

707 Г. П. Тищенко, М. В. Зинченко

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ В ПИВОВАРЕНИИ



6634. 23576
Т42. Мищенко Г.А.
Защитное покрытие
в изобретении.
М, 1980 40л

Г.П.Тищенко, М.В.Зинченко

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ В ПИВОВАРЕНИИ

БИБЛИОТЕ

Бух 1И

№ 23576

МОСКВА
«ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
1980

Тищенко Г. П., Зинченко М. В.

Защитные покрытия в пивоварении.—М.: Пищевая пром-сть, 1980.— с. 128.

Оборудование и строительные конструкции пивоваренных заводов подвержены коррозии различных видов. Эффективным средством борьбы с коррозией в пивоваренной промышленности является применение защитных полимерных покрытий. В настоящей книге приведены рекомендации по внедрению прогрессивных способов подготовки поверхностей аппаратов перед нанесением покрытий, рациональному выбору покрытий наружных и внутренних поверхностей технологического оборудования.

Отдельная глава книги посвящена новым полимерным композициям, исследованным и внедренным в производство. В книге освещены вопросы безопасности при производстве антикоррозионных работ, дана оценка экономической эффективности противокоррозионной защиты пивоваренного оборудования.

Таблиц 20. Иллюстраций 14. Список литературы — 59 названий.

Рецензенты: канд. техн. наук Н. П. БОЙКО, инж. Р. Г. АХМЕТШИН

ПРЕДИСЛОВИЕ

Технический прогресс в пивоварении сопровождается освоением и применением новых конструкционных материалов. Большинство строящихся заводов оснащаются алюминиевой бродильно-лагерной аппаратурой. В дальнейшем предусматривается внедрение способа получения пива в нержавеющей цилиндрико-конических танках вместимостью 100 м³. Однако оборудование для пивоварения в основном изготавливается из малолегированных сталей и других материалов, имеющих ограниченную долговечность в условиях воздействия агрессивных пищевых сред. [35].

Коррозия металлов в пивоваренной промышленности имеет свои особенности. Если частичный переход ионов металла в среду не имеет существенного значения для непивоваренных производств, то при взаимодействии пива с железом образуются вещества, которые резко ухудшают вкус напитка, вызывают быстрое его помутнение. Поэтому одной из задач, стоящих перед пивоварами, является разработка способов защиты аппаратуры от коррозии, надежной изоляции пива от неблагоприятного воздействия корродирующих металлов.

Изучение внутренних покрытий технологического оборудования показало, что на заводах отрасли в основном применяется пивная смолка (до 80% общего объема покрытий), срок службы которой 6—8 мес. Незначительное распространение получили специальные лаки: бакелитовые, спиртово-канифольные, перхлорвиниловые.

В настоящее время все большее распространение получают лаки, эмали и композиции на основе эпоксидных смол, как отечественных, так и импортных. Покрытия на основе этих смол и сочетаний их с другими смолами и различными наполнителями обладают высокой эластичностью и прочностью, малой проницаемостью, химической стойкостью, хорошей адгезией к металлу [8].

Повышение эффективности производства неразрывно связано с улучшением санитарно-гигиенических условий труда работающих. В этой связи особое значение приобретает правильный выбор наружных покрытий технологического и вспо-

могательного оборудования, строительных конструкций. Неквалифицированная защита наружных поверхностей наносит значительный ущерб производству. Во-первых, сотни тонн дорогостоящих лакокрасочных материалов используются не по назначению, без учета воздействия сред. Во-вторых, из-за неправильного выбора материала и нарушения технологии его нанесения наружные поверхности оборудования в межремонтные периоды не защищены от губительного воздействия агрессивных сред, что в итоге приводит к безвозвратным потерям металла, преждевременному износу оборудования, коммуникаций и металлоконструкций.

В свете задач, поставленных перед всей промышленностью, и в частности перед пивоваренной, научно обоснованная защита оборудования и коммуникаций от коррозии приобретает первостепенное значение. Однако пивовары практически не имеют пособия, освещающего данные вопросы. Авторы книги частично восполняют этот пробел. Все замечания и пожелания читателей будут приняты авторами с признательностью.

Глава I. КОРРОЗИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЕ

Коррозия металлов и других конструкционных материалов в пивоваренных и вспомогательных средах обусловлена целым рядом сопряженных факторов:

- наличием диссоциированных органических кислот;
- наличием минеральных веществ и их солей;
- содержанием растворенных в средах O_2 , CO_2 и других газов;
- низкой концентрацией водородных ионов;
- перемещением растворов в аппаратуре и трубопроводах;
- большими перепадами температур в одних и тех же аппаратах [45];
- присутствием микроорганизмов.

Значительным коррозионным воздействиям подвергаются замочные чаны, аппараты варочных порядков (заторные, сусловарочные, фильтрационные котлы и чаны), бродильно-лагерные емкости, продуктопроводы, емкости для горячей воды, насосы, аппараты холодильно-компрессорных установок, химводоочисток, деаэрационные колонки котельных, сборники и насосы щелочи, дезинфицирующие установки и емкости и др.

ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕД ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сусло и пиво представляют собой электролиты, поэтому коррозия в них носит электрохимический характер. Химическая природа электролита обусловлена наличием в составе пива органических кислот и минеральных веществ. Количество и степень диссоциации входящих в состав пива органических кислот и минеральных веществ в основном и определяют агрессивность среды.

На различных стадиях технологического процесса физико-химические свойства сусла и пива изменяются, в связи с чем снижается или повышается коррозионное воздействие сред на поверхности аппаратов.

Анионы органических кислот сусла и пива, действуя на металл оборудования и коммуникаций, снижают концентрацию собственных ионов металла, и скорость коррозии возрастает в результате анодного растворения металла. Катионы органических кислот и минеральных веществ способствуют неравно-

мерному отложению солей на контактирующих поверхностях, что также ускоряет коррозию металла. Соли кальция и магния образуют на металле осадки, которые при определенных условиях защищают его от коррозии.

В процессе производства пива используются моющие, дезинфицирующие, дезинсекционные, охлаждающие растворы, которые усиливают коррозию аппаратуры, коммуникаций, строительных конструкций.

Неблагоприятно действуют на металл и бетон дезинфектанты: основные — сода каустическая 1—2%-ная, сода кальцинированная 2—5%-ная, хлорная известь 5—10%-ная и кислотные — азотная кислота 3%-ная.

Для приготовления охлаждающих рассолов в пивоварении используют хлориды натрия и кальция, вызывающие значительную коррозию аппаратуры и трубопроводов.

Степень коррозионного воздействия агрессивных сред пивоваренного производства на металл и бетон зависит от многих факторов, которые следует рассмотреть более подробно.

ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА КОРРОЗИЮ

К внутренним относятся факторы, связанные с состоянием металла: внутренние напряжения, деформации, структурные особенности, чистота обработки поверхности и т. п. Внутренние напряжения и деформации ухудшают устойчивость металла к коррозии. Существенно значение и чистоты обработки поверхности: чем она выше, тем выше коррозионная стойкость металла. Защитные пленки, нанесенные на чисто обработанные металлические поверхности, делают металл более устойчивым против коррозии.

К внешним относятся факторы, связанные с природой коррозионной среды: концентрация водородных ионов, температура, наличие газов, а также со скоростью движения раствора и конструктивными особенностями технологического оборудования.

Концентрация водородных ионов. Известно, что величина рН водных растворов находится в пределах от 0 до 14. Растворы, в которых при 25°C $pH > 7$, считаются щелочными, $pH = 7$ — нейтральными, $pH < 7$ — кислыми. Основные пивоваренные среды относятся к кислым: рН суслу изменяется в пределах от 6,0 до 5,5, рН пива — от 4,5 до 3,9 (рис. 1).

Концентрация водородных ионов существенно влияет на процесс коррозии. С уменьшением рН среды возрастает активность ионов водорода, что приводит обычно к усилению коррозии. Железо сильнее корродирует в кислой среде, в щелочной среде скорость его коррозии уменьшается. Минимальная коррозия металла наблюдается при определенных значениях рН: для железа при 9,6, для алюминия — при 6,5, для меди — при 5,11.

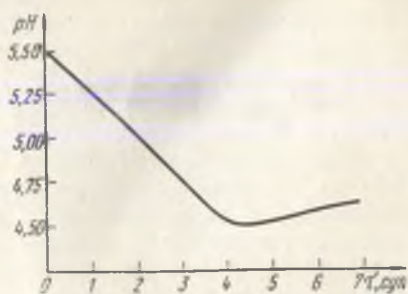


Рис. 1. Изменение рН среды при главном брожении пива.

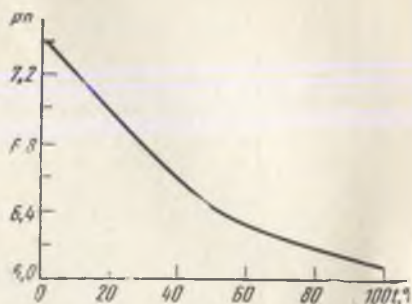


Рис. 2. Зависимость рН воды от температуры.

В зависимости от величины рН изменяется и характер коррозии: в щелочных и кислых средах, как правило, наблюдается неравномерная, а в нейтральных — равномерная коррозия.

Температура. Скорость электрохимической коррозии с повышением температуры обычно возрастает. Это связано с изменением скорости диффузии среды, растворением продуктов коррозии, понижением рН среды.

На рис. 2 показана зависимость рН воды от температуры, а на рис. 3 — зависимость глубины коррозии стальных образцов от времени и температуры испытания в проточной воде.

В некоторых случаях скорость коррозии с повышением температуры уменьшается. Такое явление характерно для коррозии железа в воде, циркулирующей в открытой системе, где при нагревании воды снижается концентрация растворенного в ней кислорода.

При повышении температуры среды возникают термогальванические пары вследствие разности температур отдельных частей одного и того же аппарата. Так, в пластинчатые охладители одновременно поступают сусло температурой 70°C, вода температурой 20—27°C и рассол температурой —5÷—12°C. Более нагретая часть аппарата становится анодом, менее нагретая — катодом. При этом коррозионное воздействие среды на металл значительно усиливается.

Наличие газов. Наиболее коррозионноактивными являются среды при брожении пивного сусла. Немаловажная роль в развитии коррозионных процессов принадлежит газам. Молодое

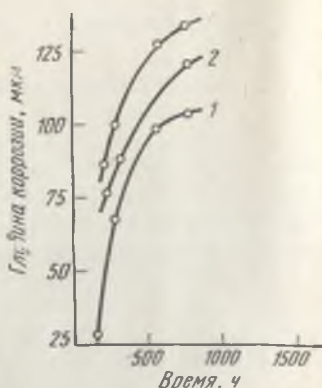


Рис. 3. Зависимость глубины коррозии стальных образцов от времени и температуры испытания в проточной воде:

1 — 60°C; 2 — 75°C; 3 — 90°C.

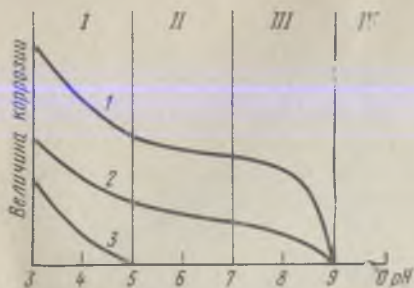


Рис. 4. Зависимость коррозии железа от pH и содержания кислорода в среде:

1 — высокое; 2 — низкое; 3 — отсутствие.
I — общее разрушение; II — коррозия;
III — местная коррозия; IV — отсутствие коррозии.

ной и растворенной в пиве углекислоты способствуют повышению коррозионного воздействия среды на металлы. Однако по сравнению с кислородом равные количества углекислоты вызывают коррозию только на $1/10$ — $1/7$. Кислороду принадлежит главная роль в коррозионном процессе. На рис. 4 изображены изменения величины и характера коррозии железа в зависимости от содержания кислорода в среде.

Совместное действие кислорода и углекислоты ускоряет коррозию железа, причем процесс протекает одновременно с кислородной и водородной деполяризацией.

Скорость движения раствора. Скорость движения раствора, как правило, интенсифицирует коррозионный процесс. Объясняется это ускоренным подводом кислорода к поверхности металла и смывом продуктов коррозии с металлической поверхности.

При значительном увеличении скорости раствора происходит сильное разрушение металла вследствие одновременного действия коррозии и эрозии, называемого коррозионной эрозией. Такой вид разрушения характерен для варочных котлов, оборудованных лопастными мешалками, фекальных насосов, гидротранспортных систем, конденсаторов и т. п.

Конструктивные особенности оборудования. При конструировании и изготовлении аппаратуры непосредственно на пивоваренных предприятиях, а также и на машиностроительных заводах не всегда принимаются во внимание конфигурация отдельных узлов и деталей, сочетание контактируемых металлов, чистота обработки поверхностей и другие особенности оборудования, способствующие возникновению и усилению коррозии. Предупреждение возможных коррозионных разрушений сводится в основном лишь к выбору материала, стойкого к агрессивной среде. Нерациональное с точки зрения коррозии кон-

пиво после главного брожения содержит около 0,2% растворенной двуокиси углерода, а готовое пиво — около 0,3—0,5%.

Одновременно с образованием углекислого газа при брожении сусло теряет около 40% общего азота вследствие усвоения его дрожжами и уноса коагулируемыми белками.

В начальной стадии брожения дрожжи, размножаясь, частично поглощают кислород сусла.

Уменьшение содержания азота и образование свобод-

струирование приводит к преждевременному износу оборудования и коммуникаций, нарушениям технологического процесса и санитарии.

На пивоваренных заводах наиболее часто встречаются следующие характерные конструктивные погрешности, вызывающие повышенное корродирование металлов:

наличие труднодоступных щелей и зазоров, заполняемых агрессивной средой;

застойные зоны в аппаратуре, тупиковые участки продуктопроводов, не имеющие уклонов для слива остатков продукта;

грубая обработка поверхностей металла, обуславливающая скапливание грязи, пыли, плохо смываемых осадков;

применение профильных форм сопряжений вместо круглых, изготовление прямоугольных и пирамидальных емкостей вместо цилиндро-конических;

использование сочетаний разнородных металлов, стоящих далеко друг от друга в электрохимическом ряду напряжений;

соединение металлов клепкой вместо сварки (напряжения, возникающие при этом, смещают потенциал металла в отрицательную сторону);

неравномерное распределение температурных нагрузок, вызывающее сильные местные перегревы отдельных частей аппарата.

Устранение перечисленных конструктивных просчетов позволяет если не полностью предотвратить возникновение коррозии, то значительно снизить ее.

ВИДЫ КОРРОЗИИ

Коррозия металлов и сплавов в агрессивных средах происходит по электрохимической или химической реакциям. В зависимости от характера реакции возникает соответственно электрохимическая или химическая коррозия.

Электрохимическая коррозия протекает в водных растворах электролитов, влажных газах. При этом возникает электрический ток, наблюдается растворение и унос металла с одного участка и выделение его на другом участке.

При химической коррозии металлов электрический ток не возникает. Такая коррозия характерна для жидких неэлектролитов (минеральных масел, спиртов), сухих газов и паров при высоких температурах (газовая коррозия). Перенос продуктов коррозии при этом не происходит. Они отлагаются непосредственно на участках, подверженных коррозионным разрушениям.

Наряду с отмеченными видами коррозии в пивоварении металлы разрушаются также от воздействия агрессивных сред, находящихся в движении (ячмень при перемещении гидротранспортом, заторы при включенных мешалках варочных кот-

лов и т. д.). Такие разрушения называются коррозионной эрозией металлов.

В пивоварении химической коррозии подвергаются некоторые аппараты и коммуникации вспомогательных цехов (холодильно-компрессорных, углекислотных, котельных). Оборудование технологических цехов в основном подвергается электрохимической коррозии. В зависимости от характера агрессивной среды и условий протекания электрохимической коррозии в пивоваренной промышленности значительный ущерб наносят следующие виды коррозии: почвенная, солевая, контактная, микробиологическая.

Почвенная коррозия. Почвенная коррозия разрушает подземные газопроводы, водопроводы, канализационные сети, теплотрассы, мазутаохранилища, подземные сооружения, металлические резервуары, трубопроводы, железобетонные и бетонные строительные конструкции пивоваренных заводов.

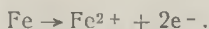
Почва (верхний слой выветренных горных пород) содержит органические вещества и минеральные соли. Грунт (слой, лежащий под почвой) не содержит органических веществ. Различают грунты высоко-, среднекоррозионные и инертные. Инертные грунты практически постоянно сухие, почти не вызывающие коррозию металлов.

На коррозионность грунтов влияют состав и концентрация содержащихся в них веществ, удельное сопротивление, степень уплотнения, влажность, аэрация, температура, наличие бактерий.

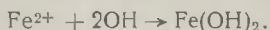
Интенсивность разрушений почвенной коррозией существенно зависит от неоднородности металла, его механических напряжений, геометрических размеров резервуаров и металлоконструкций, их температуры. Так, при наличии на стали окарины разность потенциалов между окариной и основным металлом достигает 0,45 В. При неравномерном распределении механических напряжений участки более напряженного металла становятся анодами и корродируют сильнее. Резервуар больших размеров затрудняет доступ воздуха в грунт, расположенный под ним, и способствует повышению анаэробной коррозии (вследствие усиления жизнедеятельности анаэробных бактерий). Повышение температуры подземных металлических сооружений изменяет температуру грунта и создает условия, способствующие разрушению металла или его защитных покрытий.

Таким образом, почвенная коррозия зависит как от коррозионных свойств грунтов, так и от состояния металла подземных конструкций и сооружений. Почвенная коррозия чревата не столько потерей металла, сколько сквозным, язвенным характером ржавления, что приводит к порче и выходу из строя трубопроводов, резервуаров, металлоконструкций [12].

Солевая коррозия. В холодильных установках пивоваренных заводов в качестве хладоносителя, как правило, применяются растворы солей хлорида натрия или хлорида кальция. Эти растворы подвергают солевой коррозии рассольные трубопроводы, насосы, батареи охлаждения, испарители, запорную арматуру. Внутренняя поверхность установок покрывается неравномерным слоем магнетита, осадков труднорастворимых солей Ca, Mg и др. Усилению коррозии способствует и высокая подвижность ионов хлора, проникающих в металл. Поверхность металла в рассоле оказывается химически неоднородной. Часть металлической поверхности покрывается плотным слоем окислов и становится катодом. Другая часть, имеющая поры и трещины в этом слое, служит анодом. На анодных участках железо переходит в раствор



Ионы железа соединяются с ионами воды и образуют на поверхности металла гидрат закиси железа



Под действием кислорода, содержащегося в рассоле, гидрат закиси переходит в гидроокись железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — ржавчину. Скорость солевой коррозии снижается с уменьшением кислотности рассола и содержания кислорода в нем. В замкнутой рассольной системе доступ кислорода к металлу затруднен и скорость коррозии соответственно ниже, чем в открытых рассольных системах.

В процессе эксплуатации коррозионные отложения на внутренней поверхности установок растут, следовательно, уменьшается проходное сечение рассольных трубопроводов, затрудняется циркуляция рассола, ухудшается теплопроводность металла, снижается эффективность работы холодильных установок.

Уменьшить коррозию рассольных систем можно добавлением в рассол ингибиторов: двуххромовокислого калия и едкой щелочи, способствующих образованию на анодных участках металла нерастворимых продуктов коррозии, антикоррозионной пленки, которая замедляет этот процесс. Введение указанных ингибиторов снижает кислотность рассола (он становится щелочным), благодаря чему значительно уменьшается коррозия металла. Концентрацию водородных ионов (pH) следует поддерживать в пределах 7,4 — 7,6 (для открытых систем) и 8,0 — 8,4 (для закрытых) [44].

Контактная коррозия. При контакте двух металлов с различными потенциалами в присутствии влаги возникает контактная или гальваническая, коррозия. В пивоваренном производстве

контактная коррозия встречается довольно часто. Основными причинами ее возникновения являются следующие:

изготовление деталей и узлов из различных металлов;

соединение деталей болтами, винтами, заклепками, пайкой или сваркой из другого металла;

применение металла, содержащего различные легирующие добавки или имеющего неоднородную структуру.

Контактная коррозия возникает и в тех случаях, когда растворы проходят по трубопроводам, теплообменникам, охладителям из меди, а затем поступают в стальные трубопроводы, разнося растворенную медь по всей проточной системе.

Так, на Днепропетровском пивоваренном заводе вышедший из строя стальной подогреватель сусловарочного котла заменили медным змеевиком. В течение года в отстойном чане, куда поступало сусло из сусловарочного котла, полностью вышли из строя стальные змеевики охлаждения. На этом же заводе бродильные чаны были оборудованы алюминиевыми змеевиками охлаждения. «Нулевая» вода по стальным трубам поступала в алюминиевые змеевики по закольцованной системе. И хотя разность потенциалов между алюминием и сталью незначительна, из-за коррозионных разрушений алюминиевые змеевики пришлось демонтировать, трубопроводы же из малоуглеродистой стали продолжают эксплуатироваться.

Алюминий быстро разрушается в пивоваренных средах также при контакте с медью, латуной, нержавеющей сталью.

Сочетание различных низколегированных и углеродистых сталей не вызывает контактной коррозии. При взаимодействии же этих сталей с нержавеющей сталью контактная коррозия возникает. Из практики того же завода известен случай, когда новый сборник из малоуглеродистой стали оборудовали нержавеющей сталью барботерами для нагрева воды паром. Через 1,5—2 мес в местах контакта нержавеющей стали барботеров с паропроводами из малоуглеродистой стали образовались сквозные язвы. Многочисленные заварки язв не дали положительного результата. Очевидно, контактная коррозия в данном случае интенсифицировалась повышенной температурой и наличием кислорода. Бронзовые детали нельзя применять в контакте с другими деталями из цветных металлов (алюминия и др.), так как большая разность потенциалов приводит к значительным коррозионным разрушениям. По этим же соображениям не рекомендуется пайка бронзы оловом или третником. Нежелателен также контакт бронзы с углеродистой сталью.

В электрохимическом ряду активности металлы, используемые в пивоваренной отрасли, расположены в следующем порядке. Al, Zn, Cr, Fe, Ni, Cu. Сочетание металлов, стоящих рядом, допустимо с точки зрения контактной коррозии. Чем дальше расположены металлы друг от друга, тем опаснее их контакт. В случаях, когда замена одного из разнородных металлов невозможна, необходимо принять меры по предотвращению контактной коррозии. Для этого устанавливают прокладки из изоляционного материала между двумя различными металлами.

В качестве прокладок используют пластмассы, резину, кожу, алюминиевую фольгу с оксидированной поверхностью. Соединительные болты и гайки также разделяют прокладками и шайбами (рис. 5). Для деталей, имеющих незначительные механические нагрузки, применяют полимерные покрытия поверхностей обоих металлов.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ

Посторонние микроорганизмы, присутствующие в пиве, не только ухудшают качество пива, но и создают условия для развития микробиологической коррозии. Микробиологическая коррозия разрушает полимерные покрытия аппаратов, прокладочную резину, поражает металл, бетон, древесину.

Микроорганизмы разрушают многие синтетические материалы, используя в качестве источника питания пластификаторы, наполнители, входящие в состав полимера. Кроме того, микроорганизмы при нормальном развитии выделяют продукты обмена, в состав которых входят различные органические кислоты, которые усиливают коррозию материалов. Биологически активная среда проникает вглубь полимера, повышает его склонность к набуханию, снижает межмолекулярные взаимодействия, увеличивает подвижность макромолекул, т. е. ухудшает физико-химические свойства полимера [31].

Металлические резервуары, металлоконструкции, соприкасающиеся с грунтами, подземные трубопроводы подвергаются микробиологической коррозии. Присутствие незначительного количества сульфатов (гипс и др.), особенно в неаэрируемых грунтах, активизирует жизнедеятельность анаэробных сульфатредуцирующих микроорганизмов. Микроорганизмы служат акцепторами водорода и в процессе обмена веществ действуют как деполяризаторы [42].

Развиваются сульфатредуцирующие бактерии и в аэрируемых водах и в растворах под отложениями, защищенными от воздуха, например в градирнях пивоваренных заводов.

Особую опасность представляет микробиологическая коррозия для древесины. Повышенная влажность и переменные температурные режимы пивоваренного производства способствуют поражению древесины грибом. Гриб интенсивно разрушает древесину и при благоприятных условиях (температура 20°C и выше, влажность 35% и выше, отсутствие вентиляции) может вывести ее из строя за 8—12 мес.

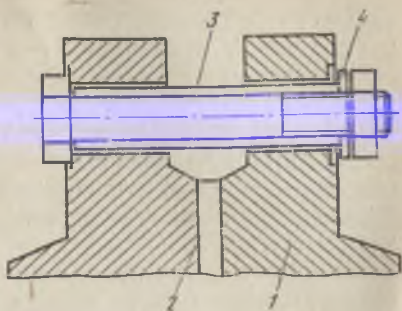


Рис. 5. Использование электроизолирующих прокладок при соединении деталей из разнородных металлов:

1 — соединяемые детали из разнородных металлов; 2 — изолирующая прокладка; 3 — изолирующая втулка; 4 — изолирующая шайба.

Научно-исследовательской строительной лабораторией Днепропетровского инженерно-строительного института проведено обследование деревянных конструкций Днепропетровского и Никопольского пивоваренных заводов. Старые деревянные конструкции солодовенных, бродильно-лагерных, тарных цехов, экспедиций готовой продукции почти повсеместно были поражены грибом, находились в аварийном состоянии, подлежали срочной замене и уничтожению во избежание распространения дереворазрушающего гриба на новые конструкции из древесины.

Борьба с вредными микроорганизмами в пивоваренном производстве должна проводиться повседневно как для соблюдения санитарно-технологических требований, так и для повышения эксплуатационной долговечности конструкционных материалов.

КОРРОЗИЯ БЕТОНА

Бетонные и железобетонные конструкции пивоваренных заводов подвергаются интенсивному коррозионному воздействию: химическому, биологическому и физико-химическому.

Химическая коррозия возникает при действии органических кислот сусла и пива на составные части цементного камня бетона и железобетона.

Биологическая коррозия является следствием жизнедеятельности микроорганизмов на поверхностях строительных конструкций, смоченных пищевыми средами.

Физико-химическая коррозия вызывает разрушение строительных конструкций, например, при их теплообмене с окружающей средой, при расклинивающем действии водных пленок при замерзании.

Для изучения коррозионного воздействия пивных сред на бетон и железобетон Днепропетровский инженерно-строительный институт обследовал ряд пивоваренных заводов Украины [52]. Обследование показало, что строительство пивоваренных предприятий ведется на основе общих технических условий без учета агрессивности пищевых сред. Органические кислоты сусла и пива вызывают коррозию цементного камня. Под действием уксусной кислоты коррозия происходит в несколько стадий с образованием конечного продукта — геля кремниевой кислоты, ацетата кальция $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ и геля гидроокиси алюминия. В ходе реакции молочная кислота образует лактат молочнокислого кальция $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2$, лимонная — трехкальциевый цитрат $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$, янтарная — сукцинат кальция $\text{Ca}(\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_4)_2$ и т. п. Соли этих кислот при кристаллизации увеличиваются в объеме и разрушают цементный камень. Сахар, углекислота, спирт, глицерин, входящие в состав пива, образуют при взаимодействии с гидроокисью кальция цементного камня легкораствори-

мые сахарат, бикарбонаты, алкоголят и глицерат кальция, которые также способствуют разрушению конструкций.

Под действием компонентов сусла и пива снижается щелочность в жидкой фазе цементного камня, растворяется известь и наступает гидrolитический распад гидросиликатов и гидроалюминатов кальция. Значительным коррозионным воздействиям подвергаются полы технологических цехов. В цехе розлива днепрпетровского пиво-безалкогольного комбината «Днепр» полы из кислотостойкой керамической плитки марки КС, уложенной на цементно-песчаном растворе по цементно-песчаной стяжке, разрушились после 12 мес эксплуатации. Разрушенные полы пропускали агрессивные жидкости и способствовали коррозии железобетонных перекрытий, примыкающих участков стен, колонн и фундаментов. На Павлоградском пивоваренном заводе через 4 года после реконструкции полнотоchno разрушилось потолочное перекрытие варочного цеха из-за отсутствия гидроизоляции полов бойлерного отделения. Во избежание разрушений бетон и железобетон следует подвергать специальной антикоррозионной защите.

КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Металлы поступают в пиво из трех источников: сырья (ячменя, солода, хмеля, ферментных препаратов и др.), питьевой воды и корродирующих металлических поверхностей оборудования и коммуникаций. Последний источник больше других обогащает сусло и пиво металлами [2].

В табл. 1 приведены данные коррозионных потерь металлов в сусле и пиве, полученные А. В. Авдеевой [1].

Таблица 1

Металлы	Температура, °C	Потери, г/(м ² ·ч)	
		сусло	пиво
Алюминий АД1	от 5 до 25	0,006	0,001
Сталь 1X18H9T	» 5 » 100	0	0
Сталь X17T	» 5 » 100	0,001	0,001—0,002
Медь	» 5 » 100	0—0,001	0,003—0,007
Чугун серый	» 5 » 20	0 010—0,020	0,06
Сталь Ст. 3 и Ст. 0	» 5 » 20	0,030—0,070	0,046—0,060
Олово	» 5 » 20	0,001—0,002	0,003—0,010

Анализ данных табл. 1 показывает нецелесообразность использования серого чугуна и стали марок Ст. 3 и Ст. 0 в пивоваренных средах без защитных покрытий. Остальные испытываемые металлы устойчивы в сусле и пиве.

