdot 1000} 100,$$

где  $A$  — количество  $\text{AgNO}_3$ , пошедшее на титрование в мл; 35, 45—грамм-эквивалент  $\text{Cl}'$ ;  $N$ —нормальность раствора  $\text{AgNO}_3$ ;  $b$  — объем титруемого фильтрата (25 мл);  $B$  — общий объем фильтра (250 мл);  $D$  — навеска бумаги в г.

Для определения содержания сульфатов вышеописанным способом на 10 г испытуемой бумаги получают водную вытяжку и декантируют ее через промытый дистиллированной водой фильтр. Оставшуюся в стакане бумагу промывают 70 мл холодной дистиллированной воды и фильтруют через тот же фильтр. Полученный фильтр подкисляют пятью каплями уксусной кислоты, нагревают до кипения, после чего прибавляют 5 мл 10-процентного раствора  $\text{BaCl}_2$  и оставляют стоять 18—20 ч. По истечении указанного времени выпавший осадок фильтруют через двойной бензолный фильтр, промывают водой до получения отрицательной реакции на хлор-ион и прокачивают до постоянного веса. Параллельно делают холостую пробу с тем же количеством воды и раствора  $\text{BaSO}_4$ , но без испытуемой бумаги.

Полученный вес золы при холостой пробе вычитают из веса, полученного при испытании водной вытяжки бумаги. Содержание сульфатов в % к абсолютно сухой навеске в пересчете на сульфат-ион:

$$\% \text{SO}_4'' = \frac{D96}{233,36g} 100,$$

где  $D$  — вес  $\text{BaSO}_4$ , являющийся разностью весов полученного из образца бумаги, и золы, полученной при испытании чистой воды (холостой пробы); 96 — молекулярный вес  $\text{SO}_4$ ; 233,36 — молекулярный вес  $\text{BaSO}_4$ ;  $g$  — навеска сухой бумаги.

При определении щелочности (кислотности) в водную вытяжку испытуемой бумаги опускают лакмусовую бумагу: синий цвет указывает на щелочную реакцию, красный — на кислотную.

Анализ раствора нитрита натрия на определение корродирующего действия, содержание  $\text{NaNO}_2$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  на определение вязкости и щелочности производят сразу после приготовления его и в последующем в процессе работы два раза в неделю. Минимально допустимое содержание  $\text{NaNO}_2$  в растворе 20%; максимально допустимое содержание  $\text{NaCO}_3$  в растворе 0,2%. Вязкость консервирующего раствора  $\text{NaNO}_2$  при 20° С должна быть 150—200 с, реакция раствора должна быть постоянно щелочной или нейтральной.

Определение корродирующего действия на металлы раствора  $\text{NaNO}_2$  производится так же, как и моечных растворов.

При определении содержания  $\text{NaNO}_2$  в консервирующем растворе 10 г (с точностью до 0,01 г) консервирующего раствора переносят в мерную колбу на 100 мл и доводят дистиллированной водой до метки. К 10 мл 0,1 н. раствора  $\text{KMnO}_4$  прибавляют 20 мл воды, 10 мл  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и сразу же, не охлаждая, при взбалтывании титруют



приготовленным раствором  $\text{NaNO}_2$  до обесцвечивания. Содержа-  
ние  $\text{NaNO}_2$ :

$$\% \text{NaNO}_2 = \frac{aN \cdot 0,0345 \cdot 100}{AB} 100,$$

где  $a$  — количество 0,1 н. раствора  $\text{KMnO}_4$  в мл;  $N$  — нормаль-  
ность раствора; 0,0345 — количество  $\text{NaNO}_2$  в г, эквивалентное  
1 мл 0,1 н. раствора  $\text{KMnO}_4$ ;  $A$  — количество консервирующего  
раствора в мерной колбе в г (10 г);  $B$  — количество исследуемого  
раствора, пошедшего на титрование, в мл.

Анализ ингибитора НДА в содержании в нем  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  произ-  
водят перед каждым приготовлением консервирующего раствора;  
количество  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  в ингибиторе не должно превышать 0,09%.  
Содержание НДА в консервирующем растворе определяют сразу  
после его приготовления и в последующем в процессе работы —  
два раза в неделю. Минимальное содержание НДА в водно-спир-  
товом растворе, приготовленном для ингибирования бумаги,  
должно быть не менее 10%, а в растворе, предназначенном непо-  
средственно для консервации — от 4 до 9%. Для определения  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  5—10 г НДА сжигают (без пламени) в фарфоровом тигле  
на электроплитке. По прекращении выделения продуктов сгорания  
тигель переносят на 30—40 мин в муфель, нагретый до 600° С.  
После остывания содержимое тигля растворяют в 10 мл воды и  
фильтруют от нерастворившихся части. Тигель и фильтр несколько  
раз промывают водой, при этом общий объем фильтрата в стакане  
должен быть около 70—80 мл. Фильтрат подкисляют 1 мл  $\text{HCl}$ ,  
нагревают до кипячения, постепенно при перемешивании добав-  
ляют 5 мл 10-процентного раствора  $\text{BaCl}_2$  и оставляют стоять  
на 12—18 ч. Выделившийся осадок фильтруют через бензольный  
фильтр, промывают водой до отрицательной реакции на хлор-ион,  
высушивают и прокалывают до постоянного веса.