Во Всесоюзном заочном институте пищевой промышленности (ВЗИПП) исследовали коррозионную стойкость металлов в процессе производства пива (от замочки ячменя до готового пива). Наиболее коррозионноактивным оказалось пивное сусло при брожении вследствие низкого рН среды, интенсивного перемешивания и образования свободной и растворенной в продукте углекислоты. Наименьшую агрессивность проявила среда, в которой замачивался ячмень (5 г KMnO_4 на 1 гл воды). Из исследуемых сортов пива (Жигулевское, Московское, Мартовское) наиболее агрессивным к металлам оказалось Мартовское пиво.

Испытываемые стали Х23Н16Г6 (азотированная), Х17Н5М3 (легированная молибденом) и ОХ17Т (легированная титаном) устойчивы в пивоваренных средах. Легирующие добавки молибден и титан, особенно в сочетании с азотом, повышают коррозионную стойкость сталей, способствуют образованию пассивной пленки на поверхности металла. Сталь 1Х13 и алюминий АД1 оказались малостойкими к пивоваренным средам. Алюминий достаточно стоек в пиве, но не устойчив в пивном сусле. Быстро разрушается алюминий при эрозионном воздействии агрессивной среды. Распространенная в пивоварении сталь Ст. 3 наименее устойчива в сусле и пиве [4].

КОРРОЗИЯ ПОЛИМЕРОВ

Коррозия полимеров в отличие от коррозии металлов обусловлена не электрохимическими, а химическими, физико-химическими и биологическими процессами. Причем, если коррозия металлов протекает в основном на границе раздела фаз металл—среда, то коррозия полимеров происходит не только на поверхности, но и в глубинных слоях вследствие диффузии агрессивной среды. Скорость диффузии, а, следовательно, и скорость коррозии полимеров зависит от проницаемости материала, коэффициента диффузии, концентрации и температуры агрессивной среды. С повышением температуры среды растет скорость термоокислительной деструкции (разложения) полимеров. При этом пластмассы и резины теряют эластичность, прочность, становятся твердыми, хрупкими, склонными к набуханию.

Продолжительные эрозионные и коррозионные воздействия на полимерные покрытия вызывают механическую деструкцию полимеров.

Пластмассы и резины подвержены также биологической коррозии.

Коррозия полимеров не только ведет к разрушению защитных покрытий, но и создает условия для перехода продуктов разложения полимеров в сусло и пиво, что недопустимо.

Устойчивость полимеров в пиве и устойчивость покрытий на основе этих полимеров существенно различаются. Коррозия, возникающая под покрытием, резко снижает его долговечность.

Скорость коррозии под покрытием (как и скорость коррозии самого полимера) зависит от проницаемости среды через покрытие, от адгезии покрытия к металлу, от состояния поверхности металла, в частности от наличия микронеровностей и пор, способствующих конденсации влаги. Коррозия возникает на тех участках, где металл не имеет хорошего сцепления с покрытием, и развивается вследствие усиленного проникновения агрессивной среды и действия гальванических пар.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ОТ КОРРОЗИИ

В пивоваренной промышленности наибольшее применение нашли следующие методы защиты от коррозии: ингибирование агрессивной среды, применение защитных покрытий и коррозионностойких материалов.

Ингибирование агрессивной среды. Одним из современных методов защиты от коррозии является обработка агрессивной среды ингибиторами (замедлителями) коррозии [40]. В пивоваренной промышленности ингибиторы применяют в основном для обработки непищевых сред. Однако известны случаи ввода ингибиторов и в пищевые среды. Так, в США пентановую кислоту в концентрациях 0,0001 — 1% используют для защиты железной тары, в которой хранят пищевые продукты, например имбирное пиво, уксус. Агринин уксуснокислый в концентрациях 1% применяют для предотвращения коррозии стальных контейнеров с пищевыми продуктами [3].

Представляет интерес опыт Московского винкомбината. В растворы, подаваемые в бутылкомоечные машины, сначала добавляли соляную кислоту 20 г/л и ингибитор—уротропин 2 г/л. Возникающая при этом коррозия поражала стальные конструкции, соприкасающиеся с моющими растворами, а пары кислоты разрушали верхние металлоконструкции и воздуховоды вытяжной вентиляции. Затем для снижения коррозионного воздействия заменили соляную кислоту на серную той же нормальности (0,5 н.). В качестве ингибиторов применяли отходы пищевой промышленности, в частности пивные дрожжи и пивную дробилку, обработанные серной кислотой. Для усиления ингибирующего действия вводили хлорид натрия 10 г/л. Коррозия металлоконструкций бутылкомоечных машин снизилась в 2,5 раза. Замедлялась также коррозия деталей из нержавеющей стали и бронзы. Наиболее эффективной из всех испытанных ингибиторов оказалась пивная дробина. Она не только снизила коррозию, но и улучшила качество мойки бутылок. Возврат плохо вымытых бутылок снизился в 5—8 раз.

На пивоваренных заводах для дезинфекции широко применяют хлорную известь и антиформин, которые вызывают значительную коррозию аппаратов. Отечественной промышленностью в настоящее время освоено производство четвертичных ammo-

нийных соединений — катапина, катионата-10 и других нейтральных дезинфекторов, замедляющих коррозию. В смеси с тринатрийфосфатом для усиления бактерицидного действия их можно применять в небольших концентрациях при более низких температурах.

На пивоваренных предприятиях алюминиевые бродильно-лагерные емкости, как правило, обрабатывают кислым эльмодом (смесь слабого раствора азотной кислоты с нитратом калия) или 3%-ным раствором азотной кислоты. Если же для дезинфекции аппаратуры используется щелочь, то для предохранения металла от разрушения применяется ингибитор — жидкое стекло (около 40% к количеству щелочи).

Важное значение имеют ингибиторы для обработки агрессивных сред холодильно-компрессорного и теплосилового оборудования пивоваренных заводов. Так, достаточно добавить в техническую воду 0,1% двуххромовокислого калия, чтобы снизить скорость коррозии углеродистой стали и алюминия.

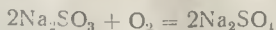
На многих пивоваренных заводах применяют кислотную очистку трубок водонагревателей, конденсаторов холодильных установок от накипи и отложений. Раствором ингибированной соляной кислоты очищают от накипи и паровые котлы. Раствор для очистки можно приготовить из обычной технической соляной кислоты, добавляя в него ингибиторы в количествах, указанных в табл. 2 [22].

Таблица 2

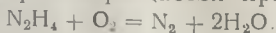
Температура очистки, °C	Количество ингибитора, кг/м³	
	уникол, уротропин, формалин	столярный клей, фурфурол
20—30	0,5	1
40—50	1	2
60—70	1	4

Заканчивают очистку котла тщательной промывкой водой.

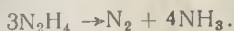
Кислород, растворенный в воде, сильно способствует коррозии металла паровых котлов и вспомогательного котельного оборудования. Существует много способов обескислороживания питательной воды: термическая деаэрация, пропуск через сталестружечные фильтры, сульфитирование, связывание кислорода гидразином, продувание воды инертным газом. Для сульфитирования в воду добавляют сульфат натрия, который реагирует с кислородом:



Однако в этом случае в паре могут появиться соединения серы. Это явление предотвращается при связывании кислорода гидразином:



Избыточный гидразин распадается на азот и аммиак



Образующийся аммиак повышает рН среды и подавляет коррозию. На этом свойстве аммиака основан способ «мокрого хранения» котлов, теплообменных аппаратов, конденсаторов, рассолных систем.

Наибольшее распространение на пивоваренных заводах, как на серийно выпускаемых деаэрационных установках, так и на установках собственного изготовления, получила термическая деаэрация. Во время длительных остановок цехов на ремонт оборудование или систему промывают и заполняют горячим конденсатом с добавлением гидразина в дозе 200 мг/л. После охлаждения конденсата до нормальной температуры полости герметизируют.

При временной консервации оборудования коррозию можно предотвратить путем помещения в аппараты водопоглотителей, заполняя их азотом или другими летучими ингибиторами.

Применение защитных покрытий. Для пивоваренной отрасли это основной вид защиты аппаратуры и строительных конструкций от коррозии. Защитные покрытия подразделяются на металлические (металлизационные, горячие, диффузионные, плакированные), неорганические (фосфатные, окисные, хроматные и др.) и органические (лакокрасочные, смазки).

Первые два вида покрытий находят ограниченное применение из-за сложности их выполнения в условиях действующего пивоваренного завода.

Лакокрасочные покрытия выгодно отличаются от металлических и неорганических покрытий невысокой стоимостью, несложной технологией нанесения, они обеспечивают надежную защиту конструкционных материалов от коррозии. Защита от коррозии покрытиями подробно рассмотрена в последующих главах.

Применение коррозионностойких материалов. Одним из эффективных способов защиты от коррозии в пивоварении является применение коррозионностойких материалов.

С каждым годом увеличиваются объемы использования пластмасс для замены деталей из металлов или защиты металлов от разрушающего воздействия агрессивных сред. В цехах розлива пива и безалкогольных напитков успешно эксплуатируются на бутылочных транспортерах опорные ролики из капрона и прокладочные полосы из полимерного материала П-12Э, в бутылкомоечных машинах капроновые сопла шприцевальных рамок, в разливающих автоматах аминопластовые поплавки. За рубежом кассеты для бутылкомоечных машин изготавливают из нейлона и дайнала. Нержавеющие пластины рамных фильтров заменяют полипропиленовыми. Американская фирма «A. W. Chesterton Co» выпускает консистентную смазку для

технологического оборудования линий розлива напитков. Смазка содержит равномерно распределенные микроскопические частицы тефлона и надежно защищает металл оборудования от коррозии [54].

Широко распространен на пивоваренных заводах полиметилметакрилат (оргстекло). Из него монтируют стаканы, смотровые люки, сосуды, бункеры, предназначенные для работы в агрессивных пищевых средах.

Наиболее значительным коррозионным разрушениям подвергаются пивопроводы, рассолопроводы и др. Замена их на нержавеющие очень дорога. Часто вместо металлических трубопроводов ставят химически стойкие стеклопроводы, но и они при вибрации, ударах и значительных перепадах температур быстро выходят из строя.

На некоторых заводах в чанах для замочки ячменя стальные кольцевые барботеры заменяют полиэтиленовыми. Такие барботеры технологичны (загибаются по окружности замочного чана вручную), гигиеничны (легко моются и не требуют окраски) и, главное, долговечны, коррозионноустойчивы.

Трубы из поливинилхлорида, фторопластов, винипласта, стеклопластиков перспективны для пивоваренной промышленности, так как они химически стойки, выдерживают значительные ударные нагрузки и перепады температур.

Представляет интерес способ сварки труб из полиэтилена высокого давления, применяемый в США. При монтаже пластмассовых труб диаметром 100 — 600 мм торцы труб выравнивают, между ними вставляют пластину-нагреватель. Трубы прижимают к пластине. После нагрева и размягчения торцов труб пластину удаляют, трубы сжимают и выдерживают до остывания. Прочность получаемых сварных швов не отличается от прочности самих труб.

Применением коррозионностойких полимерных материалов можно непосредственно в условиях завода значительно повысить долговечность вновь монтируемых стальных труб. Для этого к их концам приваривают фланцы. Металлическими ершами или химическим способом (18%-ным раствором соляной кислоты) внутреннюю поверхность трубы очищают от ржавчины и обезжиривают. С одной стороны трубы ставят заглушку и заливают на 0,25 объема трубы защитный состав (сначала грунтовочный, затем после сушки покровный). Затем ставят вторую заглушку и укладывают трубу на вращающиеся ролики, имеющие строго горизонтальную ось. Таким образом, на внутреннюю поверхность трубы наносят 2—3 слоя химически стойких покрытий.

Для предупреждения коррозии внутренних поверхностей как новых, так и бывших в употреблении труб целесообразно использовать полимерные составы, внедренные на днепропетровском пиво-безалкогольном комбинате «Днепр» для защиты за-

мочных чанов. Аналогично описанному выше способу трубы с фланцами сначала промывают струей воды, подаваемой под напором. Бывшие в употреблении трубы очищают от пластовой коррозии и отложений. Затем снова промывают водой, закрыв заглушкой один конец трубы и наполнив ее преобразователем ржавчины ВА-01ГИСИ. После 12-часовой сушки способом залива и вращения наносят 2—3 слоя эпоксидной эмали холодного отверждения ЭП-793 «ОНУ». Первый и второй слои эмали сушат при 18—22°C по 48 ч, последний слой выдерживают 7—10 сут.

Коррозионностойкие материалы применяют и для защиты наружных поверхностей оборудования и строительных конструкций пивоваренных заводов. Надежность защитных покрытий во многом зависит от правильного, научно обоснованного выбора системы покрытия для конкретных условий эксплуатации.

Для облицовки наружных поверхностей на пивоваренных заводах используют химически стойкие каменные, шлакоситалловые, керамические, стеклянные, полистирольные и фенолитовые плитки.

Металлические ящики, используемые для укладки бутылок с продукцией, при коррозии теряют свою механическую прочность и значительно ухудшают внешнее оформление пиво-безалкогольной продукции. Поэтому на пивоваренных заводах страны и за рубежом металлические ящики заменяют пластмассовыми из полиэтилена высокой плотности, сополимеров полипропилена, ударпрочного полистирола. За рубежом применяют также пластмассовые поддоны для транспортировки ящиков с продукцией.

На пивоваренных заводах практикуется модернизация насосов и другого оборудования с заменой деталей из малоуглеродистых сталей, соприкасающихся с технологическими средами, деталями из нержавеющей сталей, кислотоупорного чугуна, антикоррозионных сплавов, неметаллических материалов, что в 2—3 раза увеличивает срок их эксплуатации.

Для разделительных перегородок, крышек баков под рассол, каустическую соду успешно используется дерево твердых пород.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Долговечность строительных конструкций зданий и сооружений пивоваренных предприятий зависит от качества их защиты от агрессивных сред и правильной эксплуатации. Поэтому для продления срока службы строительных конструкций прежде всего не следует допускать попадания на них агрессивных сред, предохранять их от ударов, механических повреждений и перегрузки тяжелыми предметами.

В производственных помещениях должны находиться наго-

твое средства для немедленной ликвидации аварийных проливов агрессивных жидкостей. Несущие конструкции, особенно в первые годы эксплуатации, периодически подвергают инструментальной проверке. При осмотре железобетонных конструкций обращают внимание на появление трещин, мест оголений арматуры, высолов, разрыхление поверхностного слоя. В случае обнаружения трещин в железобетонных плитах покрытий и перекрытий на трещинах устанавливают маяки и ведут наблюдение за ними.

Пробивка отверстий в кровле, стенах, устройство новых проемов без соответствующего оформления и согласования с службой технической эксплуатации сооружений не допускаются.

Характерным нарушением правил эксплуатации зданий пивоваренных заводов является выброс отработанных вод и паров непосредственно у стен сооружений.

Важное значение для повышения долговечности конструкций имеет правильный режим отопления и вентиляции производственных помещений, при котором исключается избыток водяных паров и влажного воздуха. В холодное время года недопустимо промерзание стен.

Для предупреждения коррозионного разрушения полов в технологических цехах пивоваренных предприятий необходимо устраивать надежную гидроизоляцию полов и перекрытий: бутылкомоечные машины, разливные автоматы и другое технологическое оборудование обносить защитными бортиками, ограничивающими распространение агрессивных жидкостей по поверхности пола;

проемы в междуэтажных перекрытиях также оборудовать защитными бортиками;

полы и сливные каналы устраивать с соответствующими уклонами к трапам;

защищать полы в местах проезда внутрицехового транспорта, разгрузки и складирования сырья и материалов, а также при ремонте и смене оборудования;

своевременно ремонтировать разрушенные участки пола, так как агрессивная среда проникает через места разрушений и вспучивает верхнее покрытие пола.

Каналы и приямки запрещается чистить железными лопатами, ломом и другими тяжелыми инструментами, так как это приводит к преждевременному их износу. Рекомендуется чистить их деревянными скребками.

Центральной научно-исследовательской лабораторией Главмосoblстроа предложен эффективный способ защиты строительных конструкций от разрушительного действия сахаров. Технология пропитки строительных конструкций такова: после достижения 50—70% прочности бетонную поверхность заливают 0,045—0,055%-ным раствором глюкозы при температуре 14—28°C и выдерживают 8—10 ч. Глюкоза, проникая в поры не-

затвердевшего бетона, вступает в химическую реакцию со свободной известью цемента и образует соединения, стойкие к агрессивному действию сред, содержащих сахара [21].

БОРЬБА С СЫРОСТЬЮ И ГНИЕНИЕМ

Сырость и гниение ухудшают санитарно-гигиенические условия эксплуатации, причиняют значительный вред здоровью рабочих и ускоряют разрушение строительных конструкций, зданий и сооружений.

Борьба с сыростью имеет большое экономическое значение, так как с повышением влажности резко увеличивается теплопроводность и к расходам на ремонт добавляются затраты на дополнительное отопление цехов розлива, тарных цехов, других вспомогательных помещений, а также на дополнительное охлаждение солодовенных, бродинно-лагерных цехов, экспедиций готовой продукции.

На пивоваренных заводах наиболее часто встречаются построечный, гидрогеологический и конденсационный виды сырости.

Построечную сырость помещений, вводимых в эксплуатацию, следует устранять с помощью усиленной и сквозной вентиляции.

Защитой от гидрогеологической сырости служит горизонтальная и вертикальная гидроизоляция зданий. Она выполняется при строительстве. Однако в процессе эксплуатации гидроизоляция теряет свои защитные свойства. Поэтому важно своевременно произвести частичную замену гидроизоляции, ремонт отмосток зданий, сооружений и водостоков.

Эффективными мерами по устранению конденсационной сырости являются усиленное вентилирование и отопление помещений, дополнительное утепление стен двойной сухой штукатуркой.

Особенно разрушительно действует сырость на деревянные конструкции. Для повышения долговечности деревянных конструкций необходимо:

своевременно устранять причины, вызывающие увлажнение конструкций (протекание кровли, збилье воды на полах при их мойке, неисправность паро-, водо- и продуктопроводов, несвоевременная очистка трапов ливнеотстоков и крыш от снега);

периодически производить обследование деревянных конструкций. Древесину, поврежденную грибами, удалять и уничтожать. Новые деревянные конструкции готовить из сухой, хорошо антисептированной древесины. Антисептирование древесины производить вне производственных зданий: 3%-ным водным раствором фтористого натрия. Дезинфекцию подверженных гниению деревянных элементов производить водным 5—10%-ным раствором железного купороса или 5%-ным раствором CuSO_4 ;

обеспечить помещения, имеющие деревянные конструкции, активной вентиляцией, для чего постоянно производить осмотр и ремонт вентиляторов, воздуховодов, решеток, щелевых плинтусов, зонтов, вытяжек.

КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОРРОЗИИ

При контроле за коррозионным состоянием технологического оборудования в производственной практике используются качественные и количественные методы оценки коррозии. Данные этих методов нужны для внесения в паспорта аппаратов, для заполнения коррозионных карт оборудования, работающего в условиях агрессивного воздействия сред, для составления графика проведения профилактических антикоррозионных работ.

К качественным методам относятся:

визуальный осмотр образца или участка поверхности аппарата после воздействия на него агрессивной среды в течение какого-то промежутка времени. При визуальном осмотре определяют характер и вид коррозии, глубину коррозионного очага, его форму и направление;

проверка изменений, происходящих в среде: окраска раствора, наличие продуктов коррозии, выпадение осадков и посторонний привкус в пиве;

микроскопическое исследование образцов после пребывания в агрессивной среде. Его проводят для изучения внутренних изменений материала, особенно когда предполагается межкристаллитная коррозия или коррозионная эрозия металла;

периодическое фотографирование корродирующего образца или участка металла, позволяющее оценить кинетику коррозионного процесса;

исследование с помощью индикатора. Для испытания образцов из черных металлов их поверхность смачивают раствором феррооксил-индикатора (1 л воды, 1 г $K_3Fe(CN)_6 \cdot 2H_2O$, 10 г агар-агара, несколько капель фенолфталейна, 10 г NaCl). На анодных участках металла появляется голубое окрашивание вследствие образования $Fe_3[Fe(CN)_6]$; на катодных участках — розовое окрашивание в связи с наличием в индикаторе фенолфталейна. Для алюминиевых образцов индикатором служит раствор ализарина.

К количественным методам оценки коррозии, получившим распространение в производственной практике, относятся:

1. Метод измерения скорости коррозии металлов, основанный на определении изменения массы образца после пребывания в агрессивной среде. Глубинный показатель коррозии P (в мм/год) рассчитывается по следующей формуле:

$$П = K/\rho \cdot 8760 \cdot 10/1000 = K/\rho \cdot 8,76,$$

где K — массовый показатель скорости коррозии, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

$$K = \frac{\text{Потеря или прибыль металла (в кг)} \times 10000}{\text{Число часов испытания} \times \text{площадь образца (в см}^2\text{)}}$$

ρ — плотность материала, $\text{кг}/\text{см}^3$;
8760 — число часов в году.

Количественную оценку степени коррозионных разрушений металлов и сплавов производят по десятибалльной шкале (табл. 3).

Таблица 3

Группа стойкости	Глубинный показатель коррозии, мм/год	Потеря массы, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$		
		Черные металлы	Медь и медные сплавы	Алюминий и алюминиевые сплавы
Совершенно стойкие	$<0,001$	$<0,0009$	$<0,001$	$<0,0003$
Весьма стойкие	$0,001-0,005$	$0,0009-0,0045$	$0,001-0,0051$	$0,0003-0,001$
	$0,005-0,01$	$0,0045-0,009$	$0,0051-0,01$	$0,0015-0,005$
Стойкие	$0,01-0,05$	$0,009-0,045$	$0,01-0,051$	$0,003-0,015$
	$0,05-0,1$	$0,045-0,09$	$0,051-0,1$	$0,015-0,031$
Пониженно стойкие	$0,1-0,5$	$0,09-0,45$	$0,1-0,51$	$0,031-0,154$
	$0,5-1,0$	$0,45-0,9$	$0,51-1,02$	$0,154-0,31$
Малостойкие	$1,0-5,0$	$0,9-4,5$	$1,02-5,1$	$0,31-1,54$
	$5,0-10,0$	$4,5-9,1$	$5,1-10,2$	$1,54-3,1$
Нестойкие	>10	$>9,1$	$>10,2$	$>3,1$

В таблице приведена зависимость между потерей металла при коррозии и глубинным показателем коррозии для наиболее распространенных в пиво-безалкогольной отрасли металлов и сплавов.

2. Объемный метод основан на оценке коррозионных процессов по количеству выделившегося водорода, которое пропорционально количеству растворенного металла.

3. Оценку коррозии по изменению механических свойств металла после воздействия агрессивной среды производят с помощью статического растяжения металла, что характеризуется уменьшением предела прочности и относительного удлинения образца.

обеспечить помещения, имеющие деревянные конструкции, активной вентиляцией, для чего постоянно производить осмотр и ремонт вентиляторов, воздуховодов, решеток, щелевых плинтусов, зонтов, вытяжек.

КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОРРОЗИИ

При контроле за коррозионным состоянием технологического оборудования в производственной практике используются качественные и количественные методы оценки коррозии. Данные этих методов нужны для внесения в паспорта аппаратов, для заполнения коррозионных карт оборудования, работающего в условиях агрессивного воздействия сред, для составления графика проведения профилактических антикоррозионных работ.

К качественным методам относятся:

визуальный осмотр образца или участка поверхности аппарата после воздействия на него агрессивной среды в течение какого-то промежутка времени. При визуальном осмотре определяют характер и вид коррозии, глубину коррозионного очага, его форму и направление;

проверка изменений, происходящих в среде: окраска раствора, наличие продуктов коррозии, выпадение осадков и посторонний привкус в пиве;

микроскопическое исследование образцов после пребывания в агрессивной среде. Его проводят для изучения внутренних изменений материала, особенно когда предполагается межкристаллитная коррозия или коррозионная эрозия металла;

периодическое фотографирование корродирующего образца или участка металла, позволяющее оценить кинетику коррозионного процесса;

исследование с помощью индикатора. Для испытания образцов из черных металлов их поверхность смачивают раствором ферроксил-индикатора (1 л воды, 1 г $K_3Fe(CN)_6 \cdot 2H_2O$, 10 г агар-агара, несколько капель фенолфталеина, 10 г NaCl). На анодных участках металла появляется голубое окрашивание вследствие образования $Fe_3[Fe(CN)_6]$; на катодных участках — розовое окрашивание в связи с наличием в индикаторе фенолфталеина. Для алюминиевых образцов индикатором служит раствор ализарина.

К количественным методам оценки коррозии, получившим распространение в производственной практике, относятся:

1. Метод измерения скорости коррозии металлов, основанный на определении изменения массы образца после пребывания в агрессивной среде. Глубинный показатель коррозии P (в мм/год) рассчитывается по следующей формуле:

$$П = K / \rho \cdot 8760 \cdot 10 / 1000 = K / \rho \cdot 8,76,$$

где K — массовый показатель скорости коррозии, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

$$K = \frac{\text{Потеря или прибыль металла (в кг)} \times 10000}{\text{Число часов испытания} \times \text{площадь образца (в см}^2\text{)}}$$

ρ — плотность материала, $\text{кг}/\text{см}^3$;
8760 — число часов в году.

Количественную оценку степени коррозионных разрывов металлов и сплавов производят по десятибалльной (табл. 3).

Т а б л

Группа стойкости	Глубинный показатель коррозии, мм/год	Потеря массы, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$		
		Черные металлы	Медь и медные сплавы	Алюминий и алюминиевые сплавы
Совершенно стойкие	$<0,001$	$<0,0009$	$<0,001$	$<0,0003$
Весьма стойкие	$0,001-0,005$ $0,005-0,01$	$0,0009-0,0045$ $0,0045-0,009$	$0,001-0,0051$ $0,0051-0,01$	$0,0003-0,0015$ $0,0015-0,003$
Стойкие	$0,01-0,05$ $0,05-0,1$	$0,009-0,045$ $0,045-0,09$	$0,01-0,051$ $0,051-0,1$	$0,003-0,015$ $0,015-0,03$
Пониженно стойкие	$0,1-0,5$ $0,5-1,0$	$0,09-0,45$ $0,45-0,9$	$0,1-0,51$ $0,51-1,02$	$0,031-0,154$ $0,154-0,31$
Малостойкие	$1,0-5,0$ $5,0-10,0$	$0,9-4,5$ $4,5-9,1$	$1,02-5,1$ $5,1-10,2$	$0,31-1,54$ $1,54-3,1$
Нестойкие	>10	$>9,1$	$>10,2$	$>3,1$

В таблице приведена зависимость между потерей металла при коррозии и глубинным показателем коррозии для наиболее распространенных в пиво-безалкогольной отрасли металлов и сплавов.

2. Объемный метод основан на оценке коррозионных процессов по количеству выделившегося водорода, которое пропорционально количеству растворенного металла.

3. Оценку коррозии по изменению механических свойств металла после воздействия агрессивной среды производят с помощью статического растяжения металла, что характеризуется уменьшением предела прочности и относительного удлинения образца.

4. При электрохимических методах оценки коррозии измеряют электродные потенциалы и по поляризационным кривым анодного и катодного участков определяют зависимость потенциала электрода от плотности протекающего тока.

Коррозионную стойкость полимерных материалов определяют, пользуясь условной шкалой, приведенной в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика пластмассы	Группа химической стойкости	Усредненная величина конечного (через 42 сут) изменения массы образцов, %		
		увеличение	уменьшение	
			при отсутствии пластификатора в составе материала	при наличии пластификатора в составе материала
Термопласты	Стойкая	До 5	До 3	До 5
	Слабостойкая Нестойкая	От 5,1 до 15 >15	От 3,1 до 10 >10	От 5,1 до 10 >10
Реактопласты	Стойкая	До 5	До 5	—
	Слабостойкая Нестойкая	От 5,1 до 8 >8	От 5,1 до 8 >8	— —

Коррозионную стойкость пластмасс определяют также по изменению линейных размеров образцов, увеличению или уменьшению массы, визуально по изменению цвета материала и среды. Шкала оценки коррозии лакокрасочных покрытий приведена в приложении 2.

Коррозию железобетона и бетона контролируют с помощью «коррозионных реперов», контрольных образцов бетона, уклады-

ваемых на поверхность строительных конструкций, которые подвергаются действию агрессивных сред. По истечении некоторого времени (полгода) эти образцы вынимают, исследуют и результаты заносят в паспорт здания или сооружения.

Для контроля коррозионного воздействия среды на внутреннюю поверхность трубопроводов или аппаратов устанавливают коррозионные индикаторы (рис. 6). Контрольные пластинки индикаторов изготовляют из того же металла, что и трубопроводы или

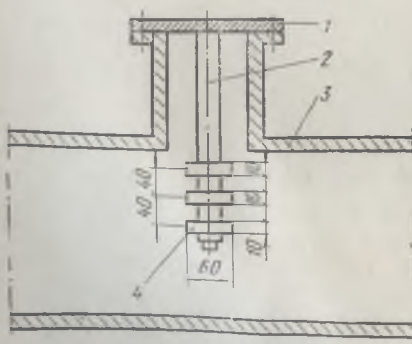


Рис. 6. Установка коррозионного индикатора:

1 — глухой фланец; 2 — стержень; 3 — трубопровод; 4 — пластинки.

аппараты. Они представляют собой диски диаметром 60 мм и толщиной 10 мм с отверстием диаметром 10 мм в центре. Поверхность пластин шлифуется. Перед установкой в аппарат пластины маркируют, промывают спиртом и взвешивают. Через определенный период (полгода, год) индикатор вынимают, пластины очищают от коррозии, промывают в спирте, взвешивают и по потере массы определяют глубинный показатель коррозии.

АНТИКОРРОЗИОННАЯ СЛУЖБА ПИВОВАРЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Практика эксплуатации технологического оборудования и производственных зданий пивоваренных заводов показывает, что назрела необходимость ввести в штатные расписания пивоваренных предприятий инженерно-технических работников, ответственных за противокоррозионную защиту оборудования, зданий и сооружений. Назначать их целесообразно из числа инженеров службы главного механика или отдела капитального строительства. На небольших предприятиях эти обязанности могут быть вменены главному механику (инженеру-механику, начальнику механических мастерских) или инженеру-строителю (мастеру ремстройгруппы).

Ответственный за противокоррозионную защиту обязан:

- отвечать за квалифицированный выбор коррозионностойкого материала или защитного покрытия, предназначенных для эксплуатации в агрессивных средах;

- контролировать правильность монтажа оборудования и коммуникаций, а также закладку и строительство производственных зданий, предупреждая ошибки, способствующие возникновению коррозии (неравноценная замена металлов, недопустимое сочетание разнородных металлов, некачественная гидроизоляция строительных конструкций и т. д.);

- проверять строгое соблюдение технологических инструкций при производстве антикоррозионных работ;

- периодически осматривать аппараты, трубопроводы, арматуру, эксплуатирующиеся в агрессивных средах или заглубленные в грунт;

- при капитальных ремонтах оборудования, коммуникаций и строительных конструкций не допускать нарушений, которые интенсифицируют коррозионные, эрозийные и кавитационные процессы;

- изучать состав и коррозионную активность пивоваренных и вспомогательных сред и разрабатывать мероприятия, предупреждающие коррозию;

- составлять заявки на лаки, краски, резины, клеи, рабочие инструменты и приборы коррозионного контроля;

- контролировать правильность хранения антикоррозионных материалов на складах, а также своевременное их использова-

ние в пределах сроков годности, определенных техническими условиями на данный материал;

оказывать помощь в подсчете экономического эффекта от внедрения антикоррозионных мероприятий;

изучать и внедрять достижения научно-технического прогресса по борьбе с коррозией [24].

Глава II. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ К ПОКРЫТИЮ

Защитные покрытия наносятся только на подготовленные поверхности металла и бетона. От выбора наиболее рационального способа очистки и качественного его выполнения зависит надежность и долговечность покрытий. При выборе способа подготовки поверхности учитывают габариты защищаемого оборудования и конструкций, их местонахождение, вид и количество очищаемого осадка или старого покрытия.

Пивоваренной промышленностью освоен ряд прогрессивных механических и химических способов подготовки аппаратов, коммуникаций, металло- и строительных конструкций к антикоррозионной защите, позволяющих значительно снизить трудоемкость и повысить качество работ.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

На пивоваренных предприятиях применяют различные способы механической очистки:

пескоструйный, гидropескоструйный, дробеструйный;
щеточный, иглофрезерный;
водоструйный, термический, ультразвуковой.

Первая группа механических способов имеет ограниченное применение в условиях действующих пищевых предприятий, так как создаст значительную запыленность.

Вторая группа отличается высокой трудоемкостью, так как осуществляется в основном вручную, в лучшем случае используется ручной пневмо- и электроинструмент.

Из механических способов для пищевых производств представляют интерес способы иглофрезерной, водоструйной, термической и ультразвуковой очистки.

Всем видам механической очистки должно предшествовать обезжиривание поверхностей металла щелочными растворами или органическими растворителями. Технология обезжиривания рассмотрена в разделе «Химическая обработка поверхностей».

Пескоструйная очистка. Применяется на пивоваренных заводах, в цехах, остановленных на капитальный ремонт, т. е. там, где не ведется технологический процесс и понижены требования к соблюдению санитарно-гигиенического режима. Песчано-воздушная струя, направленная под углом 75—80° к по-

верхности, очищает металл от окислов, окалина, ржавчины, старых покрытий и придает ему шероховатость, способствующую повышению адгезии покрытия к подложке. При пескоструйной обработке применяется сухой, однородный кварцевый песок с размером зерен 0,8—1,5 мм. Перед засыпкой в аппарат песок просеивают через сетку № 020, а затем через сетку № 07. Очищенную поверхность обдувают напорной воздушной струей для удаления пыли, после чего повторно обезжиривают.

Недостатком пескоструйной обработки является образование большого количества мелкой пыли, вредной для здоровья. С этой точки зрения целесообразно применять гидропескоструйную очистку [33].

Гидропескоструйная очистка. Позволяет устранить пылеобразование и одновременно обеспечивает высокую степень очистки металла. Абразивным материалом для гидропескоструйной очистки служит кварцевый песок с размером зерен до 70 мкм при обработке стальных поверхностей толщиной 2—3 мм и размером 70—150 мкм при толщине поверхности более 3 мм.

В рабочую головку гидропескоструйной установки отдельно подаются песок и вода. При выходе из сопла они смешиваются и под давлением выбрасываются на очищаемую поверхность.

Для предотвращения коррозии металла при гидропескоструйной очистке в воду добавляют 1—1,5% ингибитора (тринатрифосфат или кальцинированную соду) или сразу после очистки влажную поверхность сушат подогретым воздухом.

Недостатками гидропескоструйной очистки являются большой расход песка и загрязненность участков, находящихся вблизи очищаемой поверхности.

Дробеструйная очистка. Имеет ряд преимуществ перед песко- и гидропескоструйной очисткой. Дробеструйным способом можно более качественно очистить поверхность. Металлический песок имеет острые грани, обладает высокими прочностью и твердостью (стойкость его в 60 раз выше, чем у кварцевого песка), что позволяет многократно использовать его после просеивания. Достоинствами дробеструйной очистки являются также незначительное образование пыли, сокращенный расход воздуха при повышении производительности.

При дробеструйной очистке применяют металлический песок с размером частиц 0,3—0,5 мм или стальную дробь размером 0,35—1,5 мм, которые подают под давлением воздуха (4,9—5,9)·10⁵ Па. Металлический песок или стальная дробь струей воздуха под давлением через сопло дробеструйного аппарата с силой выбрасывается на очищаемую поверхность.

От размеров частиц абразивного материала зависит степень шероховатости очищаемой поверхности; с увеличением размера частиц абразива повышается шероховатость металла. Состояние обработанной поверхности зависит также от угла наклона

воздушно-абразивной струи, давления воздуха, продолжительности очистки. Оптимальный угол наклона струи при очистке 35°, время обработки 60 с.

Сопла для дробеструйных аппаратов изготавливают из стали, минералокерамических сплавов, резины в металлической обойме, пластмасс.

К недостаткам дробеструйной очистки следует отнести быстрый износ сопел и шлангов.

Щеточная очистка. В действующих технологических цехах пивоваренных заводов при небольших объемах антикоррозионной защиты широко применяют ручную и механизированную очистку металлических поверхностей.

При ручной очистке используют наждачную шкурку, скребки, шпатели, ерши, стальные щетки, пемзу.

Механизированная очистка производится шлифмашинками с гибким валом, электро- и пневмоинструментом, рабочим органом которых служат стальные щетки, шлифовальные круги, резиновые и войлочные шайбы. Механизированная очистка позволяет повысить производительность труда в 3—5 раз.

Чаще всего очистку поверхностей производят скребками и щетками. Скребки изготавливают в механических мастерских заводов приклепкой режущих пластин из инструментальной стали толщиной 1,5—2 мм к металлическим рукояткам. Для изготовления щеток используют прямую, витую или скрученную в пучки стальную проволоку диаметром 0,05—0,4 мм. Диаметр, сечение и материал проволоки существенно влияют на качество очистки металлической поверхности.

Недостатками щеточной очистки являются высокая трудоемкость работ, повышенная вибрация пневмо- и электроинструментов, сложность очистки углублений, зазоров, пазов и других конфигураций металлических поверхностей.

Иглофрезерная очистка. Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных газопроводов разработал прогрессивную технологию очистки металлических поверхностей иглофрезерованием. Этим способом очищают металл от ржавчины, окалины, удаляют раковины и вмятины.

Иглофрезы (рис. 7) имеют тысячи режущих кромок из прочной стальной проволоки. Изготавливают иглофрезы любой ширины, что позволяет очищать металлическую поверхность за минимальное число про-

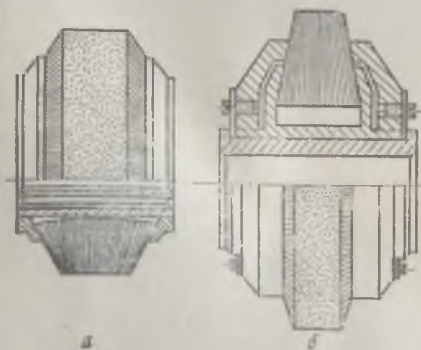


Рис. 7. Иглофрезы: а — бескорпусная; б — корпусная.

ходов. Глубина слоя, снимаемого за один проход, находится в пределах от 2—3 мкм до 3 мм. Направление вращения иглофрез в процессе работы меняется, чем достигается их самозаточка и повышается срок службы до 2000 ч.

Преимуществами иглофрезерной очистки являются высокие качество очистки и производительность, отсутствие пылеобразования.

Иглофрезы позволяют очищать поверхность сложных конфигураций из различных материалов: стали, цветных металлов, пластмасс.

Водоструйная очистка. Перспективной для пивоваренной отрасли является очистка металлических поверхностей водяной струей высокого давления, применяемая в пищевой промышленности за рубежом. Она имеет ряд существенных преимуществ перед другими механическими способами очистки:

позволяет производить безразборную очистку трубчатых теплообменников и другого оборудования любой степени загрязнения;

резко сокращает продолжительность процесса очистки и ликвидирует непроизводительный ручной труд;

устраняет повреждения металлической поверхности, возможные при очистке скребками, отбойным инструментом, абразивными кругами;

не образует пыли и шума, характерных для песко- и дробеструйной очистки.

По сравнению с химической очисткой этот способ выгоден тем, что не требует последующей отмычки и нейтрализации остатков агрессивных моющих растворов.

В Англии, США, ФРГ, Франции и Японии применяют для этой цели агрегаты на передвижных тележках с многоплунжерными насосами типа «Atumat» производительностью 32—363 л/мин и давлением 372,4—6889,4 Па с электрическим или бензиновым приводом. Распылители для водоструйных установок изготавливают из легированных сталей, карбида вольфрама и других высокопрочных материалов [6].

Внедряются установки с высоконапорной струей и в нашей стране. Так, в Туркменской ССР на Красноводской ТЭЦ проведены испытания и принята к промышленному внедрению установка для очистки от внутренних отложений трубок подогревателей струей воды давлением 1078 Па.

Казахским институтом горного дела изготовлено гидроимпульсное устройство, используемое на московском заводе «Котлоочистка» для снятия накипи с металлических поверхностей. Аналогичное устройство ВНИИ ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка приспособлено для очистки металлических деталей от смазки [20].

Высокая производительность, хорошие санитарно-технические характеристики установок, а также наличие в бродильно-

воздушно-абразивной струи, давления воздуха, продолжительности очистки. Оптимальный угол наклона струи при очистке 35° , время обработки 60 с.

Сопла для дробеструйных аппаратов изготавливают из стали, минералокерамических сплавов, резины в металлической обойме, пластмасс.

К недостаткам дробеструйной очистки следует отнести быстрый износ сопел и шлангов.

Щеточная очистка. В действующих технологических цехах пивоваренных заводов при небольших объемах антикоррозионной защиты широко применяют ручную и механизированную очистку металлических поверхностей.

При ручной очистке используют наждачную шкурку, скребки, шпатели, ерши, стальные щетки, пемзу.

Механизированная очистка производится шлифмашинками с гибким валом, электро- и пневмоинструментом, рабочим органом которых служат стальные щетки, шлифовальные круги, резиновые и войлочные шайбы. Механизированная очистка позволяет повысить производительность труда в 3—5 раз.

Чаще всего очистку поверхностей производят скребками и щетками. Скребки изготавливают в механических мастерских заводов приклепкой режущих пластин из инструментальной стали толщиной 1,5—2 мм к металлическим рукояткам. Для изготовления щеток используют прямую, витую или скрученную в пучки стальную проволоку диаметром 0,05—0,4 мм. Диаметр, сечение и материал проволоки существенно влияют на качество очистки металлической поверхности.

Недостатками щеточной очистки являются высокая трудоемкость работ, повышенная вибрация пневмо- и электроинструментов, сложность очистки углублений, зазоров, пазов и других конфигураций металлических поверхностей.

Иглофрезерная очистка. Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных газопроводов

разработал прогрессивную технологию очистки металлических поверхностей иглофрезерованием. Этим способом очищают металл от ржавчины, окалины, удаляют раковины и вмятины.

Иглофрезы (рис. 7) имеют тысячи режущих кромок из прочной стальной проволоки. Изготавливают иглофрезы любой ширины, что позволяет очищать металлическую поверхность за минимальное число про-

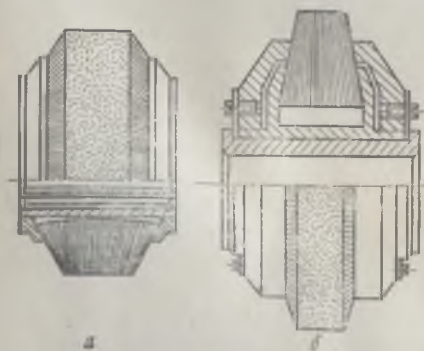


Рис. 7. Иглофрезы: а — бескорпусная; б — корпусная.

ходов. Глубина слоя, снимаемого за один проход, находится в пределах от 2—3 мкм до 3 мм. Направление вращения иглофрез в процессе работы меняется, чем достигается их самозаточка и повышается срок службы до 2000 ч.

Преимуществами иглофрезерной очистки являются высокие качество очистки и производительность, отсутствие пылеобразования.

Иглофрезы позволяют очищать поверхность сложных конфигураций из различных материалов: стали, цветных металлов, пластмасс.

Водоструйная очистка. Перспективной для пивоваренной отрасли является очистка металлических поверхностей водяной струей высокого давления, применяемая в пищевой промышленности за рубежом. Она имеет ряд существенных преимуществ перед другими механическими способами очистки:

позволяет производить безразборную очистку трубчатых теплообменников и другого оборудования любой степени загрязнения;

резко сокращает продолжительность процесса очистки и ликвидирует непроизводительный ручной труд;

устраняет повреждения металлической поверхности, возможные при очистке скребками, отбойным инструментом, абразивными кругами;

не образует пыли и шума, характерных для песко- и дробеструйной очистки.

По сравнению с химической очисткой этот способ выгоден тем, что не требует последующей отмывки и нейтрализации остатков агрессивных моющих растворов.

В Англии, США, ФРГ, Франции и Японии применяют для этой цели агрегаты на передвижных тележках с многоплунжерными насосами типа «Atumat» производительностью 32—363 л/мин и давлением 372,4—6889,4 Па с электрическим или бензиновым приводом. Распылители для водоструйных установок изготавливают из легированных сталей, карбида вольфрама и других высокопрочных материалов [6].

Внедряются установки с высоконапорной струей и в нашей стране. Так, в Туркменской ССР на Красноводской ТЭЦ проведены испытания и принята к промышленному внедрению установка для очистки от внутренних отложений трубок подогревателей струей воды давлением 1078 Па.

Казахским институтом горного дела изготовлено гидроимпульсное устройство, используемое на московском заводе «Котлоочистка» для снятия накипи с металлических поверхностей. Аналогичное устройство ВНИИ ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка приспособлено для очистки металлических деталей от смазки [20].

Высокая производительность, хорошие санитарно-технические характеристики установок, а также наличие в бродильно-

лагерных цехах пивоваренных заводов значительных количеств неиспользуемой подогретой чистой воды, отходящей с охладителей сусла, создают все предпосылки для внедрения гидроструйной очистки технологических аппаратов как при санитарных чистках, так и при антикоррозионных работах.

Термическая очистка. На пивоваренных заводах термическая очистка применяется для выжигания пивной смолки или старых покрытий аппаратов, для очистки трубопроводов от пивного камня и других твердых отложений. При этом используют переносные коксовые печи, паяльные лампы, керосино-кислородные и кислородно-ацетиленовые горелки.

Из транспортных пивных бочек, например, старый слой смолки выплавляют путем нагнетания внутрь бочки воздуха, нагретого до температуры свыше 200°C , или газов, получаемых в генераторе при сжигании кокса или антрацита.

При очистке металла керосино-кислородной или кислородно-ацетиленовой горелкой ширина поверхности, обрабатываемой за один проход (ширина горелки), составляет 50—750 мм. При ширине 50 мм горелка имеет 13—14 сопел с выходным диаметром 0,5 мм. В рабочем положении горелка наклоняется под углом 45° к очищаемой поверхности. Производительность горелки $24 \text{ м}^2/\text{ч}$. Горелка расходует ацетилена 100 л/ч при давлении 4,9 Па, кислорода 1300 л/ч при давлении 34,3 Па [5].

При термическом способе очистки старые покрытия выгорают, окалина, пивной камень и твердые отложения, имеющие меньший по сравнению с металлом коэффициент расширения, растрескиваются и отслаиваются, ржавчина разрыхляется и легко может быть удалена с металлических поверхностей. Термическая очистка достаточно эффективна. Однако длительный нагрев металла свыше 200°C может привести к нежелательным изменениям в его структуре.

За рубежом для очистки оборудования успешно применяют пароструйные установки. Горячий моющий раствор под давлением пара 41,16—102,9 Па подается по шлангу и выбрасывается через распылительную головку. Температура раствора на выходе из сопла около 150°C . Моющий раствор из бочки засасывается струей пара. Установки портативны, питаются от заводского паропровода. Длинные рукоятки распылителей позволяют рабочему находиться вне зоны теплового воздействия. При очистке в помещении требуется вытяжная вентиляция.

Ультразвуковая очистка. В последние годы на пищевых предприятиях для очистки поверхностей аппаратов и трубопроводов от накипи и твердых отложений, а также для предотвращения их образования на металлических поверхностях оборудования применяется ультразвук.

Ультразвуковые установки отечественного и зарубежного производства работают на частоте 20 кГц, создающей максимальный эффект кавитации.

Использование ультразвука позволяет производить очистку металлических поверхностей водными моющими растворами без применения органических растворителей, т. е. из моющих растворов исключаются токсичные компоненты, уменьшается стоимость очистки. К тому же ультразвуковая очистка имеет ряд других преимуществ:

моющие растворы эффективно очищают металл при низких и средних температурах (оптимальная температура воды при очистке 40—70°C);

использование растворов низких концентраций дает такие же результаты, что и использование концентрированных растворов без применения ультразвука. На предприятиях пивоваренной промышленности применяют импульсные генераторы ультразвука, смонтированные на бутылкомоечных машинах АММ-6 и АММ-12, паровых котлах типа Ланкаширский, ДКВР 2,5/13, ДКВР 20/13.

Генератор ГИТ-150 состоит из двух блоков, импульсного генератора высокочастотных колебаний и излучателя ультразвука. Генератор создает высокочастотные электрические импульсы, которые, поступая во второй блок, устанавливаемый непосредственно на технологическом, силовом оборудовании или трубопроводах, преобразуются в механические колебания ультразвуковой частоты. Колебания, поступающие от волновода в жидкую среду аппарата, вызывают мгновенные высокие гидростатические давления, которые отрывают от поверхности металла частицы отложений и накипи.

Ультразвуковой очисткой достигается высокая степень чистоты металлической поверхности.

ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

На пивоваренных предприятиях при производстве антикоррозионной защиты применяются следующие способы химической подготовки поверхностей оборудования: очистка старых покрытий, обезжиривание, травление, фосфатирование, грунтовка преобразователями ржавчины.

В последние годы все большее распространение получает обработка металлических поверхностей преобразователями ржавчины. Грунты-преобразователи, нанесенные на металл, предварительно очищенный от загрязнений и пластовой коррозии, превращают оставшиеся продукты коррозии в плотный, прочный слой, служащий надежным основанием для защитного покрытия. В условиях повышенной влажности, постоянных низких температур (обусловленных технологией пивоварения), неприменимости многих механических и химических способов очистки (из-за их санитарно-технических характеристик), значительной конденсации влаги при горячей сушке поверхностей

преобразователи ржавчины часто являются единственным способом качественной подготовки металлической поверхности.

Очистка от старых покрытий. Очистка металлических поверхностей, ранее покрытых полимерными и другими составами, весьма трудоемка. Оборудование очищают от старых покрытий скребками, проволочными щетками, пневмоинструментом с вращающимися щетками и абразивными кругами, выжигают жаровнями с горящим углем, паяльными лампами и газовыми горелками. Все это малопроизводительные и опасные для исполнителей операции.

На ряде промышленных предприятий внедряется прогрессивная технология химической очистки металлических поверхностей от антикоррозионных покрытий. Внедрение нового способа очистки повысило производительность труда в 3 раза по сравнению с очисткой металла вручную.

Пасту-смывку готовят следующим образом. Плиточный парафин измельчают в стружку. В стеклянную или металлическую емкость наливают бензол. Всыпают в емкость парафин и, подогревая на водяной бане, перемешивают до полного растворения. Продолжая перемешивать, в раствор добавляют ацетон. После этого смесь густеет и приобретает вид белой кашицы.

На предварительно очищенную от загрязнений окрашенную поверхность волосистой или меховой кистью наносят пасту. Выдерживают ее на металле 5—15 мин, а затем стальным или деревянным скребком снимают свернувшуюся пленку покрытия. Очищенную поверхность протирают ветошью.

Расход материалов (в г) на приготовление 1 кг пасты-смывки:

бензол плотностью 0,879 г/см ³ (ГОСТ 8448—61)	300 (или 341 мл)
парафин (ГОСТ 9885—61)	100
ацетон плотностью 0,792 г/см ³ (ГОСТ 2768—67)	600 (или 757 мл)

На 100 м² очищаемой поверхности расходуется 80 кг пасты. Готовят пасту из расчета односменной потребности [18].

Известны и другие способы очистки металлических поверхностей от старых покрытий. Л. И. Бойко предложил следующую технологию удаления полимерных покрытий. Очищаемую поверхность аппарата смачивают водой, напыляют на нее порошок каустической соды из расчета 0,2 кг/м² и спустя 1 ч пропаивают емкость в течение 8 ч [49].

Удаление с металлической поверхности лакокрасочных покрытий на основе глифталевых, пентафталевых, перхлорвиниловых, акриловых, эпоксидных, меламино-формальдегидных смол как холодного, так и горячего отверждения (до температуры 150°С) производят смывкой СП-6 (ТУ 6-10-641—74). Состоит смывка из смеси активных органических растворителей, загустителей и разрыхлителей с добавкой противокислотного ингибитора. На окрашенную поверхность смывку наносят кистью или щеткой. Разрыхленное и вспученное покрытие сни-

мают шпателем, после чего поверхность протирают растворителем.

Эпоксидные, уретановые, эпоксидно-этиленовые, виниловые, акриловые, поливинилбутиральные покрытия можно удалить с металла смывками СПС-1 и СПС-2 (ТУ 6-10-1461—74). В состав смывок входит смесь загустителей (пасты тиксотрола и хлорпарафина), эмульгаторов (жидкого мыла и моющего вещества ОП-7) и активных растворителей (этанола, метилена хлористого, метилэтилкетона). Наносят смывки на металл кистью, щеткой или безвоздушным распылением. Перед употреблением смывки тщательно перемешивают [23].

Обезжиривание. Одним из основных химических способов очистки является обезжиривание органическими растворителями или водными щелочными растворами.

Органические растворители эффективны при очистке металлических поверхностей от жирных загрязнений органического происхождения, но плохо очищают металлы от неорганических загрязнений.

Щелочные растворы качественно очищают металлы от органических и неорганических жировых загрязнений, но отложения механического характера они разрушают и смывают хуже.

Обезжиривание проводят различными способами: протиркой поверхностей ветошью, смоченной в растворителях, наливом и циркуляцией раствора в аппаратах, струйным способом или обработкой в паровой фазе.

Для обезжиривания используют керосин, бензин, бензолы, уайт-спирит. Однако эти растворители имеют повышенную пожароопасность. Поэтому в последнее время для обезжиривания чаще применяют хлорсодержащие растворители: трихлорэтилен, тетрахлорэтилен, перхлорэтилен, метиленхлорид. Хлорсодержащие растворители хорошо очищают загрязнения всех видов, не воспламеняются, не взрывоопасны, следовательно, процесс очистки можно интенсифицировать повышением температуры. При этом [30] следует учитывать, что трихлорэтилен гидролизуетс^я влагой с образованием соляной кислоты, поэтому для стабилизации в него добавляют 0,01 г триэтаноламина, монобутиламина или уротропина на 1 л растворителя. При обезжиривании алюминиевых и медных аппаратов температура трихлорэтилена не должна быть выше 70° С, так как он начинает взаимодействовать с цветными металлами и разрушать их.

Обезжиривание органическими растворителями имеет ряд существенных недостатков: они дороги, токсичны, к ним предъявляются повышенные требования по технике безопасности. Этим недостаткам лишено обезжиривание в щелочных растворах. Наиболее часто применяемые в промышленности составы щелочных растворов приведены в табл. 5 [7].

Таблица 5

Компонент	Доза, г/л	Режим обработки		Назначение
		температура, °С	продолжительность, мин	
Едкий натр	10	75—80	2—3	Для слабозагрязненных поверхностей
Тринатрийфосфат	6			
Сода кальцинированная	4			
Едкий натр	20	75—80	5—10	Для умеренно загрязненных поверхностей
Тринатрийфосфат	50			
Стекло жидкое	30			
Едкий натр	80	85—90	5—10	Для сильно загрязненных поверхностей
Тринатрийфосфат	30—40			
Сода кальцинированная	70—80			
Жидкое стекло	15	75—80	До 20	Для обезжиривания под фосфатирование
Едкий натр	35—50			
Сода кальцинированная	70			
Контакт Петрова	40—50			

Для повышения эффективности щелочного обезжиривания в растворы вводят небольшое количество поверхностно-активных веществ: синтанол ДС, сульфанол НП-3, моющие средства ОП-7 и ОП-10. С вводом в раствор эмульгаторов понижается поверхностное натяжение масляной пленки, ускоряется ее отрыв от металла и переход в эмульсию. При использовании эмульгаторов следует устанавливать контроль за температурой обезжиривания, так как при перегреве раствора эмульгаторы снижают свою эффективность.

Металлические поверхности обезжиривают также пастой, в состав которой входят 43% CaO , 30—40% мела, 18% раствора NaOH , 9% мазута. Компоненты тщательно размешивают и состав разбавляют до рабочей вязкости водой. Фторопластовые, винилпластовые, капроновые и другие неметаллические детали аппаратов и арматуры обезжиривают ветошью, смоченной в уайт-спирите. После обезжиривания пластмассовые детали промывают в 1%-ном растворе нейтрального мыла, нагретого до 30°C, промывают водой и протирают сухой ветошью [16].

Резину обезжиривают ветошью, смоченной в спирте-ректификате. Процесс обезжиривания металлических поверхностей всегда заканчивают промывкой сначала горячей, затем холодной

водой и, наконец, сушкой горячим воздухом или другим способом.

Травление. Очистку обезжиренных металлических поверхностей от ржавчины и окалины проводят химическим или электрохимическим травлением растворами кислот, кислых солей или щелочей. Как правило, этот процесс включает в себя четыре операции: травление, нейтрализацию, промывку и сушку.

При травлении поверхностей аппаратов из малоуглеродистых сталей в растворы серной и соляной кислот добавляют ингибиторы коррозии: для серной кислоты — синтанол ДС, присадки И1-А, 4М, КС, Ж-1; для соляной кислоты — присадки ПБ-3, ПБ-5. Ингибиторы предотвращают коррозию аппаратов, не замедляя процесс очистки металла от ржавчины и твердых отложений. Для интенсификации травления растворы кислот подогревают. При травлении серной кислотой рекомендуется температура раствора 40—80°C. При травлении металлов соляной кислотой температура раствора не должна превышать 40—50°C из-за большой летучести хлорида водорода.

Для ускорения процесса очистки металлических поверхностей совмещают обезжиривание и травление. В табл. 6 приведены составы и режимы одновременного обезжиривания и травления [7].