Содержание  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  определяют по формуле

$$\% \text{Na}_2\text{SO}_4 = \frac{nk}{p},$$

где  $n$  — вес  $\text{BaSO}_4$  в г;  $k$  — коэффициент, равный 60,8;  $p$  — вес  
навески ингибитора в г.

Анализ ингибированной бумаги производят непосредственно  
после ее приготовления и перед началом работ по консервации.  
Содержание ингибитора НДА в 1 м<sup>2</sup> бумаги должно быть не менее  
20 г. Для определения содержания НДА в 1 м<sup>2</sup> бумаги 1—2 дм<sup>2</sup>  
ингибированной бумаги, взятой с различных участков общего  
листа, нарезают на мелкие кусочки и помещают в колбу емкостью  
250 см<sup>3</sup>, после чего бумагу заливают 100 мл дистиллированной  
воды, подогретой до 40° С, тщательно перемешивают встряхива-  
нием и доливают холодной дистиллированной водой до метки.  
Этим раствором заполняют бюретку. 5 мл строго 0,1 н. раствора  
 $\text{KMnO}_4$  подкисляют 10 мл концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и добавляют

250 мл дистиллированной воды. Раствор  $KMnO_4$  титруют раствором из бюретки до полного обесцвечивания.

Содержание НДА (в  $г/м^3$ ) в бумаге определяют по формуле

$$НДА = \frac{250 \cdot 5 \cdot 0,01141 \cdot 100}{ab},$$

где 0,01141 — эмпирический титр  $KMnO_4$ ;  $a$  — количество раствора, пошедшего на титрование  $KMnO_4$ , в мл;  $b$  — количество бумаги, в  $дм^2$ .

У масел и смазок перед консервацией определяют содержание воды, кислотное число, содержание водорастворимых кислот и щелочей, вязкость, корродирующее действие на металл.

### 23. Правила техники безопасности

Большинство применяемых при подготовке, консервации и расконсервации веществ (кислоты, щелочи, соли и органические вещества) хотя и не относятся к особо ядовитым, но в определенных концентрациях вредно влияют на организм человека.

Хроматы и бихроматы калия и натрия оказывают вредное действие на слизистые оболочки, а также на органы дыхания и в первую очередь на носоглотку. Допустимая концентрация хроматов в воздухе 0,0001 мг/л.

Нитрит дициклогексилamina относится к легкоиспаряющимся веществам, особенно при повышенных температурах. Его пары вызывают раздражение дыхательных путей и даже общее отравление. Содержание паров НДА в воздухе не должно превышать 0,001 мг/л.

Пыль сухой кальцинированной соды (карбоната натрия) может вызвать раздражение дыхательных путей. Длительное воздействие на кожу растворов соли способствует появлению язв.

Тринатрийфосфат оказывает влияние на организм человека аналогично действию кальцинированной соды.

Твердый едкий натр (каустическая сода) и его водные растворы могут вызвать разрушение кожных покровов и слизистых оболочек.

Неорганические кислоты (серная, соляная и др.) при попадании на кожу могут вызвать долго незаживающие ожоги. Пары кислот вызывают раздражение слизистых оболочек.

Органические соединения (бензин, уайт-спирит) при небольших концентрациях действуют как наркотики, большие концентрации могут вызвать отравление организма. При длительном воздействии небольших концентраций паров бензина может произойти хроническое отравление организма. Предельно допустимая концентрация этих веществ в воздухе 0,3 мг/л.

Минеральные или нефтяные масла и консистентные смазки при длительном воздействии на кожные покровы могут вызвать воспалительные процессы или бородавчатые разрастания кожи.

Вредное воздействие на организм человека оказывают масля-

ные аэрозоли, образование которых возможно при консервации маслами с использованием пульверизаторов. Предельно допустимая концентрация масел в воздухе 0,3 мг/л.