Таблица 6

Компонент	Доза, г/л	Режим обработки		Состояние покрываемой поверхности
		температура, °C	продолжительность, мин	
Кислота серная	75	70—75	4—10	Со следами ржавчины
Эмульгатор ОП-7 или ОП-10	25			
Тиомочевина	0,2—0,5			
Кислота фосфорная	65	70—75	5—10	Со средним количеством ржавчины и загрязнения
Тринатрийфосфат	35			
Эмульгатор ОП-7 или ОП-10	25			
Тиомочевина	5			
Кислота ортофосфорная	98—100	70—75	5—10	Ржавая, сильно загрязненная
Тринатрийфосфат	50			
Эмульгатор ОП-7 или ОП-10	30			
Тиомочевина	5			
Кислота серная	150—200	50—60	3—5	Загрязненная (струйная обработка)
Эмульгатор ОП-7	2—3			
Уайт-спирит	20—30			

Для очистки крупногабаритных аппаратов используют травильные пасты, в состав которых входят водные растворы с различными наполнителями, например 40—50% раствора фосфорной кислоты и 50—60% кислотоупорного цемента. Пасту наносят на металл и выдерживают в течение 2 ч, после чего смывают водой. Металл протирают 5%-ным раствором фосфорной кислоты.

Для очистки пищевого оборудования применяют травильные пасты и более сложного состава (в % по массе) [49]:

Серная кислота ($\rho = 1840 \text{ кг/м}^3$)	20—50
Соляная кислота ($\rho = 1190 \text{ кг/м}^3$)	13—24
Тринатрийфосфат	0,28
Аммоний шавелевокислый	0,28
Ингибитор 4М	0,46
Уайт-спирит	0,37
Инфузорная земля	37—40
Вода	Остальное

Ржавую поверхность покрывают пастой слоем 0,3—0,5 см и выдерживают до 6 ч. После смывки пасты поверхность аппарата промывают 3%-ным раствором кальцинированной соды.

Фосфатирование. Фосфатирование — один из эффективных способов химической подготовки металлических поверхностей. Фосфатные пленки, образующиеся на металле, придают ему дополнительную шероховатость, улучшают адгезию антикоррозионного покрытия к металлу. При частичном разрушении полимерного покрытия в процессе эксплуатации фосфатный слой продолжает защищать металл от коррозии.

Качество фосфатирования во многом зависит от предварительной подготовки поверхности. На металле, очищенном от ржавчины и твердых отложений дробеструйным способом, образуется мелкокристаллическая фосфатная пленка, имеющая развитую поверхность контакта. Покрытие, нанесенное на такое основание, имеет повышенную коррозионную стойкость и долговечность. На металлической поверхности, обработанной травлением, при фосфатировании создается рыхлая крупнокристаллическая пленка. Покрытие, нанесенное на такую подложку, имеет низкие физико-механические свойства.

На пищевых предприятиях получило распространение фосфатирование струйным способом. Чаще всего для фосфатирования стальных поверхностей применяют следующий состав [7] (в г/л):

Кислота фосфорная	25—30
Кислота азотная	30—35
Оксид цинка	20—35
Гипохлорит натрия	0,3—0,5
Нитрат натрия	1—1,2

Температура фосфатирования 25—30°C.

Для интенсификации процесса обработки металла в состав фосфатирующих растворов дополнительно вводят добавки окисляющего действия (нитриты) или соли меди. Составы и температурные режимы ускоренного фосфатирования приведены в табл. 7 [7].

Таблица 7

Компонент	Доза, г/л	Режим процесса		Вид поверхности
		температура, °С	продолжительность, мин	
Соль «Мажеф»	30—35	96—98	5—10	Из черных металлов
Окись меди	0,3—0,5			
Монофосфат цинка	12—15	70—80	3—5	То же
Нитрат натрия	25—30			
Карбонат меди	0,05—0,08			
Соль «Мажеф»	40	96—98	1,5	То же
Окись цинка	30			
Кислота ортофосфорная	25—30			
Нитрат калия	35			
Карбонат меди	0,005			
Соль «Мажеф»	30—35	70—80	5—10	Из низколегированных сталей
Нитрат цинка	30—70			

В цехах пивоваренных предприятий, где по условиям технологии постоянно поддерживаются низкие температуры, применяют холодное фосфатирование. В состав раствора для холодного фосфатирования входят следующие компоненты (в г/л):

Соль «Мажеф»	30
Ортофосфорная кислота	0,1—1,0
Нитрат цинка	60
Нитрат натрия	4—5

Температура обработки поверхности металла 18—20°С в течение 30—40 мин.

Как правило, фосфатирующие составы готовят непосредственно перед применением, растворяя соли в воде и подогревая их не выше температуры, предусмотренной технологией фосфатирования. Раствор тщательно перемешивают и оставляют для отстаивания.

Для упрощения процесса фосфатирования применяют готовые к употреблению фосфатирующие концентраты. В состав, например, фосфатирующего концентрата КФ-1 входят следующие компоненты (в % по массе) [25]:

Цинковые белила марки М-1	13,7
Фосфорная кислота 87%-ная	31,9
Азотная кислота 57%-ная	14,3
Вода	40,1

Для приготовления фосфатирующего раствора из концентрата в 1 л воды вливают 24 г (16 мл) концентрата и тщательно размешивают. Крупногабаритные аппараты обрабатывают пастами, которые готовят смешиванием 3 частей фосфатирующего раствора и 2 частей талька.

Грунтовка преобразователями ржавчины. При очистке крупногабаритных емкостей и металлоконструкций целесообразно использовать грунты-преобразователи, которые при нанесении на поверхность, предварительно очищенную от загрязнений и пластовой коррозии, вступают в химическое взаимодействие с оставшейся ржавчиной, преобразуя ее в плотный, прочный слой.

На днепропетровском пиво-безалкогольном комбинате «Днепр» при антикоррозионной защите оборудования солодовенного цеха ржавую внутреннюю поверхность замочных чанов обрабатывали преобразователем ржавчины ВА-01ГИСИ, затем наносили эпоксидную эмаль холодного отверждения ЭП-793 «ОНУ».

Преобразователь ржавчины ВА-01ГИСИ (ТУ 81-05-121—71) представляет собой композицию следующего состава (в массовых частях): поливинилацетатная пластифицированная эмульсия (ГОСТ 10002—62) 85, ортофосфорная кислота 70%-ная (ГОСТ 10678—63) 5—7, желтая кровяная соль (ГОСТ 6816—54) 1,5, красная кровяная соль (ГОСТ 4206) 0,5, моющее средство ОП-7 (СТУ 12 № 1083—60) 0,5—1,0, этилсиликат технический (МРТУ 6-02-415—67) 4—6, вода 6—8. Грунтовочное покрытие, получаемое при обработке ржавой поверхности преобразователем, характеризуется следующими физико-механическими свойствами:

Прочность пленки при ударе по прибору У-1А, Н·м	2,94
Прочность пленки при изгибе по шкале ШГ-1, мм	3
Адгезия пленки к ржавому металлу по методу «решетки»	Хорошая

По внешнему виду преобразователь ржавчины — сметанообразная жидкость от салатного до голубого цвета. Высохшая пленка имеет темно-синий цвет, допускается пятнистость грунтовочного слоя. Перед нанесением преобразователя внутреннюю поверхность замочных чанов очищают капроновыми щетками от загрязнений и промывают мощной струей воды с целью облегчения диффузии состава в глубь пор металла.

Преобразователь ржавчины ВА-01ГИСИ поставляется в виде двухкомпонентной системы: основы преобразователя и 70%-ной ортофосфорной кислоты. Основу преобразователя перед употреблением выдерживают в темном помещении при

10—22°C. Хранят ее на складе при температуре не ниже 3°C. В выдержанную основу медленно, при интенсивном помешивании, добавляют ортофосфорную кислоту. При изменении концентрации ортофосфорной кислоты производят соответствующий пересчет.

До рабочей вязкости состав доводят конденсатом. Следует учитывать, что после смешивания компонентов состав пригоден для использования в течение 2—3 сут. Наносят преобразователь кистями и валиками, тщательно втирая состав в металлическую поверхность. Грунтовку можно наносить и с помощью краскораспылителя. Для этого состав разбавляют до рабочей вязкости (30—50 с по вискозиметру ВЗ-4) 1%-ным водным раствором моющего средства ОП-7. Наносят преобразователь при температуре металла и окружающего воздуха не ниже 10°C.

При наличии неудовлетворительно прогрунтованных участков поверхности замочных чанов через 2 ч повторно наносят слой преобразователя. Время полного высыхания грунтовочного слоя 12—14 ч. По окончании работ кисти, валики и посуду сразу промывают теплой водой. Основу и готовый преобразователь хранят в плотно закрытой таре.

Нанесенный на металлическую поверхность преобразователь переводит ржавчину в плотный грунтовочный слой. Остатки непрореагировавшей кислоты связываются эпоксидной смолой, для которой ортофосфорная кислота служит отвердителем.

Покрытие замочных чанов с применением преобразователя ржавчины ВА-01ГИСИ и эпоксидной эмали холодного отверждения ЭП-793 «ОНУ» имеет ряд существенных преимуществ перед ранее применявшимися покрытиями [48]: снижены трудовые затраты на очистку металлических поверхностей, исключена необходимость термообработки покрытия, получено более долговечное, гигиеничное покрытие, отвечающее специфическим требованиям пищевого производства. Экономический эффект от защиты одного замочного чана данной системой покрытия на Днепропетровском пиво-безалкогольном комбинате составляет 3062,59 руб.

На основе этой системы покрытия специалистами Днепропетровского производственного объединения пиво-безалкогольной промышленности разработано техническое решение по механизации очистки и антикоррозионной защиты систем стальных трубопроводов и аппаратов, бывших длительное время в эксплуатации и имеющих коррозию внутренних поверхностей. Способ предусматривает следующие операции:

1. Промывка системы водой с помощью циркуляционного насоса для очистки поверхности металла от загрязнений и рыхлых отложений в течение 12—16 ч со сбросом смывных вод в канализацию.

Цинковые белила марки М-1	13,7
Фосфорная кислота 87%-ная	31,9
Азотная кислота 57%-ная	14,3
Вода	40,1

Для приготовления фосфатирующего раствора из концентрата в 1 л воды вливают 24 г (16 мл) концентрата и тщательно размешивают. Крупногабаритные аппараты обрабатывают пастами, которые готовят смешиванием 3 частей фосфатирующего раствора и 2 частей талька.

Грунтовка преобразователями ржавчины. При очистке крупногабаритных емкостей и металлоконструкций целесообразно использовать грунты-преобразователи, которые при нанесении на поверхность, предварительно очищенную от загрязнений и пластовой коррозии, вступают в химическое взаимодействие с оставшейся ржавчиной, преобразуя ее в плотный, прочный слой.

На днепрпетровском пиво-безалкогольном комбинате «Днепр» при антикоррозионной защите оборудования солодовенного цеха ржавую внутреннюю поверхность замочных чанов обрабатывали преобразователем ржавчины ВА-01ГИСИ, затем наносили эпоксидную эмаль холодного отверждения ЭП-793 «ОНУ».

Преобразователь ржавчины ВА-01ГИСИ (ТУ 81-05-121—71) представляет собой композицию следующего состава (в массовых частях): поливинилацетатная пластифицированная эмульсия (ГОСТ 10002—62) 85, ортофосфорная кислота 70%-ная (ГОСТ 10678—63) 5—7, желтая кровяная соль (ГОСТ 6816—54) 1,5, красная кровяная соль (ГОСТ 4206) 0,5, моющее средство ОП-7 (СТУ 12 № 1083—60) 0,5—1,0, этилсиликат технический (МРТУ 6-02-415—67) 4—6, вода 6—8. Грунтовочное покрытие, получаемое при обработке ржавой поверхности преобразователем, характеризуется следующими физико-механическими свойствами:

Прочность пленки при ударе по прибору У-1А, Н·м	2,94
Прочность пленки при изгибе по шкале ШГ-1, мм	3
Адгезия пленки к ржавому металлу по методу «решетки»	Хорошая

По внешнему виду преобразователь ржавчины — сметанообразная жидкость от салатного до голубого цвета. Высохшая пленка имеет темно-синий цвет, допускается пятнистость грунтовочного слоя. Перед нанесением преобразователя внутреннюю поверхность замочных чанов очищают капроновыми щетками от загрязнений и промывают мощной струей воды с целью облегчения диффузии состава в глубь пор металла.

Преобразователь ржавчины ВА-01ГИСИ поставляется в виде двухкомпонентной системы: основы преобразователя и 70%-ной ортофосфорной кислоты. Основу преобразователя перед употреблением выдерживают в темном помещении при

10—22°C. Хранят ее на складе при температуре не ниже 3°C. В выдержанную основу медленно, при интенсивном помешивании, добавляют ортофосфорную кислоту. При изменении концентрации ортофосфорной кислоты производят соответствующий пересчет.

До рабочей вязкости состав доводят конденсатом. Следует учитывать, что после смешивания компонентов состав пригоден для использования в течение 2—3 сут. Наносят преобразователь кистями и валиками, тщательно втирая состав в металлическую поверхность. Грунтовку можно наносить и с помощью краскораспылителя. Для этого состав разбавляют до рабочей вязкости (30—50 с по вискозиметру ВЗ-4) 1%-ным водным раствором моющего средства ОП-7. Наносят преобразователь при температуре металла и окружающего воздуха не ниже 10°C.

При наличии неудовлетворительно прогрунтованных участков поверхности замочных чанов через 2 ч повторно наносят слой преобразователя. Время полного высыхания грунтовочного слоя 12—14 ч. По окончании работ кисти, валики и посуду сразу промывают теплой водой. Основу и готовый преобразователь хранят в плотно закрытой таре.

Нанесенный на металлическую поверхность преобразователь переводит ржавчину в плотный грунтовочный слой. Остатки непрореагировавшей кислоты связываются эпоксидной смолой, для которой ортофосфорная кислота служит отвердителем.

Покрытие замочных чанов с применением преобразователя ржавчины ВА-01ГИСИ и эпоксидной эмали холодного отверждения ЭП-793 «ОНУ» имеет ряд существенных преимуществ перед ранее применявшимися покрытиями [48]: снижены трудовые затраты на очистку металлических поверхностей, исключена необходимость термообработки покрытия, получено более долговечное, гигиеничное покрытие, отвечающее специфическим требованиям пищевого производства. Экономический эффект от защиты одного замочного чана данной системой покрытия на Днепропетровском пиво-безалкогольном комбинате составляет 3062,59 руб.

На основе этой системы покрытия специалистами Днепропетровского производственного объединения пиво-безалкогольной промышленности разработано техническое решение по механизации очистки и антикоррозионной защиты систем стальных трубопроводов и аппаратов, бывших длительное время в эксплуатации и имеющих коррозию внутренних поверхностей. Способ предусматривает следующие операции:

1. Промывка системы водой с помощью циркуляционного насоса для очистки поверхности металла от загрязнений и рыхлых отложений в течение 12—16 ч со сбросом смывных вод в канализацию.

2. Промывка горячим конденсатом в течение 2 ч для улучшения диффузии грунтовочного слоя в глубь пор металла со сбросом конденсата из системы.

3. Образование замкнутой системы трубопроводов или резервуаров, включающей циркуляционный насос и бак-дозатор. С бака-дозатора циркуляционный насос подает в промытую систему преобразователь ВА-01ГИСИ. Преобразователь ржавчины циркулирует в системе в течение 1 ч, затем его сливают в бак-дозатор. Систему продувают сжатым воздухом для удаления излишнего количества преобразователя и образования наплывов. После 2 ч по системе вторично прокачивают преобразователь в течение 0,5 ч. Преобразователь сливают в бак-дозатор, и систему продувают сжатым воздухом. Затем производят сушку в течение 3 ч.

4. На внутреннюю поверхность системы стальных трубопроводов или аппаратов аналогично, циркуляционным способом, наносят 2 слоя эпоксидной эмали ЭП-793 «ОНУ» толщиной 100—200 мкм. Каждый последующий слой наносят через 22—24 ч. После циркуляции в течение 0,5 ч эмаль сливают в бак-дозатор и систему продувают сжатым воздухом периодически на протяжении всего периода сушки.

Предлагаемый способ позволяет полностью механизировать процесс подготовки металлических поверхностей и нанесения на них полимерных покрытий. При этом не требуется тщательная очистка покрываемых поверхностей от ржавчины, не нужны сложные приспособления для антикоррозионной защиты. Данный способ позволяет производить защиту систем трубопроводов без их демонтажа и разборки.

На пивоваренных предприятиях применяют также грунтовку-преобразователь ВА-0112 (ТУ 6-10-1234—74). Преобразователь состоит из основы (пластифицированной поливинилацетатной эмульсии) и отвердителя (85%-ной ортофосфорной кислоты). Перед нанесением на предварительно очищенную от пластовой коррозии металлическую поверхность основу и кислотный отвердитель смешивают в такой пропорции: 100 мас. частей основы и 3 мас. части отвердителя. Жизнеспособность состава после смешивания компонентов не менее 24 ч.

До рабочей вязкости (50—60 с по вискозиметру ВЗ-4 при нанесении кистью и 28—30 с при нанесении краскораспылителем) преобразователь разбавляют дистиллированной водой или конденсатом. Расход преобразователя при нанесении кистью не превышает 150 г/м². Сушат грунтовочный слой при температуре 18—22°C в течение 20—24 ч. Если производство антикоррозионных работ не ограничено сроками, сушку грунтовки желательно удлинить до 5—6 сут. При этом происходит более полное превращение ржавчины в плотный слой и уменьшение остаточной свободной ортофосфорной кислоты.

В нашей стране разработано несколько преобразователей ржавчины, нашедших применение в пищевой промышленности: П-1, П-2, П-3 (разработчик Научно-исследовательский институт технологии лакокрасочных покрытий), П-3Б, «Буванол» (Институт неорганической химии АН Латвийской ССР), № 3 (Научно-производственное объединение «Лакокраскопокрытие») и др. С каждым годом все шире используются преобразователи ржавчины при антикоррозионной защите пищевого оборудования.

МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ ОЧИСТКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Перед очисткой металлических поверхностей от ржавчины и старых покрытий аппаратуру моют. Как правило, мойку пищевого оборудования проводят вручную, на что уходит много времени.

Во ВНИИПБПе исследовали мойку горизонтальных и вертикальных бродильно-лагерных емкостей гидравлическим способом. Были установлены оптимальные параметры механической мойки аппаратов: диаметр водяной струи 6—10 мм, давление воды на выходе из сопла 68,6—98 Па, максимальное расстояние от сопла до моющей поверхности 1,5—2,0 м [9].

На пивоваренных заводах механическая мойка танков для дображивания и форфасов осуществляется по схеме, изображенной на рис. 8. Танки для дображивания соединены грубопроводом 3. Моющий раствор, находящийся в емкости 1, центробежным насосом 2 подается по системе трубопроводов на моющую головку 5, из которой он под давлением до 98 Па разбрызгивается внутри емкости. Моющая головка облегченного типа имеет накидную гайку, которой крепится к штуцерам водопровода 3, расположенным против люков каждого танка. Для механической мойки можно использовать подогретую (на 5—6°С выше водопроводной) воду, поступающую из рубашки охлаждения отстойного чана.

Из выпускаемых отечественной промышленностью дро-

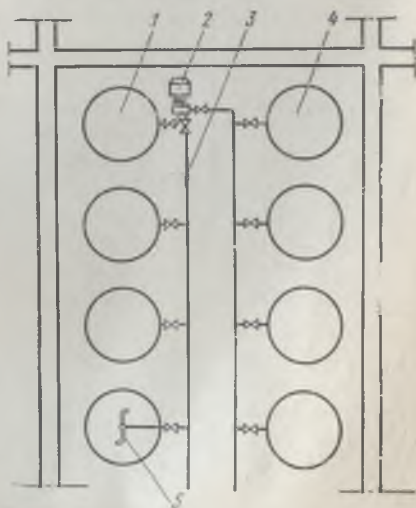


Рис. 8. Схема механической мойки аппаратов:

1 — сборник для воды и моющего раствора; 2 — высоконапорный центробежный насос; 3 — трубопроводы из нержавеющей стали; 4 — технологические аппараты; 5 — съемная моющая головка.

беструйных аппаратов на пивоваренных предприятиях чаще всего применяют передвижные беспыльные установки БДУ-31. Конструкция установки предусматривает автоматическую очистку стальной дробы и повторное ее использование. Абразивная пыль, образующаяся при очистке, отсасывается под вакуумом с помощью шланга. Воздух, загрязненный пылью, ржавчиной и окалиной проходит через циклон, матерчатый фильтр и выходит из установки полностью очищенным.

На пивоваренных заводах для механизации работ по очистке оборудования применяют пневматические шлифовальные машины. Они просты по конструкции, надежны в работе, имеют небольшую массу и габариты, повышают производительность труда в 5—10 раз. Отечественной промышленностью освоены серийный выпуск новых конструкций машин с улучшенными вибрационно-шумовыми параметрами. Технические данные прямых пневматических шлифовальных машин с ротационным электродвигателем приведены в табл. 8 [28].

Таблица 8

Тип	Диаметр круга, мм	Угловая скорость вращения шпинделя на холостом ходу, об/мин	Мощность на шпинделе, Вт	Расход воздуха, м ³ /мин	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
					длина	ширина	высота	
ИП-2001	150	5100	1250	1,5	568	178	142	6,0
ИП-2009А	63	12700	440	0,9	440	80	65	1,9
ИП-2013	63	12700	440	0,9	490	75	62	2,5
ШМ-25—50	50	16000	180	0,4	210	50	70	0,9
ИП-2014	150	5100	1280	1,8	565	164	127	5,2

Таблица 9

Показатели	Торцевая		Угловая	
	ИП-2204	ИП-2205	ИП-2102	ИП-2103
Диаметр круга, мм	175	225	175	225
Угловая скорость вращения круга, рад/с	892,5	682,5	892,5	682,5
Давление воздуха, Па · 10 ⁴	49,03	49,03	49,03	49,03
Расход воздуха, м ³ /с	0,033	0,042	0,037	0,042
Габаритные размеры, мм				
длина	275	350	326	365
ширина	250	270	260	300
высота	215	235	175	200
Масса, кг	4,5	5,6	4,6	7

Очистку сварных швов, труднодоступных мест в аппаратах производят угловыми и торцевыми пневматическими шлифовальными машинами. Технические характеристики пневматических шлифовальных машин, серийно выпускаемых машиностроительными заводами страны, приведены в табл. 9 [49].

Для механизации химической очистки применяют различные сборники, разбрызгивающие и смывающие устройства, бачки-дозаторы, циркуляционные насосы, смонтированные в замкнутой системе.

КОНТРОЛЬ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Адгезионная прочность защитных покрытий, их долговечность во многом зависят от качества подготовки металлических и бетонных поверхностей.

После механической или химической очистки состояние металлической поверхности сначала проверяют визуально. Она должна быть чистой, сухой, без окалины, ржавчины, наплывов, царапин. Не допускаются жирные пятна, участки с блестящей необработанной поверхностью или остатками старых покрытий. Цвет металла должен быть матовым, светло-серым, однотонным.

Особое внимание следует обратить на качество очистки сварных швов. Они не должны иметь остатков шлаков, острых граней, неокругленных кромок и углов, способствующих преждевременному разрушению защитных покрытий.

До пуска в работу песко- и дробеструйных аппаратов проверяют качество подаваемого в них воздуха. Для этого струю воздуха (без песка и дроби) направляют на лист белой бумаги. Наличие влаги и жирных пятен свидетельствует о плохой очистке воздуха и непригодности его для подачи в аппараты. Самый простой способ контроля чистоты очищенной металлической поверхности — протирание фильтровальной бумагой, бумажными салфетками или белой тканью. Протирание с усилием позволяет обнаружить загрязнения, незаметные при визуальном осмотре.

Качество обезжиривания поверхности проверяют также простым методом, основанным на смачиваемости металла холодной чистой водой. Хорошо обезжиренная поверхность покрывается непрерывной пленкой воды. Разрыв водяной пленки свидетельствует о наличии остатков жировых загрязнений. После обезжиривания металлические поверхности подвергают промывке до полного удаления остатка щелочей. Окончание промывки определяют по щелочности промывных вод фенолфталеином или прикладывают к промытой металлической поверхности лакмусовую бумагу. Если фенолфталеин и лакмусовая бумага не меняют цвет, значит металл отмыт качественно. Предлагаемые быстрые и простые способы контроля

дают достаточно объективную оценку качества подготовки поверхностей. Более сложные способы контроля на пивоваренных предприятиях применять нецелесообразно, так как в условиях высокой влажности технологических цехов временной разрыв между подготовкой металлической поверхности и нанесением первого слоя защитного покрытия следует сводить до минимума.

Бетонные и железобетонные поверхности должны быть очищены от пыли, грязи и масляных пятен. Бетон должен иметь гладкую, без раковин и бугров, неровностей и выступов поверхность. При наличии их поверхность бетона повторно очищают пескоструйным способом или металлическими щетками, промывают струей воды и выравнивают цементным раствором марки не ниже 100. Места, поврежденные агрессивными пищевыми средами, вырубают для удаления ослабленного бетона, промывают сначала содовым раствором, а затем водой до получения слабощелочной реакции. Обработанные места затирают цементно-песчаным раствором.

Для контроля влажности бетона, которая не должна быть выше 6%, отбирают 3—4 пробы. При 100—105°C пробы бетона высушивают до постоянной влажности и взвешивают. Влажность A (в %) определяют по формуле

$$A = \frac{P - P_1}{P} \cdot 100,$$

где P — первоначальная масса пробы, г;
 P_1 — постоянная масса пробы, г.

Бетонные поверхности с повышенной влажностью высушивают. При сушке не следует допускать местных перегревов бетона, вызывающих трещины.

Глава III. ЗАЩИТНЫЕ НАРУЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Улучшение санитарно-эстетических условий пивоваренных предприятий способствует росту производительности труда и качества выпускаемой продукции, повышению долговечности технологического оборудования. Одним из важнейших факторов совершенствования эстетики в цехах пивоваренных заводов является применение надежных покрытий наружных поверхностей конструкционных материалов.

Машины и аппараты, коммуникации, металлические и строительные конструкции пивоваренных заводов эксплуатируются в атмосфере повышенной влажности, запыленности и загазованности при колебании температур от —15 до 100°C, в контакте с кислыми и щелочными средами, т. е. в условиях интенсивного коррозионного воздействия. Поэтому правильный выбор наруж-

ных защитных покрытий имеет важное значение как для увеличения долговечности конструкционных материалов, так и для декоративной отделки оборудования и помещений с учетом современных требований промышленной эстетики. При выборе вида покрытия принимают во внимание состав контактирующей агрессивной среды, ее температурные колебания, состояние (газообразная сухая, газообразная с частичной конденсацией паров, жидкая и т. п.), величину вакуума или давления, эрозивные воздействия, возможные вибрации и т. п.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАРУЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

На пивоваренных заводах для защиты наружных покрытий применяют две группы материалов: минеральные и органические.

К минеральным относятся каменнолитные, керамические, шлакоситалловые и вяжущие материалы (жидкое стекло, кислотоупорные цементы, замазки, растворы, бетоны).

Группа органических материалов включает в себя полимерные (термопластичные, термореактивные, на основе каучуков) и битумно-асфальтовые (на основе битума, каменноугольного пека и др.).

При нанесении наружных покрытий в основном используют следующие материалы: облицовочные, подслоечные, лакокрасочные.

Наружные покрытия, применяемые в пивоваренной отрасли, должны иметь высокую прочность, износостойкость, эластичность, достаточную адгезию к покрываемой поверхности. К наружным покрытиям предъявляются менее жесткие санитарно-гигиенические требования, чем к покрытиям, соприкасающимся с пищевыми продуктами. Так, для окраски технологического оборудования применяют лакокрасочные материалы общего назначения. Исключения составляют те из них, которые после высыхания имеют неприятный запах и могут передать его пищевым продуктам.

Облицовочные материалы. Облицовочные материалы применяют в цехах пивоваренных заводов для защиты полов, стен, колонн, фундаментов под оборудование. Качественно выполненная облицовка позволяет на длительный межремонтный период создать хорошие санитарно-гигиенические условия в производственных помещениях. Наиболее часто используют облицовочные плитки из камня, шлакоситалла, керамики, стекла, пластмасс.

Каменные плитки обладают высокой химической стойкостью к действию минеральных кислот и растворов солей любых концентраций, непроницаемы для жидких и газообразных агрессивных сред, устойчивы против эрозии. Хуже переносят воздействие горячих щелочей. Для облицовки строительных конструкций солодовенных, бродильно-лагерных цехов, цехов

розлива пива и безалкогольных напитков применяют кислотоупорные футеровочные плитки размером $180 \times 115 \times 18$ мм (ТУ 21-23-12-41—70), для облицовки полов — $360 \times 235 \times 30$, $360 \times 200 \times 30$, $250 \times 180 \times 33$ мм. Для полов, воспринимающих наряду с коррозионными воздействиями значительные механические нагрузки, используют плитки из белого каменного литья размером $500 \times 500 \times 50$, $300 \times 300 \times 35$ мм (ТУ 135—66).

Шлакоситалловые плитки устойчивы к агрессивным средам (кислым, растворам щелочей и солей) и механическим нагрузкам. Из них устраивают полы в варочных, бродильно-лагерных цехах, цехах розлива пива и безалкогольных напитков. Плитки имеют размеры в пределах $100—350 \times 8—25$ мм. Выпускают также шлакоситалловые листы длиной до 3000 мм, шириной до 1500 мм, толщиной 7—15 мм.

Кислотоупорные керамические плитки используют в технологических цехах для облицовки полов, панелей, фундаментов. Кислотоупорные плитки марки КШ (кислотоупорные шамотные) и КС (кислотоупорные плитки полусухого прессования) (ГОСТ 961—68) имеют размеры $150 \times 150 \times 25$, $175 \times 175 \times 30$, $200 \times 200 \times 35$ мм.

Керамические (метлахские) плитки применяют для облицовки строительных конструкций и полов как в основных, так и во вспомогательных цехах. Размеры керамических плиток (в мм): квадратных — 150×150 , прямоугольных 150×75 , шестигранных 150×73 , восьмигранных 150×50 ; толщина всех типоразмеров 13 мм (ГОСТ 6787—69). Плитки бывают рифленые и гладкие, одно- и многоцветные. Значительно выигрывает в эстетическом отношении глазурированная плитка (получаемая при глазуровании обычной керамической плитки), однако стоимость ее по сравнению с неглазурированной плиткой в 2—3 раза выше.

Стекланные плитки выпускаются отечественной промышленностью размерами 150×150 , 300×300 мм, толщиной 5—6 мм из силикатного стекла (ГОСТ 8688—58). Для декоративной отделки цехов и производственных корпусов заводов могут быть использованы стекланные плитки из глушеного цветного и окрашенного стекла. Они стойки против атмосферной коррозии и агрессивных сред. Размеры плитки $20—25 \times 20—25 \times 3—4,5$ мм. Плитки имеют двустороннюю фаску для более прочного сцепления с раствором.

Красиво выглядит облицовка, выполненная плитками из утолщенного цветного стекла под названием Марблит. Размеры плитки 50×100 , 100×150 , 150×150 , 200×200 мм, толщина 6—7 мм. Цвета плиток: кремовый, салатный, желтый, мраморный, голубой, молочно-белый и др. Даже бой марблита можно использовать для эффективной отделки типа керамической «бреккии».

На некоторых предприятиях используют плитку, нарезанную из листового оконного стекла и окрашенную в заводских условиях.

Полистирольные плитки используют для облицовки панелей технологических цехов предприятий (ГОСТ 9589—72). Плитки химически стойки, гигиеничны. Размеры выпускаемых плиток (в мм): квадратных $100 \times 100 \times 1,25$; $150 \times 150 \times 1,35$, прямоугольных $100 \times 50 \times 1,25$; $150 \times 75 \times 1,35$, $100 \times 20 \times 1,25$ $150 \times 20 \times 1,35$.

Фенолитовые плитки изготовляют из спрессованного порошка фенолит-2 (сополимера феноло-формальдегидной смолы с хлорвиниловой смолой). Размеры плитки 100×100 , 150×150 мм, толщина 3—5 мм. На тыльной стороне плитки имеют ребра жесткости, которые повышают их прочность и улучшают их сцепление с вяжущим. Плитки стойки к действию агрессивных сред.

Подслоечные материалы. Долговечность наружных покрытий в условиях воздействия агрессивных сред зависит от надежности непроницаемого изолирующего подслоя. На пивоваренных предприятиях применяют две разновидности подслоечных материалов: на основе нефтебитумов (рубероид, гидроизол, изол, бризол и т. п.); на основе синтетических смол и каучуков (полиизобутилен, поливинилхлоридный пластикат, полиэтиленовая пленка и др.).

Рубероид применяют и как подслоечный материал (гидроизоляция), и как самостоятельное покрытие (устройство крыш). Выпускается он в рулонах шириной 600—1050 мм (ГОСТ 10923—76). Для антикоррозионных работ применяют в основном рубероид марки РМ-350. К защищаемой поверхности рубероид приклеивают горячей или холодной битумной мастикой.

Гидроизол служит для устройства гидроизоляции строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях микробиологической коррозии. Поставляется гидроизол в рулонах шириной 950 мм и развернутой длиной 20 м (ГОСТ 7415—74). Приклеивают гидроизол к основанию горячей битумной мастикой.

Изол обладает высокой химической стойкостью при низких температурах и стойкостью к гниению. В качестве подслоечного материала используется при облицовке полов, приямков, бетонных сборников. Упаковывается изол в рулоны шириной 800—1000 мм. Общая площадь рулона 10—15 м² (ГОСТ 10296—71).

Бризол имеет хорошие гидроизоляционные свойства. Используется как подслоечный материал при подготовке строительных конструкций к облицовке, а также для изоляции коммуникаций, прокладываемых непосредственно в грунте. Ширина

рулонов бризола 725—1000 мм, развернутая длина 50 м (ГОСТ 17176—71).

Полиизобутилен—химически стойкий материал, однако имеет невысокую теплостойкость и применяется в температурном диапазоне $-30 \div +60^\circ\text{C}$. Выпускается листами шириной 800—900 мм и длиной 2500—3000 мм (ТУ 105203—70). К защищаемой поверхности прикрепляется клеем 88-Н.

Поливинилхлоридный пластикат устойчив к действию воды, кислот, щелочей, солей. При низких температурах становится хрупким, при 60°C размягчается. Применяется как в качестве подслоечного материала, так и в виде самостоятельного антикоррозионного покрытия. Выпускается листами или рулонами (ТУ МХП 6-05-1335—70).

Полиэтиленовая пленка стойка к действию агрессивных сред при температурах до 70°C . Ширина ленты 120—180 мм (ГОСТ 10354—73).

Стеклоткань применяют для армирования мастик, используемых в качестве подслоечных материалов, и упрочения лакокрасочных покрытий. Она термоустойчива (до 350°C), имеет значительную прочность на разрыв, стойка против микробиологической коррозии. Ширина рулона стеклоткани 600—1000 мм, развернутая длина 25 м (ГОСТ 8481—61).

Лакокрасочные материалы. Специфические условия эксплуатации оборудования для производства пива, отсутствие универсальных покрытий, пригодных для любых температурно-влажностных режимов, создают значительные трудности при выборе лакокрасочных материалов для защиты наружных поверхностей аппаратов.

Решение этой задачи усложняется разнообразием факторов, иногда одновременно воздействующих на покрытие: технологическая и внешняя среды, механические и температурные нагрузки, моющие и дезинфицирующие растворы и т. д.

Днепропетровским производственным объединением пивобезалкогольной промышленности совместно с Украинским отделом института «Проектхимзащита» составлены рекомендации по выбору лакокрасочных материалов для защиты наружных поверхностей технологического и вспомогательного оборудования. При составлении рекомендаций учитывались конкретные условия эксплуатации оборудования пивоваренного производства. Рекомендации составлены с учетом широкого ассортимента отечественных грунтов, красок, эмалей, лаков на основе натуральных и синтетических пленкообразующих, обеспечивающих надежную защиту металлов от коррозии и высокую декоративность.

Обозначения пленкообразующих веществ лакокрасочных материалов, указанных в рекомендациях, приведены в табл. 10 (согласно ГОСТ 9825—73).

Лакокрасочные материалы	Обозначение	Основные пленкообразующие вещества
Алкидно-акриловые	АС	Сополимеры акрилатов с алкидами
Битумные	БТ	Природные асфальты и асфальтиты Искусственные битумы. Пеки
Винилацетиленовые и дивинилацетиленовые	ВН	Смолы дивинилацетиленовые и винилацетиленовые
Глифталевые	ГФ	Смолы алкидные глицерофталатные (глифталы)
Кремнийорганические	КО	Смолы кремнийорганические, полиоргануретановые и др.
Масляные	МА	Масла растительные
Нитроцеллюлозные	НЦ	Лаковые коллоксилины, нитроалкидные композиции (нитроглифталы, нитропентафталы и т. д.), нитроцеллюлозо-уретановые, нитроамино-формальдегидные
Пентафталевые	ПФ	Смолы алкидные пентоэритритфталатные (пентафталы)
Перхлорвиниловые и поливинилхлоридные	ХВ	Перхлорвиниловые смолы, поливинилхлоридные смолы
Поливинилацетальные	ВЛ	Поливинилформали, поливинилбутирالی, поливинилформальэтилалы, винилфлекс и другие поливинилацетальные смолы
Сополимеро-винилхлоридные	ХС	Сополимеры винилхлорида с винилацетатом, винилиденхлоридом, винилбутиловым эфиром, метакрилатами и другими винильными мономерами, а также отверждаемые изоцианатами
Фенольные	ФЛ	Смолы феноло-формальдегидные (модифицированные 100%-ные) на основе фенолов, крезолов или ксиленолов, масляно-фенольные смолы
Эпоксидные	ЭП	Смолы эпоксидные, алкидно-эпоксидные, нитроцеллюлозо-эпоксидные, алкидно-меламиноэпоксидные, эпоксуретановые и другие эпоксидно-модифицированные смолы

Кодовое обозначение красок, эмалей в рекомендациях состоит из пяти групп знаков, а лаков — из четырех групп знаков. Первая группа знаков определяет вид лакокрасочного материала и обозначается словом «краска», «эмаль» и т. д. Для масляных и алкидных красок, состоящих из одного пигмента, вместо слова «краска» дается наименование пигмента (например, охра, белила цинковые). Вторая группа знаков определяет пленкообразующее вещество (род смолы, сополимера, олифы и т. д.) и обозначается двумя буквами (см. табл. 10). Третья группа знаков при обозначении лаков, красок и эмалей определяет преимущественное назначение лакокрасочного материала согласно табл. 11 (по ГОСТ 9825—73).

Таблица 11

Группа лакокрасочных материалов	Обозначение	Преимущественное назначение (условия эксплуатации покрытий)
Атмосферостойкие	1	Покрытия, стойкие к атмосферным воздействиям в различных климатических условиях при эксплуатации на открытых площадках
Ограниченно атмосферостойкие	2	Покрытия, эксплуатируемые под навесом и внутри отапливаемых и неотапливаемых помещений
Водостойкие	4	Покрытия, стойкие к действию пресной воды и ее паров, а также морской воды
Маслобензостойкие	6	Покрытия, стойкие к воздействию минеральных масел и консистентных смазок, бензина и других нефтяных продуктов, содержащих не более 20% ароматических соединений
Химически стойкие	7	Покрытия, стойкие к воздействию кислот, щелочей и других жидких химических реагентов и их паров
Термостойкие	8	Покрытия, стойкие к воздействию повышенных температур
Электроизоляционные	9	Покрытия, подвергающиеся воздействию электрических напряжений, тока, электрической дуги и поверхностных разрядов

Четвертая группа знаков кода определяет порядковый номер, присвоенный данному лакокрасочному материалу, и обозначается одной, двумя и тремя цифрами. Например, эмаль ХВ-113 голубая. Здесь эмаль — вид материала, ХВ — обозначение лакокрасочного материала по химическому составу, 1 — группа материалов по назначению, 13 — порядковый номер, голубая — цвет материала.

При нанесении лакокрасочных покрытий важное значение имеет вязкость материала: пониженная вязкость улучшает качество сцепления покрытия, но в то же время увеличивает его пористость и уменьшает укрывистость (кроющая способность); при повышении вязкости не достигается сплошность вследствие плоского разлива и увеличивается толщина покрытия. В рекомендациях указываются растворитель для каждого предлагаемого лакокрасочного материала и вязкость. Для определения вязкости следует применять вискозиметры ВЗ-4, ВЗ-1 или шариковые вискозиметры (для олиф и масляных красок).

При составлении рекомендаций отдавалось предпочтение лакокрасочным материалам, быстро высыхающим при низких температурах [39]. В условиях непрерывного производства пива и низких температурных режимов технологии (солодовенные, бродильно-лагерные цехи, цехи розлива, склад) этот фактор имеет существенное значение. Время полного высыхания и оптимальные температуры сушки приводятся в рекомендациях для каждого лакокрасочного материала. Для отдельных видов

Покрытие (ГОСТ, ОСТ, ТУ)	Цвет	Вязкость (рабочая) по ВЗ-4 при 20 °С, с	Режим сушки		Растворитель (ГОСТ)	Ориентировочный расход на один слой, г/м²		Характеристика покрытия	Оборудование, рекомендуемое для покрытия
			Температура, °С	Продолжи- тельность, ч		при рас- пылении	при напе- чении		

Акридно-акриловые (АС)

Наносятся по грунтам ГФ-020 (ГОСТ 4056-63); ФЛ-03-К (ГОСТ 9109-76); ФЛ-03-КК (ГОСТ 9109-76), без грунта

1	Эмаль АС-182 (ГОСТ 19024-73)	Красный, морской волны, жел- тый, слоно- вой кости	13 14	1,5 85-90	Сольвент (ГОСТ 1928-67, Р-5 ГОСТ 7827-74, № 648—ГОСТ 181-88-72)	80-100	—	Атмосферо- стойкое, а так- же стойкое в условиях повы- шенной влаж- ности. Пленки матовые, твер- дые, механиче- ски прочные, обладают хо- рошей адге- зией. При тем- пературе 130°С светлые эмал темнеют	Медные аппа- раты варочных и бродильно- лагерных неков, мелкие трубо- проводы Аппаратура из алюминиевых сплавов, алю- миниевые тру- бопроводы, алюминиевые детали стекло- проводов
---	---------------------------------	--	-------	-----------	--	--------	---	--	---

Битумные (БТ)

Наносятся без грунта

2	Лак БТ-99 (ГОСТ 8017-74)	Черный	20-25	3 18-23	Толуол (ГОСТ 9880-76); кислота (ГОСТ 9849-76); сольвент	60-100	53	Обладает эле- ктроизоляцион- ными свойст- вами. Стойкое к перподиче- скому воздей-	Электрические машины (класс нагреваемости А). Шины за- земления и др. Металлоконст-
---	-----------------------------	--------	-------	---------	---	--------	----	---	--

№ п/п	Покрытие (ГОСТ, ОСТ, ТУ)	Цвет	Вязкость (рабочая) по ВЗ-4 при 20 °С,	Режим сушки		Растворитель (ГОСТ)	Ориентировочный расход на один слой, г/м ²		Характеристика покрытия	Оборудование, рекомендуемое для покрытия
				продолжи- тельность, ч	температура, °С		при рас- пылении	при нама- зывании кистью		
3	Лак БТ-99 (ГОСТ 8017— 74) с алюми- ниевой пудрой ПАП-1 (ГОСТ 5494—71)	Серебри- стый	30—60	2	120	(ГОСТ 1928—67) То же	70—100	65	стойкую воду температурой до 30°С и влажной ат- мосфере Стойкое к дли- тельному воз- действию прес- ной и морской воды, к перио- дическому воз- действию тем- ператур 300— 350°С и дли- тельному дейст- вию температур до 200—250°С	ручки внутри помещения Солодосушил- ки, калорифе- ры, ворошите- ли, вентилято- ры солодосу- шилок, шнеки горячего соло- да. Заторные котлы, фильт- рационные ча- ны, сушвароч- ные котлы, хме- леотделители, заторные фильтр-прессы, отстойные ча- ны. Оборудова- ние котельных
4	Краска БТ-177 (ГОСТ 5631—70)	Серебри- стый	20—50	1,5 0,5	18—23 100	Уайт-спирит (ГОСТ 3124— 52); ксилол (ГОСТ 9949— 76)	80—140	65	То же	То же
5	Лак БТ-142 (масляно- битумный) (МРТУ 6— 10—785—68)	Черный	10—23	2	120	Толуол, кси- лол, соль- вент (см. п. 2)	74—135	60	Высокой ат- мосферостой- кости, стойкое к одновремен- ному воздей- ствию повы- шенных влаж- ности и темпе- ратуры. Стой- кое к длитель- ному воздейст- вию температу- р до 200°С	
6	Лак каменно- угольный (Кузбасслак) (ГОСТ 1709—75)	Черный	32—36	24	18—23	Ксилол (ГОСТ 9949—76), сольвент (ГОСТ 1928— 67)	80—140	63	Стойкое к дли- тельному воз- действию мор- ской и пресной воды. Нестой- кое к воздей- ствию солнеч- ной радиации. Отличается хо- рошей адгезией	Металлоконст- рукции вспомо- гательных для замоч- ки бочек, систе- м орошения, солодорастиль- ных ящиков и камер конди- ционирования, опорные конст- рукции оборудо- вания для сбора и отпус- ка дробины и аппараты холо- дильных уста- новок

№ п.п.	Покрытие (ГОСТ, ОСТ, ТУ)	Цвет	Вязкость (рабочая) по ВЗ-4 при 20 °С, с	Режим сушки		Растворитель (ГОСТ)	Ориентировочный расход на один слой, г/м²		Характеристика покрытия	Оборудование, рекомендуемое для покрытия
				продолжи- тельность, ч	температура, °С		при рас- пылении	при нане- сении кистью		

Глифталевые (ГФ)

Наносятся на грунты ГФ-020; ФЛ-03-К; ФЛ-03-КК

7	Эмаль ГФ-230 (ГОСТ 64—66)	Различный	70—150	72	18—22	Уайт-спирит (ГОСТ 3134— 52), скипидар (ГОСТ 1571— 76)	70—150	80	Стойкое внутри помещений, устойчивое к периодическому воздействию воды. Пленка с хорошей адгезией	Зерноочисти- тельные сепара- торы, триеры, сортировочные машины для яч- меня, триер- сортировки, росткоотбив- ные, солодопо- лировочные, наждачно- обоечные маши- ны, автоматиче- ские весы для зерна, вальцо- вые станки, солододробил- ки. Стационар- ные и передвиж- ные транспор- теры
---	---------------------------------	-----------	--------	----	-------	---	--------	----	--	--

Кремнийорганические (КО)

Наносятся по грунтам ГФ-020; ФЛ-03-К, ФЛ-03-КК, без грунта

8	Эмаль КО-822 (МРТУ 6-10-848—69)	Различный	20—25	2	18—23	Толуол (ГОСТ 9880—76), кси- лол (ГОСТ 9949—76)	100—170	85	Стойкое к пе- риодическому воздействию температуры 300° С	См. п. 3
---	---------------------------------------	-----------	-------	---	-------	---	---------	----	---	----------

Масляные (МА)

Густотертые масляные краски наносятся без грунта, остальные по грунтам
ГФ-020, ФЛ-03-К, ФЛ-03-КК

9	Краска мас- ляная густо- тертая МА-21 (на натураль- ной олифе), МА-0,25 (на комбиниро- ванной олифе)	Различных цветов	—	24	18—22	Олифа нату- ральная (ГОСТ 7931— 56), олифа комбинирован- ная (ТУ 6-10- 1208—71)	80—120	90	Стойкое в нор- мальных усло- виях эксплуа- тации внутри помещений, к периодическому воздействию температуры не выше 150° С	См. п. 7
10	Белила лито- понные, гус- тотертые (ГОСТ 6075—67)	Белый	—	24	18—22	См. п. 9	160—170	75	Краски свет- лых тонов при температуре выше 80° С из- меняют оттенок	См. п. 7
11	Краски мас- ляные густо- тертые для наружных ра- бот (ГОСТ 12287—77)	Белый	—	24	18—22	То же	90—235	100	Атмосферо- стойкое. Тем- неет при тем- пературе 80° С. Неустойчивое к маслу, бензину, ксерсину. Устойчивое к периодическо-	То же

№ п.п.	Покрытие (ГОСТ, ССТ, ТУ)	Цвет	Вязкость (рабочая) по ВЗ-4 при 10 °С.	Режим сушки		Растворитель (ГОСТ)	Среднестатистический расход на один слой, г.м ²		Характеристика покрытия	Оборудование, рекомендуемое для покрытия
				продолжи- тельность, ч	температура, °С		при рас- пылении	при нанесе- нии кистью		
12	Белила свин- цовые густо- тертые (ГОСТ 12287—71)	Белый	—	24	18—22	См. п. 9	210—310	210	му воздей- ствию воды тем- пературой 50°С, слабых раство- ров щелочи См. п. 11	См. п. 7
13	Краски масля- ные, готовые к применению (ГОСТ 10503—71)	Различный	65—160	24	18—22	Уайт-спирит (ГОСТ 3134— 52) и см. п. 9	200—320	220	См. п. 11, 12	То же

Перхлорвиниловые и поливинилхлоридные (ХВ)

Наносятся по грунтам ГФ-020, ФЛ-03-КК, АК-070 (ОСТ 6-10-401—76), ХС-010 (ГОСТ 9355—60)

14	Эмаль ХВ-124 (ГОСТ 10144—74)	Различный	18—20	2 1	18—20 60	Р-4, Р-5, (ГОСТ 7827—74)	160—370	—	Высокой ат- мосферестой- кости, стойкое к действию морской воды, в атмосфере, загрязненной промышленны-	Оборудование, установленное в ремонтно-ме- ханических це- хах. Химводо- очистки котель- ных. Аппарату- ра холодильно-
----	------------------------------------	-----------	-------	--------	-------------	-----------------------------	---------	---	--	--

15	Грунт, эмали и лаки пер- хлорвинило- вые химически стойкие: эмаль ХВ-785 (ГОСТ 7313—75), лак ХВ-784 (ГОСТ 7313—75)	Различный, бесцветные	16—22 16—22	1 1	18—20 18—20	Р-4 (ГОСТ 7827—24)	200—220 250—260	— —	ми газами хи- мических и других произ- водств. Стой- кое к длитель- ному воздей- ствию воды, периодическому воздействию масла и бен- зина Эмаль и лак для защиты в комплексном покрытии на- ружных поверх- ностей оборудо- вания и мета- ллоконструк- ций от воздей- ствия агрессив- ных газов (СО ₂ , SO ₂ , Cl ₂), кис- лот (серной, фосфорной, со- ляной) и сла- бых растворов солей и щело- чей при темп- ратурах от —40 до 60°С	компрессорных установок. Обо- рудование за- мочных и соло- дорастильных отделений Пластинчатые и трубчатые хо- лодильники, фильтр-прессы для отделения белкового от- стоя, сепарато- ры для сусла и пива, бродиль- ные чаны, тан- ки для добра- живания, пла- стинчатые фильтры, металлоконст- рукции бро- дильно-лагер- ных цехов
----	--	--------------------------	----------------	--------	----------------	-----------------------	--------------------	--------	--	---

№ п/п	Покрытие (ГОСТ, ОСТ, ТУ)	Цвет	Вязкость (рабочая) по ВЗ-4 при 20 °С, с	Режим сушки		Растворитель (ГОСТ)	Ориентировочный расход на один слой, г/м ²		Характеристика покрытия	Оборудование, рекомендуемое для покрытия
				продолжи- тельность, ч	температура, °С		при рас- пылении	при напе- сении кистью		

Сополимеро-винилхлоридные (ХС)

Наносятся по грунтам ГФ-020, ФЛ-03-К, ФЛ-03-КК, ХС-010

16	Эмаль ХС-710 (ГОСТ 9355—60)	Серый	18—22	2	18—20	См. п. 15	190—400	—	Стойкое к дей- ствию пресной и морской во- ды, бензина, слабых кислот, щелочей, солей при 18—23° С и минерально- го масла при 70° С. Пленки негорючие, по- луматовые, средней твер- дости	Бутылкомоеч- ные машины, разливочные, укупорочные, бракеражные, этикетировоч- ные автоматы, транспортные бутылкомоеч- ные, бочкомо- ечные машины, изобарометры
17	Эмаль ХС-598 (ТУ 6-10-592— 66)	Белый	18—22	48	18—22	См. п. 15	—	—	Стойкое к дей- ствию воды и слабых раство- ров органичес- ких кислот	То же
18	Краска ХС-717 (ГОСТ 9355— 60)	Алюминие- вый	60—100	2	18—22	См. п. 15	150—180	90— 100	Устойчивое к воздействию пресной и мор- ской воды при	Аппаратура хо- лодильно- и воздушно-ком- прессорных станций

19	Лак ХС-76Д (МРТУ 6-10- 939—70) с алюминиевой пудрой ПАП-1 (ГОСТ 5494—71)	Серебри- стый	18—23	3	18—23	См. п. 15	150—300	—	температуре до 100° С, мине- ральных масел при температу- ре до 80° С Стойкое к воз- действию прес- ной и морской воды при 18— 23° С. Устой- чивое к воздей- ствию раство- ров солей и минерального масла при 60°С	См. п. 15
----	--	------------------	-------	---	-------	-----------	---------	---	--	-----------

Поливинилацетальные (ВЛ)

Наносятся без грунта

20	Эмаль ВЛ-515 (ТУ 6-10- 1052—75)	Красно- коричневый	20—23	1	18—23	См. п. 15	90—100	75	Стойкое к дей- ствию горячей воды, бензина, нефти при нор- мальной темпе- ратуре, мине- рального мас- ла при темпе- ратуре до 150°С	Шнековые со- лодоворошите- ли. Баки горя- чей воды, кон- денсата. Масло- отделители и сборники масел холодильно- компрессорных установок
21	Лак ВЛ-725 (МРТУ 6-10— 866—75)	Серебри- стый	18—24	4	120	РКБ-1 (ТУ 6-10- 994-70)	105—190	80—90	Стойкое к дли- тельному воз- действию воды при нормаль- ной темпера-	См. п. 3

№ п/п	Покрытие (ГОСТ, ОСТ, ТУ)	Цвет	Вязкость (рабочая) по ВЗ-4 при 20 °С, с	Режим сушки		Растворитель (ГОСТ)	Сориентированный расход на один слой, г/м²		Характеристика покрытия	Оборудование, рекомендуемое для покрытия
				продолжи- тельность, ч	температура, °С		при рас- пылении	при напе- чении кистью		
	Эмаль ВЛ-725—готовится на месте: на 100 мас. частей лака 2,75 мас. частей алюминиевой пудры ПАП-1 (ГОСТ 5494—71)		16—20	4	120		90—160	75	туpe. Стойкое к одновременному воздействию повышенной температуры и влажности	

Эпоксидные (ЭП)

Наносятся по грунтам ЭП-0010 (ГОСТ 10277—76), ЭП-0020 (ТУ 6-10-1398—73), без грунта

22	Эмаль ЭП-51 (ГОСТ 9640—75)	Различный	17—23	3 1 5	18—23 80	648 (ГОСТ 18188—72)	—	—	Атмосферостойкое, стойкое к длительному воздействию морской воды.	См. п. 20
23	Эмаль ЭП-773 (ТУ 6-10-1152—76)	Зеленый, кремовый	18—20	2	120	646 (ГОСТ 18188—72)	140—230	97—110	Устойчивое в горячих 40% -ных растворах щелочи и воды (до	Бутылкомоечные машины, разливочные, бракеражные, этикетировоч-

24	Грунт—шпаклевка ЭП-0010 (ГОСТ 10277—76)	Красно-коричневый	20—30	24	18—22	Р-4, Р-5 (ГОСТ 7827—74)	200	400	100° С). Пленки твердые, подуматовые, механически прочные, с хорошей адгезией. Стойкое к длительному воздействию растворов щелочей при 18—20°С, к периодическому воздействию горячей воды, бензина и минерального масла	ные автоматы, бутылочные транспортеры, бочкомоечные машины, изобарометры. Сборники щелочей, баки регенерации щелочи, щелочные насосы, мерники щелочи, трубопроводы щелочи
----	--	-------------------	-------	----	-------	----------------------------	-----	-----	---	---

оборудования рекомендованы полимерные покрытия, которые можно применять без грунтов и шпаклевок. Это позволяет без снижения качества упростить технологию нанесения лакокрасочных материалов, а следовательно, сократить сроки ремонтных работ.

Рекомендации по выбору лакокрасочных покрытий для защиты наружных поверхностей оборудования приведены в табл. 12.

ОКРАСКА МОКРЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Значительное число технологического оборудования и трубопроводов солодовенных, бродильно-лагерных и других цехов пивоваренных заводов почти все время (за исключением непродолжительных ремонтных периодов) имеют влажные поверхности. Высушить их в условиях высокой влажности практически невозможно. Защита мокрых поверхностей готовыми составами, выпускаемыми лакокрасочными заводами, малоэффективна и недолговечна. Такие покрытия имеют низкую адгезию, быстро разрушаются, ржавые оголенные металлические поверхности ухудшают эстетику цехов и приводят к преждевременному выходу из строя оборудования и коммуникаций.

Для защиты мокрых поверхностей может быть рекомендована эпоксидно-пековая краска на основе эпоксидной смолы ЭД-16 и кузбасслака. Адгезию грунтовочного слоя к мокрой поверхности обеспечивают вводимые в состав композиции поверхностно-активные вещества (ПАВ): кислый гудрон СБ-3 2%, либо диаминдиолеат 3% от массы грунта (в пересчете на неразбавленное ПАВ). Поверхностно-активное вещество, адсорбируясь на мокрой поверхности, вытесняет с нее воду, обеспечивая растекание и сцепление грунта с металлом.

Готовят эпоксидно-пековую краску в герметической шаровой мельнице. Скорость вращения барабана мельницы 55 об/мин.