В связи с изложенным рабочие, занятые консервацией и расконсервацией, должны проходить периодические медицинские осмотры. Категорически запрещается прием пищи на участках консервации и расконсервации. Лица, склонные к кожным заболеваниям или имеющие нарушение кожного покрова рук, не могут быть допущены к работе с пассивирующими растворами или другими веществами. Перед работой по консервации рекомендуется смазывать руки чистым глицерином. После работы и перед приемом пищи необходимо тщательно мыть руки и лицо с мылом. Категорически воспрещается мыть руки в пассивирующих и щелочных растворах или растворах ингибиторов. На участках химической отработки и консервации должна быть приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая удаление вредных примесей и необходимую степень чистоты воздуха. Воздух помещений следует периодически проверять на загрязненность. На участке консервации курение и работа с огнем не разрешаются, а так как органические растворители, масла и смазки легко воспламеняются, запасы растворителей должны быть минимальными (1—2 суток), а в помещении должны быть средства пожаротушения.

При систематическом использовании НДА, нитритов и хроматов процессы налива, перекачки, промывки и т. п. следует механизировать для уменьшения степени вредности.

Рабочие, выполняющие операции по консервации с применением НДА, нитритов, хроматов, ингибированных смазок и т. п., должны пользоваться костюмами, прорезиненными передниками, головными уборами. Спецодежду следует хранить в отдельных шкафах и смену ее производить не реже одного раза в неделю. При работе с сухими хроматами, НДА, кальцинированной содой и т. п. необходимо применять респиратор или марлевую повязку для защиты слизистых оболочек и дыхательных путей. При попадании этих веществ на слизистую оболочку или кожу следует немедленно промыть пораженное место водой, а затем 1-процентным раствором гипосульфита натрия, который должен храниться вблизи рабочего места в закрытом сосуде.

Ингибитор НДА и его растворы, хроматы и нитриты натрия следует хранить в стальных бидонах, а ингибированную бумагу — в рулонах, помещенных в полиэтиленовые или полихлорвиниловые мешки. На бидонах и рулонах должно быть обозначение «ядовито». Ванны или емкости для травления и обезжиривания необходимо снабжать соответствующими ограждениями.

При консервации изделий разогретыми смазками следует предупреждать разлив или разбрызгивание смазки, разогрев смазок производить в специальных емкостях с паровыми или масляными рубашками (применение открытых спиралей или огня запрещается); при консервации изделий окунанием погружение осуществлять

плавно, не допуская всплесков расплава, попадания воды в расплав (во избежание разбрызгивания), защищать руки от ожогов рукавицами.

Уборку помещений, в которых проводятся работы с НДА, хроматами, нитритами и пассивирующими растворами, необходимо производить влажными способами. Отходы ингибированной бумаги и загрязненные средствами консервации обтирочные материалы выбрасывают в закрытые ящики для последующего сжигания, а отработанные травильные растворы перед удалением из ванн нейтрализуют.

Помещения, где проводятся работы по консервации и расконсервации, должны быть чистыми, светлыми, вентилируемыми, отапливаемыми. Для хранения суточных запасов средств для подготовки, консервации и упаковки изделий необходимо выделять специальные помещения.

Пропускная способность помещения должна быть достаточной для отработки поступающих на консервацию изделий. Следует исключить проникновение к консервируемым изделиям атмосферных осадков, агрессивных паров и газов, пыли и других источников загрязнения. Системы вентиляции и отопления помещений должны обеспечивать в любое время года температуру воздуха не ниже  $12^{\circ}\text{C}$ , относительную влажность не выше 70% и исключать резкие колебания температур. Участки подготовки изделий химическими способами рекомендуется располагать в отдельных от участков консервации и упаковки помещениях, снабженных отдельной системой приточно-вытяжной вентиляции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Г. В. Теория и методы исследований коррозии металлов. М., изд-во АН СССР, 1945.
2. Акользин П. А., Герасимов В. А. Коррозия конструкционных материалов ядерных и теплоэнергетических установок. М., Госэнергоиздат, 1963.
3. Балашов Б. Г., Егорова Ю. Д., Путилов В. Е. Многократное использование жидкой консервационной смазки К-17. М., ГОСИНТИ, 1967, № 3-67-1036/32.
4. Борнер К. Л. Производство и применение консистентных смазок. М., Гостоптехиздат, 1958.
5. Великовский Д. С. Многофункциональная присадка к маслам и консистентным смазкам на основе продуктов окисления церезина и петролатума. — «Химия и технология топлив и масел», 1958, № 3.
6. Виноградов П. А. Опыт применения смазки ПВК и масла АУП на судах и складах. М., НТО, 1962.
7. Герасимов И. И., Насонов Н. В., Путилов В. Е. Консервация судовых механизмов жидкими ингибированными смазками. — «Морской флот», 1963, № 8.
8. Герасимов И. И., Коротненко В. П., Путилов В. Е. и др. О рентабельности применения жидких консервационных смазок для защиты судового оборудования. — «Химия и технология топлив и масел», 1964, № 4.
9. Захаров Н. А., Путилов В. Е., Коротненко В. П. Применение жидкой смазки К-17 для защиты изделий от коррозии. М., ГОСИНТИ, 1967, № 3-67-789/21.
10. Калашников В. П., Шехтер Ю. Н., Развадовская И. Н. Жидкие консервационные смазки, вырабатываемые московским заводом Нефтегаз. М., НТО, 1962.
11. Канатчиков В. Л., Финкельштейн Д. С. Термодиффузионное цинкование труб с погибами. — «Технология судостроения», 1969, № 3.
12. Коган З. А. Оборудование для сварки токами высокой частоты. М., НТО, 1959.
13. Королев Ю. В. Цинкование судовых трубопроводов горячим способом. — «Технология судостроения», 1969, № 3.
14. Королев Ю. В. Защита от коррозии паропроизводящего оборудования в период изготовления, хранения и монтажа. — «Технология судостроения», 1969, № 7.
15. Кречмер Э. Металлизация распылением и ее применение в народном хозяйстве. Пер. с нем. М., Машгиз, 1958.
16. Лаворно П. К. Оксидирование металлов. М., «Машиностроение», 1951.
17. Мамет А. П. Коррозии теплосилового оборудования электростанции. М.—Л., Госэнергоиздат, 1952.
18. Маслов В. В., Оржаховский М. Л. Изготовление машиностроительного оборудования для стран с тропическим климатом. М., «Машиностроение», 1964.
19. Нетреба В. Т., Путилов В. Е. Новый способ консервации оборудования с применением летучих ингибиторов. М., ГОСИНТИ, 1966, № 3-66-1348, 53.