В состав эпоксидно-пековой краски входят следующие компоненты:

	В мас. %	В мас. частях
Раствор эпоксидной смолы ЭД-16 вязкостью 0,12—0,18 Па·с	51,1	100,0
Сурик железный сухой (ГОСТ 8135—62) или окись хрома техническая (ГОСТ 2912—58)	22,7	44,5
Тальк молотый марки А I и II сортов (ГОСТ 879—52)	5,7	11,5
Дибутилфталат (ГОСТ 2102—56)	1,2	2,2
Кузбасслак каменноугольный (ГОСТ 1709—63) вязкостью 0,12—0,18 Па·с	14,2	28,0
Дихлорэтан (ГОСТ 1942—42)	5,1	10,0
	100,0	195,8

Сначала в барабан шаровой мельницы заливают эпоксидную смолу, предварительно подогретую на водяной бане для разжижения. Затем в барабан добавляют дихлорэтан или многокомпонентный растворитель (в мас. %: ацетон 30, этилцеллозольв 30, толуол 30, ксилол 40). Общий расход растворителя 20—30% от массы эпоксидной смолы.

Эпоксидную смолу и растворитель перемешивают в течение 1—2 ч до получения однородной массы. Затем задают в барабан остальные компоненты: пигмент, тальк, дибутилфталат и растворитель (50% от общего количества). Включают мельницу на 2—3 ч, после чего добавляют остальное количество растворителя для получения краски вязкостью 0,15—0,18 Па·с и снова включают мельницу на 40 мин.

Технология подготовки грунта аналогична, но с той лишь разницей, что в состав композиции дополнительно вводят ПАВ и пигмент для внешнего отличия грунта от краски.

Хранят грунт и краску в герметической таре. Перед употреблением в состав композиции вводят полиэтиленполиамин (отвердитель) в количестве 10% от массы неразбавленной эпоксидной смолы ЭД-16. Покрывают мокрые поверхности одним слоем грунта и двумя слоями краски. Расход материала составляет 0,35 кг/м² поверхности.

ЗАЩИТА НАРУЖНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ И ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

На пивоваренных заводах значительное число резервуаров, бункеров (цилиндро-конические танки, сборники дробины, хранилища для топлива и др.) расположены вне производственных зданий и подвержены постоянному воздействию атмосферной коррозии. Надежной защитой наружных поверхностей такого оборудования служат эмали: сополимерные (винилхлорид с винилбутиловым эфиром марок СХБ, СХБМ), перхлорвиниловые ХВ-125, ХВ-124, эпоксидные ЭП-51, фенольные ФЛ-14, кремнийорганические ФГ-9, ФГ-20 и др. Рекомендуются также химически стойкие перхлорвиниловое покрытие на основе лака ХВ-77 с наполнителем (10—15% от массы лака), эпоксидная грунтшпаклевка ЭП-0010, тиоколовые мастики. Срок службы оборудования, защищенного указанными покрытиями, увеличивается в 2—2,5 раза.

Паропроводы, трубопроводы горячей воды и конденсата защищают следующим образом: сначала наружную поверхность покрывают термостойким лаком, затем наносят слой теплоизоляции по металлической сетке и, наконец, снова по металлической сетке слой асбоцементной штукатурки. В качестве термозащиты используют пенобетоны, пеносиликаты, асбоцементные материалы.

Горячие трубопроводы снаружи покрывают также каменноугольным лаком сорта А, алюминиевой краской на основе битумно-масляного лака, термостойкими кремнийорганическими эмалями ФГ-20, ФП-50 или лаками К-48, ЭФ-8.

Если трубопроводы укладываются непосредственно в грунт, то их защищают многослойными рулонными покрытиями (изол, бризол, гидроизол). Эффективной является защита труб битумной мастикой в сочетании с крафтбумагой и битумной грунтовкой с последующим нанесением слоя битумной мастики, армированной изолом, бризолом или стеклорогожей.

Хорошо предохраняют от коррозии подземные трубопроводы полиэтиленовые и поливинилхлоридные пленки. Пленки эластичны, легко наносятся, плотно прилегают по всей поверхности. Поливинилхлоридные и полиэтиленовые пленки имеют липкий слой из полиизобутилена либо наносятся по клею 88.

ФУНГИЦИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Высокая относительная влажность воздуха, затемненность помещений, стабильные температуры 2—25°C, наличие питательных сред в технологических цехах пивоваренного производства создают благоприятные условия для развития плесени и грибов. Наиболее часто встречаются на пивоваренных заводах плесень вида *Aspergillus niger*, вызывающая порчу продуктов, *Rhizopus Nigricans* — черная плесень, развивающаяся на зерне [55]. Плесень способствует отслаиванию защитных покрытий, коррозии металла и бетона. Колонии плесени, отпадая от поверхностей конструкционных материалов, могут попасть в продукцию, вызвать ее порчу.

Самый распространенный вид борьбы с плесенью и грибами — обработка пораженных поверхностей хлорсодержащими растворами. Однако микроорганизмы приспосабливаются к действию вредных для них веществ и образуют устойчивые формы. Поэтому пивовары практикуют периодическую смену дезинфектантов, что позволяет повысить эффективность борьбы с плесенью.

Надежным средством против плесени и грибов является применение фунгицидных покрытий. Фирмой Rust—Oleum Corp. (Нидерланды) в покрытие типа 8400 использован новый нетоксичный фунгицид — трихлорометилтиофталимид. Покрытие получило распространение на зарубежных пивоваренных и других пищевых предприятиях. Наносится покрытие на стены, потолки и оборудование. Пленка покрытия устойчива при мойке к горячей воде и абразивному воздействию щеток. Толщина однослойного покрытия 25—50 мкм. Расход материала в среднем 1 л на 9—15 м² поверхности [55].

Для придания полимерным материалам фунгицидных и инсектицидных свойств в них вводят пентахлорфенол, этилмеркурфосфат, салициланид, соединения меди [30].

ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПОЛОВ

Полы пивоваренных заводов подвергаются интенсивному коррозионному воздействию. Органические кислоты сусла и пива, пролитых на пол, вызывают химическую коррозию бетона. На поверхностях строительных конструкций, смоченных пищевыми средами, активизируются микроорганизмы и возникает биологическая коррозия.

Днепропетровским инженерно-строительным институтом были обследованы полы в цехах пиво-безалкогольного комбината «Днепр», установлены причины их разрушения и разработаны рекомендации по устройству химически стойких полов для технологических цехов. Предложена следующая конструкция химически стойких полов (пооперационно):

гидроизоляция из полиизобутилена или двух слоев рубероида на битумной мастике;

цементная стяжка;

сплошная защита цементной стяжки эпоксидной шпаклевкой ЭП-0010;

покрытие из шлакоситалловой плитки размером $150 \times 150 \times 15$ мм или кислотостойкой керамической плитки марки КС;

заполнение швов между плитками мастиками на основе фурановых (фаизол), полиэфирных или эпоксидных смол;

после отверждения мастики швы пола смачивают водным раствором соляной или серной кислоты дважды, с перерывом не менее чем через 4 ч и не ранее чем через 10 сут после укладки покрытия.

Научно-исследовательский институт железобетона Госстроя СССР (НИИЖБ) разработал технологию приготовления составов на основе эпоксидных компаундов для устройства монолитных химически стойких полов. Такие покрытия полов применены, в частности, на Рязанском пивоваренном заводе. Состав покрытия на основе недефицитной алкилрезорциновой смолы ЭИС-1 готовят смешением эпоксидной смолы, пластификатора, отвердителя и наполнителей. Покрытия выполняют по выровненной бетонной цементно-песчаной, полимер-цементной или полимер-силикатной стяжке М-200 методом налива с последующим разравниванием состава шпателем до необходимой толщины [27].

Лабораторией полов ЦНИИпромзданий при участии института «Гипропищепром-2» разработаны рекомендации по устройству полов бродильных цехов. Согласно этим рекомендациям коррозионноустойчивые полы в основных технологических цехах устраивают следующим образом.

В варочных цехах на грунт основания, бетонный подстилающий слой или плиту перекрытия укладывают стяжку из цементно-песчаного раствора, затем гидроизоляционный слой. Перед укладкой гидроизоляции поверхность бетона грунтуют раствором битума марок БН-III и БН-V в бензине в соотношении 1 : 2,

1:3. На слой гидроизоляции по прослойке из цементно-песчаного раствора М-200 толщиной 10—15 мм с расшивкой швов полимерными мастиками укладывают покрытие из шлакоситалловых плит. Цементно-песчаный раствор готовят из цемента и песка в соотношении 1:2, воды и уплотняющей добавки (хлорное железо в количестве 2% от массы воды для раствора). В состав полимерной мастики входят (в мас. частях): эпоксидная смола ЭД-20 100, полиэтиленполиамин 10, песок кварцевый 150, порошок диабазовый 150, ацетон 10.

В бродильно-лагерных цехах основание пола выполняют аналогичным образом. Затем на слой гидроизоляции по прослойке из раствора на жидком стекле с уплотняющей добавкой толщиной 10—15 мм укладывают покрытие из керамической плитки или шлакоситалловых плит. В состав раствора входят (в мас. частях): песок 170, минеральный порошок (диабаз, маршалит, андезит) 170, жидкое стекло 100, кремнефтористый натрий 18, уплотняющая добавка 3. В качестве уплотняющей добавки применяют фуриловый спирт.

В цехах розлива пива в бутылки основание пола выполняют следующим образом. На слой гидроизоляции по цементно-песчаному раствору М-300 толщиной 10—15 мм укладывают покрытие из плит керамических, шлакоситалловых или светлого каменного литья (толщиной 20—30 мм) с расшивкой швов мастиками на основе эпоксидной смолы ЭД-20 либо на слой гидроизоляции по раствору на жидком стекле с уплотняющей добавкой укладывают керамические, шлакоситалловые или каменные плиты.

В отделениях розлива пива в бочки на слой гидроизоляции кладут мозаичное покрытие не ниже М-200 или монолитное бетонное покрытие толщиной 25—30 мм. Мозаичный бетон готовят из мраморной крошки, песка, цемента и воды. Размеры частиц мраморной крошки не должны превышать 15 мм. Для светлых полов применяют белый или разбеленный обыкновенный цемент с добавкой минеральных пигментов в количестве не более 15% по массе. Для разбелки к обыкновенному цементу добавляют каменный порошок с размером частиц не более 0,15 мм из белых или светлых каменных материалов в количестве 20—40% от массы цемента.

Полы многих производственных цехов заводов одновременно подвергают химическому и механическому воздействиям. Особенно значительны механические воздействия в цехах, где используется напольный транспорт. Так, в экспедиции пиво-безалкогольного комбината «Днепр» электропогрузчики, транспортирующие готовую продукцию, разрушили асфальтобетонные полы за 3—4 года эксплуатации. В экспедиции комбината устроены полы новой конструкции: на бетонное основание по цементно-песчаному раствору уложены массивные чугунные трапы (плиты со сквозными эллипсными отверстиями). Сквозные

отверстия утопленных в раствор трапов позволили увеличить площадь сцепления металла плиты с цементно-песчаным раствором в 2—3 раза. Такие полы способны воспринимать значительные механические нагрузки.

Правильный выбор конструкции и материалов для устройства коррозионно устойчивых полов пивоваренных заводов позволяет создать в цехах хорошие санитарно-технические условия, повысить долговечность и эксплуатационную надежность зданий и сооружений.

РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР ЦВЕТА ОКРАСКИ

Рациональное цветовое оформление оборудования и строительных конструкций пивоваренных заводов не только придает красивый внешний вид окрашиваемым поверхностям, улучшает их санитарно-гигиеническое состояние, но и существенно влияет на повышение работоспособности обслуживающего персонала. Многими психофизиологическими исследованиями установлено, что рабочие, находящиеся в цехе, окрашенном в желтый и оранжевый цвета, испытывают склонность к активным действиям, светло-желтый и светло-зеленый цвета улучшают настроение, пастельные цвета синий и зеленый вызывают пассивность, коричневый и фиолетовый — резко снижают активность. Поэтому не рекомендуется окрашивать оборудование и помещения в красный, синий и фиолетовый цвета во избежание быстрой зрительной утомляемости, снижения производительности труда, ослабления внимания.

Целесообразно окрашивать оборудование в светло-желтый, кремовый, оранжевый, оранжево-желтый, желто-зеленый, голубой и голубовато-зеленый цвета, весьма желательны цвета белый и серебристый.

Важное значение для создания оптимальных условий труда имеет степень освещенности помещений. В этой связи рекомендуется окрашивать потолки в белый цвет, облицовывать стены белой плиткой, полы настилать плиткой светлых тонов или мраморной крошкой на светлых растворах и вяжущих. Коэффициент отражения белой поверхности равен 0,80—0,85; оранжево-желтой 0,65—0,70; светло-голубой 0,65; светло-зеленой 0,60; светло-серой 0,50—0,60.

Светлые тона улучшают не только освещенность рабочих мест, но и санитарно-гигиеническое состояние технологических цехов. На светлой поверхности легко различимы загрязнения, поэтому цвет покрытия стимулирует поддержание чистоты. Пролитые сусло и пиво также легко обнаруживаются на светлых поверхностях. Это способствует быстрому устранению причин пролива, а также смыву пролитых продуктов для предотвращения образования плесени и биокоррозии.

ОКРАСКА ТРУБОПРОВОДОВ

В технологических и вспомогательных цехах пивоваренных заводов смонтировано множество трубопроводов. Их окраску следует производить в соответствии с ГОСТ 14202—69 «Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки». В табл. 13 приведены опознавательная окраска трубопроводов и цифровые обозначения укрупненных групп трубопроводов.

Таблица 13

Транспортируемое вещество		Цвет опознавательной окраски	Цвет краски для нанесения буквенных и цифровых обозначений
цифровое обозначение группы	наименование		
1	Вода	Зеленый	Белый
2	Пар	Красный	То же
3	Воздух	Синий	Черный
4	Газы горючие (включая сжиженные)	Желтый	То же
5	Газы не горючие (включая сжиженные)	То же	»
6	Кислоты	Оранжевый	»
7	Щелочи	Фиолетовый	»
8	Жидкости горючие	Коричневый	Белый
9	Жидкости негорючие	То же	То же
0	Прочие вещества	Серый	Черный

Правильная окраска трубопроводов облегчает их эксплуатацию, позволяет легко разобраться в технологической схеме предприятия, предупреждает об опасности при обслуживании коммуникаций с агрессивными средами высоких концентраций. Однако при большой протяженности и насыщенности трубопроводов пестрота их окраски нарушает эстетику цеха. Поэтому разрешается опознавательную окраску наносить участками через 10 м. Целесообразно сохранять опознавательную окраску преимущественно в местах обслуживания (возле вентилей, задвижек, контрольных приборов, в местах перехода трубопроводов через стены, перекрытия). Остальные участки окрашивают в цвет стен и прочих элементов помещения. При этом допускается обозначать вид транспортируемого по трубопроводу вещества цифрами (табл. 14).

При окраске особо опасных трубопроводов на них наносят предупреждающие цветные кольца: красный означает легковоспламеняемость, огне- и взрывоопасность; желтый — опасность или вредность (ядовитость, токсичность, способность вызывать удушье, термические и химические ожоги, высокое давление и глубокий вакуум); зеленый — безопасность или нейтральность.

Цифровое обозначение	Транспортируемое вещество	Цифровое обозначение	Транспортируемое вещество
1	Вода	5	Газы негорючие
1.1	питьевая	5.4	углекислый газ и газы, его содержащие
1.2	техническая		
1.3	горячая (водоснабжение)	6	Кислоты
1.4	горячая (отопление)	6.5	неорганические и их растворы
1.5	питательная	6.6	органические и их растворы
1.8	конденсат	6.7	растворы кислых солей
1.9	прочие виды воды		
1.0	отработанная, сточная		
2	Пар		
2.1	низкого давления (до 0,2 МПа)	7	Щелочи
		7.3	известковые
2.2	насыщенный	7.5	неорганические и их растворы
2.3	перегретый		
2.4	отопления	7.6	органические и их растворы
2.0	отработанный		
3	Воздух	9	Жидкости негорючие
3.1	атмосферный	9.1	пищевкусовые жидкие продукты
3.2	кондиционированный		
3.4	горячий	9.2	водные растворы (нейтральные)
3.5	сжатый		
3.6	пневмотранспорта	9.3	прочие растворы (нейтральные)
3.7	кислород		
3.8	вакуум	9.0	негорючие стоки (нейтральные)
3.9	прочие виды воздуха		
4	Газы горючие	0	Прочие вещества
4.3	ацетилен	0.2	сыпучие материалы
4.4	аммиак		
4.7	окись углерода и газы, ее содержащие	0.3	зернистые материалы смеси твердых материалов с воздухом

От воздействия температуры среды, протекающей в трубопроводе, может произойти изменение цвета нанесенной на него краски. В таких случаях на трубопроводы подвешивают маркировочные щитки. Направление движения среды указывают стрелками, наносимыми непосредственно на трубопровод, либо острым концом маркировочных щитков [43].

Совершенствование эстетики и культуры пивоваренных предприятий способствует значительному повышению эффективности производства, создает благоприятные условия для труда и быта работающих. Внедрение в производство надежных наружных защитных покрытий позволяет получить существенный экономический эффект от удлинения сроков эксплуатации оборудования, зданий и сооружений, создает на пивоваренных заводах санитарно-технические условия, соответствующие высоким требованиям, предъявляемым к современным предприятиям.

Глава IV. ЗАЩИТНЫЕ ВНУТРЕННИЕ ПОКРЫТИЯ

В нашей стране и за рубежом накоплен богатый опыт антикоррозионной защиты внутренних поверхностей аппаратов, предотвращающей нежелательное поступление металлов [53] в пивное сусло и пиво [47].

В качестве защитных внутренних покрытий на пивоваренных заводах применяют пивную смолку, парафин, спиртово-канифольный лак, бакелитовые лаки, перхлорвиниловые лаки и эмали, эпоксидные смолы, стеклоэмали, стекло. Несмотря на многообразие внутренних покрытий, объемы их внедрения на пивоваренных заводах страны пока незначительны.

Традиционное трудоемкое и недолговечное покрытие пивной смолкой по объему применения значительно превосходит все вместе взятые внутренние покрытия. Основные причины медленного внедрения прогрессивных видов покрытий в пивоваренной отрасли: многокомпонентность предлагаемых составов, их дефицитность и высокая стоимость, многослойность покрытий, высокие требования к подготовке поверхностей и сложность технологии нанесения покрытий.

Все это обязывает как специалистов научно-исследовательских институтов страны, так и работников пивоваренной промышленности продолжать поиск более совершенных по составу и технологии нанесения защитных внутренних покрытий аппаратуры.

ПИВНАЯ СМОЛКА

Внутреннюю поверхность транспортных пивных бочек, деревянных, металлических и бетонных бродильно-лагерных емкостей в основном покрывают пивной смолкой.

Смолка представляет собой продукт, состоящий из канифоли сосновой не ниже I сорта (ГОСТ 19133—73), пищевого парафина нефтяного марки П-1 (ГОСТ 13577—71), масла подсолнечного нерафинированного (ГОСТ 1129—73).

Пивная смолка не должна придавать пиву посторонних запахов и привкуса, быть эластичной, не давать трещин, не отслаиваться при ударах и сотрясениях. Температура размягчения смолки находится в пределах 45—50°C. При температуре 20°C смолка не должна прилипать к пальцам, размягчаться или оплывать. Не допускается содержание воды в смолке, так как влага при горячем нанесении испаряется и образует пузыри и пустоты в слое покрытия.

Внутреннюю поверхность транспортных бочек покрывают пивной смолкой следующего состава (в %): канифоль 70—90, парафин 2—6, растительное масло 2—9. К этому составу добавляют (в %): битума не более 5, озокерита не более 7,5. В лет-

нее время транспортные бочки покрывают смолкой, имеющей более высокую температуру плавления, чем в зимнее время.

Для защиты изнутри стальных броидильно-лагерных емкостей ВНИИПБПом разработана битумно-восковая смолка, состоящая из следующих компонентов (в %): битум (спецбитум для заливочных аккумуляторных мастик) 40, парафин 45, церезин марки 63 12, канифоль 3. Добавляют к этому составу 0,5% пчелиного воска.

Защитный слой смолки должен противостоять механическим усилиям при передвижении рабочего в резиновой обуви по днищу емкости и промывке ее струей воды давлением 14,7—19,6 Па. Срок службы качественно нанесенной смолки на внутреннюю поверхность броидильно-лагерных емкостей 1 год, транспортных бочек — в течение трех оборотов.

На пивоваренные заводы пивная смолка поступает в бочках массой нетто 100—150 кг. Расход пивной смолки (в г на 1000 л емкости бочек): для оборотных транспортных бочек 400, для новых транспортных бочек 800. На 1 м² поверхности броидильно-лагерной емкости идет 400—500 г битумно-восковой смолки.

Недостатки покрытий пивной смолкой: низкая механическая прочность, невысокая адгезия, низкая температура размягчения, недолговечность.

Наносится пивная смолка на тщательно очищенную и высушенную поверхность. Сушку аппаратов производят электропечами, жаровнями с древесным углем или коксом, передвижными электрокалориферами (рис. 9). Открытые броидильные чаны закрывают крышками для предотвращения попадания в них загрязнений, влаги и поддержания в них повышенной температуры.

Подготовленную смолку в горячем состоянии (180—200°C) в ведрах, плотно закрытых крышками, доставляют к аппарату. Наносят смолку волосяными кистями. Нанесенный слой разравнивают пламенем паяльной лампы с выносным бачком или га-

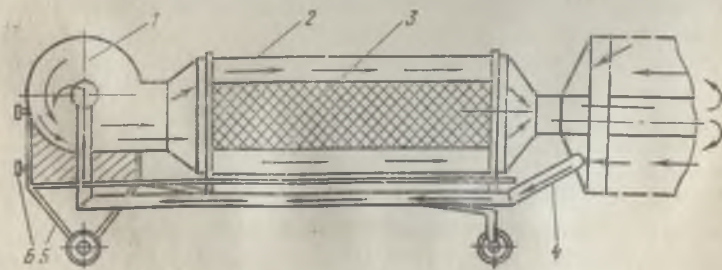


Рис. 9. Электрокалорифер (передвижной):

1 — вентилятор; 2 — кожух; 3 — термоэлементы из нихромовой проволоки, 4 — трубы для рециркуляции; 5 — тележка; 6 — щиток с переключателями.

зовой горелки [13]. Струю пламени быстро перемещают по покрытию, не допуская его воспламенения. При появлении красного пламени горелку следует погасить и охладить водой.

При восстановлении нарушенного участка покрытия поврежденное место прогревают пламенем горелки, оплавливают старую смолку и волосяной кистью наносят новую разогретую пивную смолку. Восстановленный участок выравнивают пламенем горелки.

Транспортные деревянные бочки перед осмолкой ремонтируют, удаляют из них посторонние предметы, осаживают обручи, тщательно просушивают. Осмолку бочек производят на бочкоосмолочных машинах. На старых заводах малой мощности осмолку производят вручную. Смолку из бочек выплавляют горячим воздухом, который нагнетается вентилятором из коксовой печи. Бочку с закрытыми донными отверстиями надевают втулочными отверстиями на сопла воздухопроводов и прогревают внутри до полного выплавления старой смолки. Расплавленную старую смолку сливают из бочки. Заливают новую смолку из расчета 1,5—2,0 л на 1 гл вместимости, бочку закупоривают. Далее ставят бочку на одно днище, затем кладут на бок и обкатывают на роликах для равномерного растекания смолки по ее поверхности. После обкатки бочку ставят на второе днище. Лишнюю смолку сливают. Толщина нанесенного покрытия 1—1,5 мм.

ПАРАФИН

Парафин применяется для изготовления пивной, битумно-восковой и других смол. Иногда его используют как самостоятельное покрытие, парафинируя деревянную посуду для сбора и хранения дрожжей или покрывая железобетонные и металлические емкости. Для этих целей разрешен парафин марки П-1 (ГОСТ 13577—71).

Физико-химические показатели нефтяного парафина марки П-1 должны соответствовать следующим требованиям:

Внешний вид	Белая кристаллическая масса
Запах	Отсутствует
Температура плавления, °С, не ниже	54
Содержание масла, %, не более	0,5
Цвет по стеклу № 1, мм, не менее	250
Устойчивость цвета, сут	7
Содержание механических примесей и воды	Отсутствуют

Перед употреблением парафин проверяют на отсутствие запаха, для чего в открытую прямоугольную формочку из белой жести, оцинкованной стали или алюминия размером 80×80×25 мм заливают 100 г расплавленного парафина. После остывания парафин вынимают из формочки и потом снимают 5—10 г стружки. Стружка не должна иметь отчетливо выраженного запаха.

Для проверки отсутствия механических примесей и воды в парафине 10 г парафина помещают в колбу вместимостью 100—250 мл, приливают 50 мл обезвоженного бензина и нагревают на водяной бане до 70°C при взбалтывании до растворения парафина. После растворения парафин выдерживают при этой температуре 15 мин. При этом не должно выделяться заметных на глаз мути, осадка или воды.

Хранят парафин в виде плиток, стружек, порошка или брикетов в полиэтиленовых или бязевых мешках, обшитых сверху джутовыми или бумажными мешками, или в картонных коробках с вкладышем из полиэтилена. Гарантийный срок хранения пищевого нефтяного парафина 3 мес со дня изготовления. Расход парафина на 1 м² поверхности 0,2 кг.

Недостатки парафинового покрытия: низкая механическая прочность, низкая температура плавления, слабая адгезия к защищаемой поверхности.

Покрывают парафином хорошо очищенные от старого покрытия высушенные и предварительно подогретые поверхности. Парафин, разогретый до 150—180°C, наносят волосяной кистью и выравнивают пламенем горелки.

СПИРТОВО-КАНИФОЛЬНЫЙ ЛАК

Применяется лак для защиты внутренних поверхностей бродильно-лагерных танков. В состав лака входит сосновая канифоль, представляющая собой хрупкую стекловидную массу, состоящую в основном из смоляных кислот ($C_{20}H_{30}O_2$) и растворителя (этиловый спирт или ацетон). Канифоль должна соответствовать ГОСТ 19113—73. Этиловый спирт для лака должен иметь крепость не ниже 96 об. %.

Готовят лак, как правило, непосредственно на пивоваренных заводах. Для этого резервуар оборудуют паровой рубашкой, механической мешалкой (вал которой уплотнен сальником), обратным холодильником и смотровыми люками. Через смотровой люк вливают этиловый спирт или ацетон. Включают мешалку. Затем снова через смотровой люк засыпают измельченную до порошка и просеянную через сито канифоль из расчета 0,9 кг/л растворителя. После залучивания смотровых окон сначала в холодильник пускают воду, а затем подают пар в рубашку. Нагревают растворитель до температуры на 15°C ниже температуры его кипения (спирт до 60—65°C, ацетон до 40—45°C) и отключают пар. В течение 15—20 мин канифоль растворяется. Лак выливают из резервуара в емкость, где медленно охлаждают и дают отстояться 2—3 дня для осаждения нерастворившихся частиц канифоли. При хорошем качестве канифоли и растворителя выход лака составляет 160—170%.

Лак, упакованный в плотно закрытые бутылки, может храниться длительное время в сухом прохладном месте. Расход

спиртово-канифольного лака примерно 85 мл на 1 гл бродильно-лагерной емкости.

Недостатки покрытий спиртово-канифольным лаком: значительная набухаемость, ненадежность и недолговечность, повышенные требования по технике безопасности.

Технология нанесения спиртово-канифольного лака более простая по сравнению с технологией нанесения пивной смолки и парафина: не требуется предварительный подогрев аппарата и самого защитного состава. На очищенную и высушенную поверхность кистями наносят два слоя лака. Перед пуском в эксплуатацию аппарат, защищенный лаком, моют пивными дрожжами, выдерживают сутки, а затем споласкивают холодной водой.

БАКЕЛИТОВЫЕ ЛАКИ

На пивоваренных заводах изобарометры, форфасы и другую аппаратуру, изготовленную из малоуглеродистых сталей, покрывают бакелитовыми лаками. Для покрытий используют лаки, соответствующие ГОСТ 901—71. Эти лаки представляют собой растворы феноло-формальдегидных смол в этиловом спирте. Составы применяемых лаков ЛБС-1 и ЛБС-2 (ГОСТ 901—71) аналогичны составам бывших марок А и Б (ГОСТ 901—56).

Физико-химические показатели бакелитовых лаков должны отвечать следующим требованиям:

	ЛБС-1	ЛБС-2
Цвет и внешний вид	Прозрачный раствор от красноватого до красно-бурого цвета, не содержащий взвешенных частиц. В пределах партии—одного цвета	
Содержание смолы, %	50—60	60—70
Содержание свободного фенола, %	9,0	12,0
Время желатинизации, с	50—120	50—120
Вязкость, Па·с	0,6—1,0	5,0

Адгезию лаков с металлической поверхностью можно значительно улучшить путем введения наполнителей: каолина и др. Например, лак марки ЛБС-1 перед употреблением наполняют парфюмерным каолином (до 15% от общей массы). Предварительно каолин нагревают до 160°C, затем охлаждают и вводят в лак. Эту смесь 6—8 ч перетирают в шаровой мельнице до получения однородной массы, которую затем разводят этиловым спиртом до требуемой вязкости.

Лак с наполнителем используют для первого грунтовочного слоя. Защитные слои лака наносят без наполнителя. Состоят бакелитовые покрытия из 4—5 слоев. Нормальная толщина пятислойного покрытия 0,6—0,8 мм ($\pm 0,1$ мм). Применяют лаки для покрытия оборудования, прогрев которого осуществляют до температуры не выше 120°C.

Хранят лаки в плотно закрытой таре при температуре не выше 20°C в складе, предохраняя от воздействия солнечных

лучей и влаги. Гарантийные сроки хранения: для лака ЛБС-1 2 мес, для лака ЛБС-2 1 мес со дня изготовления.

Расход материала (в кг на 1 м² покрытия): лак бакелитовый 1,5, каолин 0,15, спирт этиловый (95—96 об. %) 0,45, спирт технический 0,033.

Бакелитовые лаки применяют и в качестве отвердителей эпоксидных смол. Такие композиции менее токсичны. Применение бакелитовых лаков для отверждения эпоксидных смол повышает термо-, водо- и кислотостойкость покрытий. Получаемые пленки более эластичны, имеют хорошую адгезию к металлу. Значительно снижается стоимость покрытий.

Оптимальное содержание бакелитового лака в эпоксидной композиции 100% от массы смолы. При температуре 200°C покрытие отверждается в течение 1 ч.

Недостатки бакелитовых покрытий: хрупкость защитной пленки, чувствительность к температурным перепадам, неустойчивость к щелочам. Существенными недостатками этих покрытий являются также многослойность, длительность термообработки при высокой температуре (до 180°C), трудоемкость ремонта и восстановления поврежденных участков.

Технология нанесения бакелитового покрытия такова. На очищенную и обезжиренную металлическую поверхность наносят слой грунта, затем на грунтовочный слой — 4 слоя лака. Каждый слой покрытия сначала высушивают при температуре окружающей среды до отлипа, после чего покрытие подвергают термообработке по режиму, приведенному в табл. 15, [41]. Температура в момент включения печи во всех случаях была равна 20°C.

Таблица 15

Слой	Температура (в °C) после включения печи, ч							
	3	6	9	12	15	18	21	24
Грунтовочный	40	50	60	70	80	90	95	—
Первый	40	50	60	70	80	90	100	—
Второй	40	50	60	75	85	95	105	—
Третий	45	60	70	85	90	100	110	—
Четвертый	45	60	75	90	100	110	120	130

После термообработки покрытие равномерно охлаждают с таким расчетом, чтобы за 4 ч температура понизилась до 30—40°C. При более интенсивном охлаждении на покрытии могут появиться микротрещины.

В процессе нанесения покрытия качество каждого слоя контролируют и при обнаружении дефектов (трещин, пузырей) участок очищают до металла и производят повторную защиту с соблюдением установленного режима термообработки.

Окончание полимеризации бакелитового покрытия определяют протиранием лаковой пленки марлей, смоченной в спирте при температуре 60—80°C. Если марля не окрашивается в желтый цвет, полимеризация закончилась.

ХИМИЧЕСКИ СТОЙКИЙ ЛАК ХС-76

На днепропетровском пиво-безалкогольном комбинате «Днепр», Перевальском пивоваренном заводе, Феодосийском пиво-безалкогольном заводе и многих других для внутренних покрытий емкостей применяют химически стойкий лак марки ХС-76 (ГОСТ 9355—60) по грунту ХС-04 (ВТУ КУ 439—55).

Лак ХС-76 обладает устойчивостью к пивоваренным средам при температуре не выше 70°C, хорошей адгезией к защищаемой металлической поверхности, эластичностью. В этом его преимущества перед бакелитовыми лаками. Лаковое покрытие имеет ровную глянецвую поверхность, легко моется.

Лак ХС-76 представляет собой раствор смолы СВХ-40 (сополимер винилиденхлорида с винилхлоридом) в смеси летучих органических растворителей. Растворяют грунт и лак до рабочей консистенции растворителем Р-4 (ГОСТ 7827—74).

Химически стойкий лак ХС-76 должен соответствовать следующим требованиям:

Цвет пленки	Бесцветный
Внешний вид пленки	Гладкая, глянецвая, однородная
Вязкость, Па·с	0,02
Содержание сухого остатка, %, не менее	19
Время высыхания при температуре 18—22°C, не более	3
Твердость пленки по маятниковому прибору, не менее	0,4
Прочность пленки при изгибе по шкале гибкости, мм, не более	1
Прочность пленки при ударе, Н·м, не менее	4,9
Адгезия пленки при пробе бритвой по методу «решетки»	Пленка лака хорошо про- резается, не отслаивается и не крошится

В состав грунта ХС-04 входят следующие компоненты (в %): лак ХС-76 75; тальк 12,5; железный сурик 12,5. Смесь перетирается в шаровой мельнице до требуемой консистенции. Цвет грунта от коричневого до темно-коричневого. Содержание сухого остатка не менее 40%, продолжительность высыхания при 18—23°C — не более 3 ч, прочность пленки на изгиб — не более 1 мм.

Лак ХС-76 поступает на заводы в металлических банках, стальных луженых и алюминиевых флягах вместимостью до 40 л, бидонах на 25 л и металлических бочках со съёмным днищем, вмещающих до 300 кг лака.

Хранят лак в плотно закрытой таре, предохраняя от действия солнечных лучей и влаги. Гарантийный срок хранения лака 12 мес. Расход материалов на 1 м² лакового покрытия (в кг): растворитель Р-4 или ацетон (на обезжиривание) 0,2; грунт ХС-04 на 3 слоя 0,5; лак ХС-76 на 3 слоя 0,4.

Недостатки лаковых покрытий: набухание, низкая температура размягчения, недостаточная механическая прочность.

Грунт ХС-04 наносят кистями или краскораспылителем на очищенную и обезжиренную поверхность аппарата. После 24 ч воздушной сушки наносят второй слой грунта. Через сутки наносят третий грунтовочный слой, в состав которого входит грунт с лаком ХС-76 в соотношении 1 : 1. На прогрунтованную поверхность наносят 3 слоя лака с временным интервалом 2—3 ч. Последний слой сушат 8 ч при 80°С.

СОПОЛИМЕРО-ВИНИЛХЛОРИДНЫЕ ЭМАЛИ

На московском пивоваренном заводе им. Бадаева для покрытия бродильно-лагерных емкостей используют белую эмаль ХСЭ-А. Эмаль представляет собой раствор сополимера винилиденхлорида с винилхлоридом в смеси органических растворителей. В состав эмали входит пигмент двуокись титана (ГОСТ 2102—67).

Эмаль в условиях пивоваренного завода готовят следующим образом: 100 кг лака ХС-76 и 17 кг двуокиси титана тщательно смешивают в шаровой мельнице. В барабан мельницы в каждый стакан вместимостью 3 л загружают 0,7 кг двуокиси титана и 2 кг лака ХС-76. Готовая смесь имеет консистенцию густой сметаны. Для разбавления смеси до рабочей вязкости на 11 кг эмали добавляют 5 кг лака ХС-76. Перед нанесением эмали защищаемую поверхность покрывают двумя слоями грунта ХС-04.

Если сварочные швы емкости имеют глубокие впадины и неровности, то поверхность шпаклюют. Шпаклевку готовят из мелкотертого асбестового порошка или крошки и лака ХС-76. Приготовленная шпаклевка должна выстояться 2—3 ч.

По двум слоям грунта наносят 4—5 слоев эмали. Расход материалов на 1 м² эмалевого покрытия (в кг): грунт ХС-04 на 2 слоя 0,3; эмаль ХСЭ-А для металлической поверхности 0,8—0,9; для бетонной 1,0.

Отечественными лакокрасочными заводами освоен выпуск синтетической белой эмали ХС-558. Эмаль предназначена для внутренних покрытий емкостей из черных металлов и представляет собой раствор сополимера хлорвинила с винилиденхлоридом (СХВ-40) в смеси органических растворителей. Пигментом в эмали также служит двуокись титана. Эмаль должна соответствовать следующим техническим требованиям:

Цвет

Белый, оттенок
не нормируется

Степень перетира по «клину», мкм, не более

30

Вязкость, Па·с

0,03—0,1

Содержание сухого остатка, %, не менее

35—39

Продолжительность высыхания при $20 \pm 2^\circ\text{C}$, ч, не более

на сополимере «Джеон-22»

5

на сополимере ВХВД-40

3

Прочность пленки при изгибе по шкале гибкости, мм,
не менее

1

Покрытие состоит из четырех слоев эмали. Расход материалов на 1 м^2 эмалевого покрытия (в кг): эмали ХС-558 0,6; ацетона или растворителя для обезжиривания защищаемой поверхности 0,2.

ЭПОКСИДНЫЕ СМОЛЫ

Эпоксидные смолы обладают хорошей адгезией к металлической и бетонной поверхностям, совмещаются с синтетическими смолами, отличаются малой усадкой при отверждении.

Покрытия из эпоксидных смол стойки к пивоваренным средам, механически прочны, эластичны. Для повышения эластичности в составы покрытий вводят пластификаторы. Теплостойкость покрытий повышают добавлением наполнителей, например двуокиси титана и др. К тому же наполнители снижают усадку и внутренние напряжения. В зависимости от отвердителя теплостойкость защитного слоя достигает $110\text{—}120^\circ\text{C}$. Термообработка при нанесении покрытий повышает как теплостойкость их, так и механическую прочность.

Для защиты внутренних поверхностей аппаратов в пивоварении используют эпоксидные смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587—72, бывшая ЭД-5) и ЭД-16 (ГОСТ 10587—72, бывшая ЭД-6) ¹.

Эпоксидно-диановые неотвержденные смолы представляют собой растворимые и плавкие реакционно-способные олигомерные продукты на основе эпихлоргидрина и дифенилолпропана. Переводят смолы в неплавкое и нерастворимое состояние отвердителями различного типа.

Количество отвердителя должно быть, как правило, расчетным. В случае применения алифатических ди- и полиаминов количество отвердителя может быть и меньшим из-за их каталитического влияния на процесс отверждения. При избытке отвердителя реакция отверждения будет протекать неравномерно вследствие возникновения побочных процессов, приводящих к обрыву молекулярной цепи, реакция может прекратиться до достижения полного отверждения. Получаемое при этом покрытие будет иметь пониженные механические и химические свойства, в частности, недостаточную водостойкость.

¹ В обозначениях марок смол Э — эпоксидная, Д — дифенилолпропановая, цифры указывают нижний предел содержания эпоксидных групп.

Эпоксидные смолы, применяемые для покрытий, должны соответствовать следующим требованиям:

Внешний вид	ЭД-20 Вязкая, про- зрачная	ЭД-16 Высоковязкая
Цвет	Без механических включений	Без механических включений
Молекулярная масса	От светло-желтого	до коричневого
Плотность при 25°C, г/см³	390—430	480—540
Температура вспышки в открытом тигле, °C	1,166	1,168
Содержание эпоксидных групп, %	1,0	0,8
Вязкость, Па·с	13—28	Не опреде- ляется

Хранят смолы в плотно закрытой таре в складах при температуре не выше 30°C. Гарантийный срок хранения 1 год со дня изготовления.

Молдавским научно-исследовательским институтом пищевой промышленности разработано трехслойное покрытие для защиты внутренних поверхностей металлических емкостей, получаемое нанесением грунтовки ЭП-01, шпаклевки ЭП-002 и эмали ЭП-73. Композиции для защитных покрытий имеют следующие составы [49] (в %):

Грунтовка ЭП-01:	смола ЭД-20	55,1
	сурик железный	23,6
	ацетон или растворитель Р-4	21,3
Шпаклевка ЭП-002:	смола ЭД-20	70
	каолин	30
Эмаль ЭП-73:	смола ЭД-16	58,3
	двуокись титана	25,1
	ацетон или растворитель Р-4	16,6

Эпоксидные композиции, применяемые для покрытий, должны соответствовать следующим требованиям (табл. 16).

Таблица 16

Показатели	Грунтовка ЭП-01	Шпаклевка ЭП-002	Эмаль ЭП-73
Цвет	Красно-коричневый	Светло-желтый	Белый
Содержание пленкообразующего вещества, %, не менее	55	70	58
Содержание наполнителя, %, не более	24	30	25
Продолжительность высыхания при температуре 20°С (с отвердителем), ч	32	10	18
Степень перетира по «клину», мкм	45	30	25
Вязкость, Па·с			
в растворителе Р-4	0,020	—	0,069
в ацетоне	0,015	0,017 (при разбавлении в 4 раза)	0,033
Эпоксидное число	8,5	11	8

В каждую композицию перед употреблением добавляют в качестве отвердителя полиэтиленполиамин (ТУ 33029—59): в грунтовку и эмаль 3,5—3,6%; в шпаклевку 4,5—4,6%. Общая толщина трехслойного покрытия 0,5—1,0 мм. Расход материалов на 1 м² покрываемой металлической поверхности (в кг): грунтовка ЭП-01 0,25; шпаклевка ЭП-002 0,40; эмаль ЭП-73 0,40.

На очищенную поверхность аппарата наносят тонкий слой грунтовки ЭП-01 и сушат его 8 ч при 20—25°C. По грунтовочному слою наносят шпаклевку ЭП-002. Сушка шпаклевочного слоя [49] длится 12—24 ч при 20—25°C до отлипа. После отверждения шпаклевки наносят слой эмали ЭП-73 и сушат 48 ч при 20—25°C, а затем проводят термообработку по следующему режиму: при 60—90°C — 3 ч и при 135—140°C — 3,5 ч.

Во ВНИИВиВ «Магарач» разработано двухслойное защитное покрытие, состоящее (в частях по массе) из эпоксидной смолы ЭД-20 и ЭД-16 50, дибутилфталата 6, ацетона или технического этилового спирта 3 и двуокиси титана 20. Перед нанесением в состав композиции вносят 10% (от массы смолы) полиэтиленполиамин. Общая толщина двухслойного покрытия не менее 0,5 мм.

Расход материалов на 1 м² защищаемой поверхности (в кг): эпоксидная смола ЭД-20 или ЭД-16 0,5; двуокись титана 0,2; дибутилфталат 0,06; ацетон или технический этиловый спирт 0,03; полиэтиленполиамин 0,05.

Состав наносят на поверхность краскораспылительным пистолетом. Количество композиции готовят в расчете на 20 мин работы. Затем заливают в бачок новую порцию. Через 2 ч работы и перед остановками бачок, шланг и пистолет тщательно промывают ацетоном или растворителем Р-4. Через 24 ч в условиях естественной сушки наносят второй слой покрытия. Двухслойное покрытие сушат 3 сут при температуре окружающего воздуха.

Рижским политехническим институтом для защиты металлических емкостей, применяемых в консервном, винодельческом и пивоваренном производствах, предложено полимерное эпоксидное покрытие на основе смолы ЭД-20. Грунтовочный слой предлагаемого покрытия состоит (в частях по массе) из эпоксидной смолы ЭД-20 100, железного сурика 40, ацетона 40.

Составные компоненты перетирают в шаровой мельнице в течение 4—5 ч.

Второй (шпаклевочный) слой содержит (в мас. частях): эпоксидную смолу ЭД-20 100 и каолин 40.

В состав покровного слоя входят (в мас. частях): эпоксидная смола ЭД-20 100 и двуокись титана 40.

Компоненты сначала перемешивают в механической мешалке, затем перетирают в шаровой мельнице. Полиэтиленполиамин (отвердитель) для покрытия применяется в следующих количествах: для первого (грунтовочного) слоя 90 мл на 1 л

грунта, для второго (шпаклевочного) слоя 9 частей на 100 частей по массе шпаклевки, для третьего (покровного) слоя 110 мл на 1 л композиции.

Технология покрытия, разработанного Рижским политехническим институтом, отличается от технологии аналогичного покрытия Молдавского НИИПП тем, что в ней не предусматривается термообработка покрытия при высокой температуре. Покрытие после естественной сушки в течение 24 ч промывают раствором уксусной кислоты для удаления остатков полиэтиленполиамины [34].

Молдавским НИИПП для увеличения теплостойкости защитного слоя и механизации процессов его нанесения предложен состав, содержащий в качестве отвердителя 50%-ный спиртовой раствор метафенилендиамина и наполнителя — тальк.

Покрытие четырехслойное. Состоит из двух слоев грунта, включающего следующие компоненты (в мас. %): эпоксидная смола ЭД-20 42—45, железный сурик 20—25, тальк 10—12, растворитель Р-4 12—15, отвердитель 10—12. На грунт наносят два слоя эмали следующего состава (в мас. %): эпоксидная смола 47—50, двуокись титана 15—20, тальк 10—12, растворитель Р-4 10—14, отвердитель 11—13. Отвердитель вводят непосредственно перед нанесением покрытия.

Во ВНИИВиВ «Магарач» разработано и внедрено в производство покрытие на основе эпоксидных смол, армированных стеклотканью. Для покрытия используют смолы ЭД-20, ЭД-16 или эпросины производства ЧССР, двуокись титана и стеклоткань Т-1. Смолы ЭД-20 или ЭД-16 отверждают полиэтиленполиамином (ПЭПА), эпросины — диэтилентриамином. Отвердитель вносят в состав в следующих пропорциях (части по массе):

эпоксидная смола ЭД-20 100, ПЭПА 6,5;

эпоксидная смола ЭД-16 100, ПЭПА 6;

эпросин Е-1 100, диэтилентриамин 4,7;

эпросин Е-2В 100, диэтилентриамин 4,9.

Покрытие трехслойное. Первый слой: кистью наносят слой связующего вещества и наклеивают стеклоткань до полной пропитки. Второй слой: через 24 ч снова наносят слой связующего вещества и стеклоткани. Третий слой: через 24 ч наносят слой эпоксидной смолы с двуокисью титана.

Расход материалов на 1 м² покрытия (в кг): эпоксидная смола ЭД-20, ЭД-16 или эпросины 2, двуокись титана 0,1, стеклоткань 0,7, отвердитель 0,3 [49].

Для защиты внутренних поверхностей стальных бочек, используемых для хранения соков, Молдавским НИИПП разработано четырехслойное полимерное покрытие, состоящее из одного слоя грунта ФА-01, двух слоев эмали ФА-72 и покровного слоя эпоксидно-фенольного лака 3-30-59. В состав грунта входят 81,4% лака 3-30-59 и 18,6% железного сурика. Эмаль

ФА-72 состоит из 66,5% лака 3-30-59 и 33,5% двуокиси титана. Готовят грунт и эмаль в шаровой мельнице, куда задают лак и пигменты и перетирают их 5—6 ч. Перед нанесением грунт, эмаль и лак разбавляют этилцеллозольвом до рабочей вязкости (в Па·с): грунт ФА-01 — 0,018—0,020, эмаль ФА-72 — 0,020—0,025, лак 3-30-59 — 0,012—0,015.

Очищенную внутреннюю поверхность бочек подвергают холодному фосфатированию, затем пассивации, после чего промывают и сушат. Покрытие наносят краскораспылителем под давлением воздуха 29,4—49,0 Па. Слой грунта ФА-01 в течение 6 ч сушат при 20—25°C и подвергают термообработке при 150—160°C в течение 15 мин. По грунтовочному слою наносят два слоя эмали ФА-72. Каждый слой эмали сушат при 20—25°C 4—6 ч, затем 30 мин ведут термообработку при 180—185°C. Верхний слой из лака 3-30-59 сушат 2—3 ч при 20—25°C и в течение 1 ч выдерживают при 180—185°C. Толщина четырехслойного покрытия 36—40 мкм. Теплостойкость покрытия 120°C.

ЭПОКСИДНАЯ ПАСТА «МЕРАКОТ»

Эпоксидная паста «Меракот» использована на Донецком экспериментальном ремонтно-механическом заводе в качестве внутренних покрытий цилиндро-конических танков из углеродистых сталей. В состав покрытия входят эпоксидная смола (основание — желтого цвета) и отвердитель (красного цвета). Эпоксидную смолу и отвердитель смешивают в соотношении 1:1. Растворители в состав покрытия не входят. Это позволяет получить покрытие большой плотности, без пор, с лучшими защитными свойствами, повышенной химической стойкости и долговечности. Наносят эпоксидную пасту на подогретую до 30°C металлическую поверхность, что препятствует образованию вздутий и расслаиванию покрытия. В начальном состоянии эпоксидная смола и отвердитель при 15°C имеют вязкость 11 Па·с.

Перед нанесением покрытия оба компонента подогревают до 50°C для разжижения пасты. Покрытие желательно наносить на горизонтальные поверхности. Пистолет при работе находится на расстоянии 60 см от покрываемой поверхности. Покрытие наносят в двух перекрывающихся направлениях по принципу «сырое по сырому» на участках площадью до 3 м². Производительность машины «Меракот» 100—120 м²/ч. Через каждый час операторы меняются. Во время пересмен заменяются фильтры пистолета и насоса. Дозирование и распыление пасты на металлическую поверхность установка «Меракот» производит без воздуха. Состоит установка из двух термоизолированных баков (для эпоксидной смолы и отвердителя) с электроподогревом, мешалками и автоматическим регулированием температуры, пневматического поршневого устройства для дозирования компонентов, гибких шлангов (длиной 40 м) с термоизоляцией и

электроподогревом для подачи защитного состава, безвоздушного распылителя и устройства сжатого воздуха с минимальным давлением $(7-8) \cdot 10^5 \text{ Па}$ и расходом всасывающего воздуха $180 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Время полимеризации нанесенного состава: 5 ч при 60°C ; 10 ч при 40°C ; 7 дней при $15-20^\circ\text{C}$. Расход пасты около $1 \text{ кг}/\text{м}^2$ для получения однослойного покрытия толщиной 500 мкм.

Компоненты пасты хранят отдельно в закрытых бидонах вместимостью по 30 кг. Гарантийный срок хранения 1 год. Температура хранения не должна быть ниже 5°C и выше 50°C .

ЭПРОСИНЫ

В 1961 г. на московском пивоваренном заводе им. Бадаева были покрыты эпросином только бродильный чан вместимостью 2400 дал и лагерный танк вместимостью 3290 дал. В настоящее время эпросины получили значительное распространение на пивоваренных предприятиях. В частности, эпросинами защищены бродильно-лагерные и другие емкости на Запорожском пивоваренном заводе № 2, николаевском пивоваренном заводе «Янтарь» и др.

Химические заводы ЧССР выпускают на основе эпоксидных смол специальные пасты под названием «эпросины» и специальный лак для пропитки пористых материалов. Эпросин Е-1 представляет собой вязкую жидкость серо-дымчатого цвета, в состав которой входит эпоксидная смола Эпокси-1200 и 30% (± 2) наполнителя. Эпросин Е-2В имеет такую же вязкость, но белый цвет и содержит 28—32% наполнителя. Лак Эпокси Е-300АС получают добавлением к смоле Эпокси-1200 растворителя.

Эпросин Е-1 применяют в качестве грунта для покрытия железных, бетонных и деревянных емкостей, эпросин Е-2В — для верхнего слоя покрытия. Наполнителем для верхнего покровного эпросина Е-2В служит диоксид титана. Лак Эпокси Е-300АС используют для пропитки бетона и дерева [19].

Грунт готовят следующего состава (части по массе): эпросин Е-1 100, отвердитель 4,7. Верхний слой — соответственно из эпросина Е-2В 100 и отвердителя 4,5. На 1000 частей по массе лака Эпокси Е-300АС добавляют 35 мл отвердителя. В качестве отвердителя применяется диэтилентриамин, представляющий собой бесцветную жидкость, дымящуюся на воздухе и обладающую сильным щелочным действием. Покрытие трехслойное: один слой грунта (Е-1) и два защитных слоя (Е-2В). Поверхность покрытия гладкая, твердая, белого цвета. Расход эпросина Е-1 при нанесении на металлическую поверхность $0,4 \text{ кг}/\text{м}^2$, эпросина Е-2В $0,5 \text{ кг}/\text{м}^2$.

При защите внутренних поверхностей бетонных резервуаров перед нанесением грунта цементную штукатурку пропитывают лаком Эпокси Е-300АС. На покрытие 1 м^2 бетонных поверх-

ностей расходуется (в кг): лак Эпокси Е-300АС 0,25; эпросин Е-1 0,35; эпросин Е-2В 0,5.

Эпросины расфасовывают в банки по 10 кг. Хранят их в сухом, прохладном месте. Отвердитель расфасован в полиэтиленовых флаконах. Хранят его в холодном, темном месте. Гарантийный срок хранения материалов — 6 мес со дня изготовления. За сутки перед использованием материалы переносят в помещение с температурой до 20°C. Нагрев до более высокой температуры и добавление различных органических растворителей для снижения вязкости эпросинов не допускаются.

Слой грунта наносят шпателем. Сушат грунтовочный слой 48 ч при 20°C. При пониженных температурах время затвердевания значительно удлиняется, качество покрытия ухудшается. По грунту наносят 2—3 защитных слоя. Каждый слой сушат при 20°C в течение 48 ч. При повышении температуры сушки до 50°C покрытие затвердевает за 10 ч [49].

СТЕКЛОЭМАЛЬ

Стальная эмалированная аппаратура успешно эксплуатируется на многих пивоваренных заводах. Эмалевое покрытие обладает не только высокой химической стойкостью, но и обеспечивает незначительное налипание остатков продукта, следовательно, аппаратура легко моется. Покрытие имеет высокую адгезию к металлу. Общая толщина эмалевого покрытия 0,8—1,0 мм.

Для обеспечения долговечности эмалевых покрытий следует соблюдать некоторые правила предосторожности как при монтаже емкостей, так и при их эксплуатации. При обвязке стальным тросом эмалированного резервуара необходимо обязательно подкладывать под него резиновые или деревянные прокладки. При осмотре внутренней поверхности следует пользоваться мягкой обувью, без гвоздей. При сборке болтовых соединений во избежание деформации фланцев и повреждения покрытия болты затягивать надо осторожно, не сразу на полную длину резьбы, а постепенно—на $\frac{3}{4}$ — $\frac{1}{2}$ оборота по всему периметру, до достижения полного соединения. При монтаже нельзя оставлять аппараты открытыми, во избежание падения в них посторонних предметов. Не допускается приварка каких-либо деталей к эмалированной емкости как со стороны покрытия, так и снаружи. Очистку аппарата необходимо производить мягкими щетками или деревянными скребками, а промывку — горячей водой.

При эксплуатации эмалированной аппаратуры не допускается: превышать давление или резко повышать его даже в пределах рабочего давления, резко нагревать и заполнять переохлажденным пивом или водой, производить местные термические и механические воздействия, оставлять аппараты откры-

тыми, использовать в качестве моющих и дезинфицирующих средств щелочные растворы. Покрытие стеклоэмалью производят специализированные предприятия (Ленинградский и Полтавский заводы пищевого машиностроения, Смелянский и Фастовский машиностроительные заводы). Поступает эмалированная аппаратура и по импорту, в основном из ЧССР.

Поврежденные эмалевые покрытия ремонтируют непосредственно на пивоваренных заводах. Для ремонта можно использовать замазки (табл. 17) на основе эпоксидных смол ЭД-16 или ЭД-20.

Таблица 17

Марки замазок	Содержание компонентов, г				
	диоксида титана	песок	эпоксидная смола	гексаметилендиамин	малеиновый ангидрид
	наполнители			отвердители	
1ЭГ	5	—	10	0,6	—
3ЭГ	—	4	10	0,6	—
1ЭМ	25	—	10	—	35
3ЭМ	—	29	10	—	35

Поврежденный участок осторожно зачищают металлической щеткой. Очищенную поверхность обезжиривают спиртом или ацетоном и высушивают.

Для приготовления замазки кварцевый песок с содержанием SiO_2 не менее 98% прокаливают при 900°C и размалывают до полного прохода через сито № 200. Диоксид титана высушивают при 120°C и размалывают до полного прохода через сито № 200. Эпоксидную смолу подогревают до 120°C и выдерживают при этой температуре до прекращения выделения пузырей, затем охлаждают до $30\text{--}40^\circ\text{C}$ и смешивают с наполнителями. Приготовленную смесь в закрытой посуде и прохладном месте можно хранить несколько месяцев.

Отвердитель вводят непосредственно перед нанесением. Предварительно замазку подогревают до 70°C . До этой температуры подогревают и поврежденное место. Наносят замазку мягкой волосистой кистью. Слои наносят под прямым углом один к другому. После 1,5—2 ч наносят второй, затем третий слой замазки. Предыдущий слой перед нанесением последующего слегка зачищают наждачной шкуркой и подогревают до $70\text{--}80^\circ\text{C}$.

В отличие от замазки с отвердителем гексаметилендиаминем каждый слой замазки с отвердителем малеиновым ангидридом необходимо полимеризовать при $140\text{--}160^\circ\text{C}$ с выдержкой 6—8 ч. Последний слой полимеризуют при 180°C с выдержкой не менее 10—12 ч. Замазку с отвердителем холодного отверждения гексаметилендиаминем для аппаратов, работающих на холоду,

применяют без полимеризации. Для аппаратов, работающих с подогревом выше 80°C, замазку с гексаметилендиаминном необходимо полимеризовать при 120°C в течение 10—12 ч.

Ремонт эмаливого покрытия можно также производить замазкой марки ЭТ, состав которой разработан ВНИИВиВ «Магараж». В состав замазки входят следующие компоненты (в г): смола эпоксидная ЭД-16 или ЭД-20 10, наполнитель титановый порошок 6,5—10, отвердитель полиэтиленполиамин 0,7, пластификатор диметилфталат 1,3. Замазку готовят смешиванием эпоксидной смолы и наполнителя. Пластификатор и отвердитель добавляют в замазку непосредственно перед нанесением замазки на дефектное место. Наносят обычно 3—4 слоя замазки. Каждый слой выдерживают в течение 8—12 ч.