20. Путилова И. Н., Балезин С. А., Баранник В. П. Ингибиторы коррозии металлов. М., Госхимиздат, 1958.
21. Путилов В. Е., Шарапов В. Д., Захаров Н. А. и др. Жидкие консервационные смазки К-17. ЛДНТП, 1966.
22. Путилов В. Е., Захаров Н. А. Защита от коррозии турбин, редукторов и двигателей внутреннего сгорания. — «Защита металлов», 1968, № 6.
23. Розенфельд И. Л. Замедлители коррозии в нейтральных средах. М., Изд-во АН СССР, 1953.
24. Розенфельд И. Л. Атмосферная коррозия металлов. М., Изд-во АН СССР, 1960.
25. Скорчеллетти В. В., Тукачинский С. Е. К вопросу о коррозии металлов в атмосфере при относительной влажности ниже 100%. ЖПХ, 1953, т. 26, вып. 1.
26. Соколовская В. В. Консервация инструмента летучими ингибиторами. — «Технология машиностроения», 1963, № 6.
27. Томашов Н. Д. Теория коррозии и защиты металлов. М., Изд-во АН СССР, 1959.
28. Эванс Ю. Р. Коррозия, пассивность и защита металлов. М.—Л., Металлургиздат, 1941.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Глава I. Коррозия оборудования и методы его защиты . . . . .	5
1. Причины возникновения коррозии . . . . .	—
2. Меры по защите оборудования от коррозии . . . . .	8
3. Коррозионная стойкость некоторых металлов, применяемых в машиностроении . . . . .	10✓
Глава II. Подготовка поверхностей к нанесению защитных покрытий и консервации . . . . .	11
4. Механическая очистка . . . . .	—
5. Химическая подготовка поверхностей . . . . .	12✓
6. Контроль подготовки поверхности к нанесению защитных покрытий и консервации . . . . .	22✓
7. Механизация работ по очистке поверхностей труб . . . . .	24
Глава III. Способы нанесения защитных покрытий . . . . .	31
8. Горячее и термодиффузионное цинкование . . . . .	32
9. Гальванопокрытия, плакирование, футерование пластиками, оксидирование и фосфатирование . . . . .	38
10. Легкоснимаемые пленочные покрытия . . . . .	40
11. Металлизационные покрытия и протекторная защита . . . . .	42
Глава IV. Защитные масла и смазки . . . . .	43✓
12. Консистентные смазки . . . . .	—
13. Жидкие ингибированные смазки . . . . .	46
14. Эксплуатационные масла с присадками . . . . .	69
Глава V. Ингибиторы коррозии . . . . .	74✓
15. Краткие сведения о свойствах ингибиторов коррозии . . . . .	—
16. Способы и области применения ингибиторов коррозии . . . . .	77
17. Контроль за полной удалением ингибиторов при расконсервации . . . . .	94
Глава VI. Защитные среды, герметики и упаковочные материалы . . . . .	97✓
18. Осушение воздуха в герметизированных полостях и объемах . . . . .	—
19. Герметики и упаковочные материалы . . . . .	108
20. Особенности хранения оборудования . . . . .	118
Глава VII. Материалы, оборудование и правила техники безопасности при консервации . . . . .	120
21. Материалы и оборудование для консервации . . . . .	—
22. Контроль качества консервирующих средств . . . . .	128
23. Правила техники безопасности . . . . .	131
Список литературы . . . . .	134

76 59 51

04

9235

47 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»