Точечное повреждение эмаливого покрытия устраняют с помощью винта из нержавеющей стали. Поврежденное место аккуратно зачищают наждачной бумагой, сверлят резьбовое отверстие, ставят прокладку из пищевой резины и зажимают нержавеющей винтом.

Недостатки стеклоэмалевых покрытий: чувствительность к ударам, резкой смене температуры, местным перегревам, воздействию щелочей, слабая стойкость к истиранию.

СТЕКЛО

Стекло издавна применяется в пивоваренной промышленности для изготовления деталей, соприкасающихся с пищевыми средами: мерные стекла форфасов, отстойных чанов, смотровые фонари разливочных автоматов и др. Однако объемы применения стекла в технологических цехах до последних лет были незначительны. Сказывались характерные для стекла недостатки: хрупкость, слабое сопротивление растяжению, изгибу, удару. Современная технология производства стекла настолько усовершенствовалась, что сейчас стекло подвергают различным видам обработки, вплоть до закаливания и сваривания [29].

Для облицовки внутренних поверхностей железобетонных бродильно-лагерных емкостей применяют стеклянные плитки размерами: 120×120; 150×150; 150×200; 150×300, 200×300; 200×400 мм, толщиной от 2,5 до 12 мм. Обычно используют плитки молочно-белого цвета Константиновского или Керченского стекольных заводов. Облицовочные плитки «Марблит» имеют полированную поверхность [49] и рифленую тыльную сторону. Иногда заводы готовят плитки сами, разрезая листовое стекло. Стойкость стеклоплиточных покрытий зависит от качества подготовленной основы. На бетонную поверхность сначала наносят слой портландцемента толщиной 20—25 мм и тщательно затирают его. На подсушенную поверхность через 10—12 ч набрызгивают раствор цемента без песка. Выдерживают 2 сут. Затем шероховатую поверхность облицовывают плитками на

растворе цемента марки 500 или 600. Плитки вдавливают в цемент для устранения воздушных мешков в подплиточном пространстве. Образующиеся между плитками швы шириной не более 1 мм после сушки промазывают эпоксидными смолами ЭД-16 или ЭД-20. Следует соблюдать определенную осторожность при эксплуатации таких покрытий: предохранять плитки от ударов и резких перепадов температур.

В настоящее время на пивоваренных заводах получили распространение стеклянные трубы. Они с успехом заменяют трубопроводы из черных и цветных металлов на участках подачи сусла из пластинчатых охладителей в бродильные чаны, передачи пива из бродильного отделения в цех дображивания, перекачки пива из цеха дображивания в фильтрационное отделение и далее в цех розлива. Стеклянные трубы имеют существенные преимущества перед металлическими: невысокая стоимость сырья (кремнезема), инертность к воздействию пивоваренных сред, устойчивость к щелочам за исключением горячих и концентрированных. Гладкость внутренних стенок стеклопровода значительно снижает сопротивление, оказываемое движущимся по ним жидкостям, что позволяет диаметры трубопроводов уменьшать на 20% по сравнению с металлическими. К тому же меньше затрачивается электроэнергии на транспортировку жидких продуктов. Прозрачность стеклопроводов позволяет следить за ходом технологического процесса. Стеклянные трубы применяют для прокладки надземных напорных, безнапорных и вакуумных трубопроводов, которые могут выдерживать температуры от -50 до 150°C . Трубы выпускаются длиной 3,0; 2,75; 2,5; 2,25; 2,0; 1,75 и 1,5 м.

При контрольном испытании давление для труб должно быть равно двойному расчетному давлению. Срок службы стеклопроводов 10—15 лет. Недостаточная механическая прочность стекла, особенно при ударных нагрузках, усложняет монтаж стеклопроводов и снижает их надежность в эксплуатации. При монтаже и эксплуатации важно, чтобы стеклопровод не менял своего положения при повышении гидравлического давления и других механических воздействиях. Соединительные фланцы и другие детали стеклопроводов желательно изготавливать из чугуна или стали. Из опыта эксплуатации стеклопроводов на пивоваренных заводах известно, что алюминиевые детали через 2—3 года эксплуатации в условиях бродильно-лагерных цехов сильно корродируют, разрушаются и полностью выводят из строя стеклопровод.

ДРУГИЕ ВНУТРЕННИЕ ПОКРЫТИЯ

В пиво-безалкогольной промышленности применяют и другие составы внутренних покрытий. Защитой от коррозии отстойных чанов служит пивной камень, осаждающийся при охлажде-

нии сула на стенках аппаратов тонким прочным слоем. Пивной камень состоит из виннокислых солей кальция и калия, белков и дубильных веществ [1].

Покрытием для бетонных емкостей служит 10—20%-ный раствор винной кислоты, который, вступая в соединения с цементом, образует слой нерастворимого в пиве виннокислого кальция. Технология нанесения покрытия проста. Однако в таких емкостях нельзя хранить сульфитированные соки, используемые для приготовления безалкогольных напитков, так как SO_2 разрушает цементную поверхность. В практике защиты бетонных емкостей известна обработка поверхностей раствором жидкого стекла. Внутреннюю поверхность резервуара сначала обрабатывают три раза 25%-ным раствором, а затем 50%-ным раствором силиката калия для образования прочного защитного слоя.

Ленинградский машиностроительный завод для защиты аппаратуры пивоваренной промышленности использовал клей БФ-2. Для получения рабочего состава лака клей БФ-2 растворяют в соотношении 1:1 со спиртом-ректификатом или спиртом-сырцом (крепостью не ниже 85%).

На мелитопольском заводе продовольственного машиностроения им. Воровского на внутреннюю поверхность резервуаров и деталей машин для розлива газированных вод и пива наносят консервный лак № 50. Лак состоит из бутилфенолоформальдегидной смолы № 101, смеси тунгового и льняного масел, сиккатива и скипидара в качестве растворителя.

Молдавским НИИПП разработано покрытие белого цвета на основе циклоаучуковой смолы, устойчивое к действию пивобезалкогольных напитков. Покрытие шестислойное, состоящее из двух слоев грунта КЧ-035 и четырех слоев эмали КЧ-729. Грунт представляет собой раствор циклоаучуковой смолы в растворителе Р-4 с добавлением железного сурика (пигмента), талька (наполнителя) и полимеризованного льняного масла (пластификатора). Эмаль состоит из раствора циклоаучуковой смолы в растворителе Р-4, двуокиси титана и пластификатора.

Взамен перхлорвиниловых эмалей институтом химии высокомолекулярных соединений АН УССР с участием Киевского завода лаков и красок разработана химически стойкая полиуретановая эмаль УР-41, представляющая собой композицию на основе гидроксилсодержащего компонента и полиизоцианата в органических растворителях с добавкой диспергирующего агента, пигментов и наполнителей. Эмаль разрешена для применения в качестве трехслойного (с учетом грунта) защитного покрытия емкостей в контакте с пищевой продукцией, в том числе с пивом [10].

Запорожским ВНИИ титана и ВНИИВВ «Магарах» создано антикоррозионное защитное покрытие следующего состава (в %): смола эпоксидная ЭД-20 или ЭД-16 100, титановый поро-

шок ПТЭМ-1 (фракция 0,18 мм) 75—120, ПЭПА (отвердитель) 8—12 и диметилфталат (пластификатор) 7—12. Покрытие испытано на многих пивоваренных заводах [50]. Такое защитное покрытие имеет невысокую термостойкость (75°C). Винницким проектно-конструкторским технологическим институтом предложено для повышения термостойкости покрытия до 150°C заменить отвердитель (вместо полиэтиленполиамина применить метафенилендиамин) и уменьшить содержание пластификатора. Покрытие успешно прошло испытание в производственных условиях.

Московским технологическим институтом пищевой промышленности (МТИПП) рекомендовано покрытие, стойкое к действию пивоваренных сред, состоящее из смолы эпоксидной ЭД-16 с 20% наполнителя SiO_2 и 10% полиэтиленполиамина (отвердителя). Покрытие обладает хорошей адгезией к металлу, стойко к действию пивоваренных сред, легко моется. Однако нанесение его на танки, ранее покрытые пивной смолкой, затруднительно. Толщина покрытия 0,8—1,0 мм [46].

Работы по нанесению защитных покрытий на внутреннюю поверхность бетонных резервуаров, предназначенных для хранения пищевой продукции, проведены Казахским филиалом Академии строительства и архитектуры СССР. Предложено четырехслойное покрытие, состоящее из 83% смолы эпоксидной ЭД-16, 5% ПЭПА и 12% этилового спирта.

Молдавским НИИПП предложено четырехслойное покрытие, состоящее из двух слоев грунтовки ЭП-02 и двух слоев эмали ЭП-74. Грунтовка ЭП-02 состоит из смолы эпоксидной ЭД-20, Р-4 (растворителя), железного сурика (пигмента), метафенилендиамина (отвердителя). В состав эмали ЭП-74 входят смола эпоксидная ЭД-20, Р-4, двуокись титана, метафенилендиамин [49].

Хорошим защитным материалом для бетонных емкостей являются эбонитовые пластины толщиной 10—12 мм. Пазы между пластинами заполняют эбоновой массой. В результате получается гладкая эластичная и прочная внутренняя поверхность танка.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ЗАЩИТЫ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

На пивоваренных заводах ЧССР для покрытия деревянной тары применяют смолку двух видов: первичного использования «Эластик» (87% канифоли, 10,5% масла минерального 405, 2,5% парафина) и повторного использования «Парасмол» (10—22% канифоли, 71—78% старой смолки, 4—6% масла минерального 405, 0,1% парафина). Железобетонные емкости покрывают абитом (80% парафина и 20% церезина) и гебитом (45—50% нефтебитума, 35—40% парафина, 12% церезина, 3% канифоли).

Абит наносят 10—15 раз до полного насыщения им стеклянно-цементного слоя. Гебитом покрывают слой абита 2—3 раза [1].

Во Франции железобетонные пивные емкости защищают смесью следующего состава (в кг): парафин 66, пчелиный воск 18, асфальт 16. Практикуется также повторное использование смолки, для чего старый состав покрытия расплавляют и вносят в него 25% (к общей массе) парафина, а для придания эластичности добавляют 2% животного масла.

Дубовые и стальные бочки, а также буты изнутри покрывают смолой, изготовляемой непосредственно на пивоваренных заводах, для чего канифоль выдерживают 8 ч при 160—170°C, затем охлаждают и выдерживают еще 8 ч. Снова нагревают до 160—170°C в течение 8 ч. Аналогично обрабатывают смоляное масло и парафин. Смешивают компоненты в следующих количествах (в %): канифоль 70—75, смоляное масло 10—20, парафин 5—15. Смесь фильтруют и в течение часа выдерживают при 160—170°C.

Итальянская фирма «Vogtagi» покрывает железобетонные емкости эбоном, состоящим из горного воска, смолы, битума. Из эбона с добавлением наполнителей (каолина или талька) изготовляют плиты, которые в горячем состоянии (температура плавления 40—50°C) наносят слоем толщиной 8 мм на бетонную поверхность, после чего швы заглаживают [1].

В США бетонные емкости изнутри защищают высококачественным парафином, который в расплавленном виде под давлением наносят на подогретые стенки резервуара.

Для защиты от коррозии внутренней поверхности металлических цистерн, применяемых в пищевой промышленности для хранения жидких сред, фирма «Mupk und Schmid» (ФРГ) рекомендует пластмассу под фирменным названием RMS-55 [34].

Широкое распространение за рубежом получили покрытия на основе эпоксидных смол. Фирма «F. Krick» (ФРГ) выпускает состав покрытия Нейтра-56 на основе модифицированных эпоксидных смол для защиты бродильных емкостей из металла и бетона.

Модифицированная феноло-эпоксидная смола под названием «Pfaudlon-201» разработана в США. На пивоваренных заводах США, Канады и Мексики эксплуатируются танки, внутренняя поверхность которых защищена этой смолой. Покрытие обладает положительными свойствами как фенольных, так и эпоксидных смол, однако для полной полимеризации требуется тепловая обработка при 204—260°C [56].

В ЧССР для защиты внутренних поверхностей стальных, бетонных и железобетонных бродильно-лагерных емкостей применяют эпоксиды: Е-1 — в качестве грунта, Е-2В и Е-22 — для верхнего слоя. Распространены также составы на основе эпоксидных смол Эбон [1].

В ПНР используется эмаль на основе эпоксидной смолы эпидиан-5 следующего состава (в частях по массе): смола эпоксидная 100, стеклянный порошок, 60, титановые белила 5, триэтилентетрамин (отвердитель) 11 [1].

Югославская фирма «Единство» изготовляет и поставляет цистерны металлические вместимостью 50 м³ с эпоксидным покрытием под фирменным названием «Neitralit». Рабочая температура цистерны с полимерным покрытием не выше 120°C [34].

Научно-исследовательский институт пищевой промышленности (Бухарест, СРР) для защиты металлических емкостей рекомендует покрытие на основе эпоксидной смолы Эподур-II. Покрытие имеет хорошую адгезию к металлу [34].

Для защиты металлических танков от коррозии при контакте с плодовыми соками Научно-исследовательский институт пивоваренной и винодельческой промышленности ГДР рекомендует эпоксидные составы «Эпилоне» ЭКЛ-17 и ЭКЛ-18. Составы наносят на ошескоструенную металлическую поверхность. После естественной сушки в течение 20 мин емкость обрабатывают острым паром и споласкивают водой.

Стальные резервуары для пива в США и Великобритании покрывают эпоксидным лаком Lastiglas. Для этих же целей английская фирма «Tergol Ltd» разработала эпоксидную композицию под названием «Нитолайн». Состав композиции из смолы эпоксидной, отвердителя и наполнителей. Пленка покрытия во много раз тоньше пленки аналогичных покрытий.

Во Франции применяют способ наклейки стеклоткани на эпоксидной смоле в качестве адгезива с последующим покрытием ткани смолой.

Венгерскими специалистами завода холодильных машин в г. Ясберень исследовано и внедрено покрытие алюминиевых ливных бочек лаком на

основе эпоксидно-карбамидной смолы. Предварительно на внутренней поверхности бочек проводят электроформовку слоя окисла толщиной 0,5—1,5 мкм переменным током в серноокислом электролите. После электроформовки и промывки деионизированной водой бочки сушат горячим воздухом и подвергают двукратному лакированию с двукратным обжигом [57].

Во Франции алюминиевые бочки после сборки подвергают термообработке и внутреннюю поверхность покрывают полимерным лаком Araldite [49].

В Великобритании алюминиевые бочки для пива изнутри покрывают эпоксидно-фенольным лаком, состав которого разработан специально для фирмы «Alumasc». Лак наносят в два слоя без промежуточного высушивания. Сушат покрытия при температуре до 230°C.

Для изготовления пивных танков и транспортных бочек используют нержавеющую сталь, покрытую термоустойчивой эпоксидной смолой Prodor-Glas. Благодаря использованию этой смолы внутренняя поверхность резервуаров имеет зеркальную поверхность и легко поддается чистке.

Наряду с составами на основе эпоксидных смол за рубежом используют и другие полимерные материалы. В США разработана конструкция чана для брожения, дображивания и осветления пива перед розливом, изготовленного из нержавеющей стали. Днище чана изнутри покрыто фторопластом.

Пивоваренной промышленностью ПНР используется полиамид из Франции Risan, дающий эластичное покрытие, которое эксплуатируется в условиях температуры до 100°C.

В последние годы за рубежом для внутренних покрытий транспортных пивных емкостей и изготовления тары все шире применяют поливинилхлорид, полиэтилен, полистирол, полипропилен.

Поливинилхлоридные бутылки для пива пользуются большим спросом в ФРГ и Швеции. В таких бутылках пиво хранится 6 недель без пастеризации.

В Великобритании распространены бочки и бочонки для пива вместимостью от 25 до 120 л из полиэтилена высокой плотности. Здесь же с 1972 г. началось промышленное производство специальных пакетов «Merolite» для упаковки пива. Пакеты вместимостью 0,25 л изготавливаются из бесшовного пленочного рукава, с внешней стороны они покрываются защитным слоем смолы (сополимером винилиденхлорида). В таких пакетах пиво не теряет вкуса, аромата, насыщенности в течение нескольких месяцев [38].

В настоящее время пиво и безалкогольные напитки в пакетах «Merolite» производят также в Нидерландах и Швейцарии, испытания пакетов проводятся в Бельгии, Франции, ФРГ, Италии, Португалии, США, Австрии.

В Японии выпускают гофрированные пластмассы (полиэтилен, полипропилен, полистирол, полихлорвинил), из которых изготавливаются сувенирные сосуды для пива.

Наиболее интересными термопластичными материалами, используемыми для изготовления пивных бутылок, считаются новые смолы на основе акрилонитрила (высоконитрильные смолы): Vorex (сополимер модифицированного акрилонитрилом нитрильного каучука и метилакрилата), Лорас (сополимер метакрилонитрила и стирола). Эти полимеры обладают высокой газо- и водонепроницаемостью. Материал Vorex-210, предназначенный для упаковки пастеризованного пива, можно перерабатывать до 4 раз, используя разбитую и выбракованную тару [38].

В Швеции пиво-безалкогольную продукцию расфасовывают в упаковку «Ригелло», состоящую из поливинилхлоридного сосуда, покрытого поливинилиденхлоридом. На сосуд надевается бумажная гильза, противодействующая внутреннему давлению и завершающая внешнее оформление [38].

Компания «Green King» (Великобритания) в качестве тары для пива вместо стеклянной оборотной бутылки, выполненной в виде кружки с ручкой, применила бутылку такой же формы, но пластмассовую. Формируются такие бутылки роздувом из материала Corvic, представляющего собой сополимер винила [58].

Хорошо зарекомендовал себя при изготовлении тары для газированных напитков полиэтилентерефталат. Фирма «Du Pont» (Франция) выпускает бу-

тылки из этой пластмассы под названием «Dalar». Для розлива напитков применяют также пластмассовые мешочки системы DOUPAK [58].

Фирма PPG (США) сообщила о разработке напыляемого водостойкого покрытия Энвайрон-1776 для внутренней поверхности консервных банок для пива и безалкогольных напитков. Покрытие, стойкое при повышенных температурах, может наноситься на банки из алюминия, белой жести и жести без оловянного покрытия [59].

Фирмы ЧССР и ГДР серийно выпускают стальные танки и форпасы для пива с внутренним стеклоэмальным покрытием.

ЗАЩИТА ЕМКОСТЕЙ ДЛЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

На пивоваренных заводах внутренние поверхности емкостей для питьевой воды, используемой для производства пива, как правило, не защищаются. Продукты коррозии металлов поступают с водой в сусло и пиво, ухудшая его качество.

Для покрытия емкостей для питьевой воды могут быть рекомендованы составы, не разрушающиеся от действия слабых растворов хлорной извести и других дезинфекторов, не придающих воде постороннего привкуса или запаха и не выделяющих в воду токсичных веществ.

В качестве покрытий, удовлетворяющих таким требованиям, предлагается использовать грунт ХС-04 Д, лак ХС-76 Д и эмаль ХС-10. Покрытия состоят из одного слоя грунта и 3—4 покровных слоев лака или эмали.

В составах покрытий должны использоваться лишь малотоксичные пигменты: диоксид титана, алюминиевая пудра, тальк, каолин, мел, доломит. Целесообразно применять для этой цели покрытие, состоящее из слоя грунта ХС-04 Д и покровного слоя лака ХС-76 Д пигментированного 7—8% алюминиевой пудры.

Качество воды, находящейся в окрашенном резервуаре, зависит в значительной степени от токсичности растворителей, применяемых в составах покрытий. Необходимо применять только малотоксичные растворители: уайт-спирит, этиловый, пропиловый и *n*-бутиловый спирты, ацетон.

Емкости для питьевой воды защищают также покрытием на основе сополимера дивинилацетилена (лак этиноль), алюминиевой краски ЭКЖС-40 или краски ЭП-755 на смеси этинолевого лака и эпоксидной смолы ЭД-16. При защите емкостей краской ЭП-755 перед началом эксплуатации ее следует многократно промыть [15].

Хорошей адгезией к металлическим и бетонным поверхностям, достаточной стойкостью и безвредностью обладает новая водостойкая цинксиликатная краска ВЖС-41, а также цинксиликатные краски «Силикацинк-2» и «Силикацинк-3» [11].

Глава V. ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Полимерные покрытия благодаря высоким физико-химическим свойствам имеют ряд преимуществ по сравнению с гальваническими и другими видами покрытий. Полимерные покрытия технологичны, долговечны, экономически выгодны. Этим объясняется повышенный спрос и возрастающие с каждым годом объемы применения полимерных материалов в различных отраслях пищевой промышленности, и в частности в пивоваренной.

Однако следует иметь в виду, что при неблагоприятных условиях эксплуатации полимерные покрытия теряют химическую стойкость, инертность и содержащиеся в них мономеры и различные составные части (наполнители, стабилизаторы, пластификаторы, структурирующие добавки) могут переходить в пищевые продукты, ухудшая их качество и создавая опасность для здоровья людей. Поэтому все полимерные материалы, соприкасающиеся в процессе производства с пищевыми средами, подлежат санитарно-химическим исследованиям.

К полимерным материалам, предназначенным для применения в контакте с пищевыми продуктами, предъявляется ряд обязательных гигиенических требований:

материал покрытия не должен передавать в атмосферу и контактирующую среду вещества в количествах, превышающих допустимые санитарные нормы, а также вызывать нежелательные изменения продукции;

поверхность полимерного покрытия должна быть светлого тона, чистой, гладкой, без раковин, трещин, неровностей, не липкой, и без запаха;

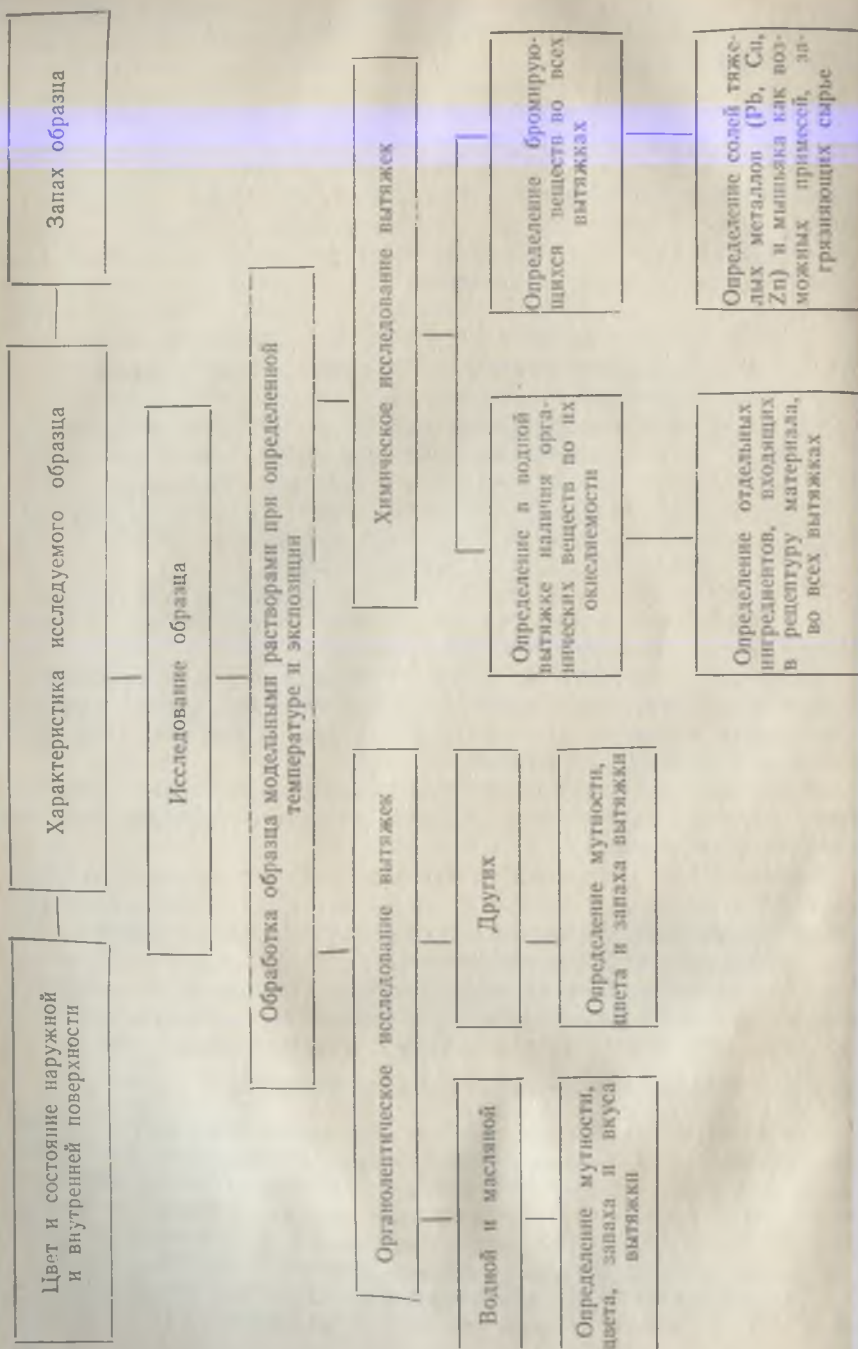
внешний вид покрытия не должен изменяться при действии на него агрессивной пищевой среды, в свою очередь пищевая среда не должна изменять органолептические свойства при контакте с полимерным покрытием.

Санитарно-химические исследования полимерных материалов, контактирующих с пищевыми продуктами влажностью выше 15%, проводятся по схеме [14], приведенной на с. 96.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПИВО-БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ СРЕД

Исследование образцов новых полимерных покрытий проводят в модельных средах, имитирующих агрессивные пищевые среды, моющие и дезинфицирующие растворы. Так, в качестве модельных растворов, имитирующих фруктово-ягодные соки, безалкогольные напитки, пиво, используют в основном дистиллированную воду, 2%-ный раствор лимонной кислоты [14].

Для моделирования пивоваренных сред применяют и другие растворы: 6%-ный раствор спирта, содержащий 1% молочной



и 3% уксусной кислоты; 1%-ный раствор виннокаменной кислоты; 40%-ный спиртовой раствор, содержащий 1% виннокаменной кислоты.

Испытания образцов резины для применения в пиво-безалкогольной промышленности проводят в модельных средах, приведенных в табл. 18.

Таблица 18

Продукт	Модельная среда	Вид резиновых деталей и узлов	Отношение общей площади поверхности резины к объему модельной среды	Условия испытаний	
				температура, °С	продолжительность, ч
Пиво	6%-ный раствор спирта, содержащий 0,5% молочной кислоты	Детали разливочных автоматов, шланги, прокладки	1:10	20	1
Безалкогольные напитки	Дистиллированная вода	Детали разливочных автоматов	1:10	20	1
		Пробки, прокладки и корончатые крышки	1:2	20	24
Квас, сиропы, соки, газированная вода	Дистиллированная вода	Детали разливочных автоматов, шланги, прокладки	1:10	20	1

Для проведения ускоренных испытаний повышают агрессивность модельных сред либо кипятят образцы в течение 2 ч в различных модельных растворах: дистиллированной воде, растворе поваренной соли, спиртовых растворах, растворах уксусной, лимонной и виннокаменной кислот.

При анализе результатов испытаний образцов в модельных средах учитывают площадь контактирующей со средой поверхности образцов, температурные режимы и продолжительность воздействия среды на образцы покрытий.

Продолжительность контакта покрытий с модельными средами. Инструкцией Главного санитарно-эпидемиологического управления Министерства здравоохранения СССР устанавливается следующая продолжительность контакта образцов покрытий с модельными растворами [14]:

при контакте продукта с покрытием не более 2 ч продолжительность моделирования 1 сут;

при контакте продукта с покрытием от 2 до 48 ч продолжительность моделирования 3 сут;

металлические банки для расфасовки продукции, покрытые внутри лаком, заливают модельными растворами, закатывают,

выдерживают в течение 1 ч в автоклаве и 10 сут при комнатной температуре;

образцы покрытий, которые по условиям технологии подлежат стерилизации, заливают модельными растворами, выдерживают 2 ч в автоклаве и 10 сут при комнатной температуре.

Температурные режимы. Тем же нормативным документом [14] регламентируются температурные режимы при исследовании образцов в модельных средах:

если рабочие среды имеют температуру окружающего воздуха, при той же температуре выдерживают и модельные растворы;

если рабочие среды по условиям технологии подлежат подогреву, соответственно нагревают (до 80°C) и модельные растворы, которые затем выдерживают без подогрева при комнатной температуре;

автоклавируют проводят при 121°C;

образцы покрытий сусловарочных котлов, баков для горячей воды заливают кипящими модельными растворами, закрывают крышкой и кипятят в течение 1 ч.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

В соответствии со спецификой пиво-безалкогольного производства защитные покрытия внутренних поверхностей аппаратов должны обладать достаточной механической прочностью, хорошей адгезией к покрываемой поверхности, химической стойкостью, отсутствием токсичных компонентов, способностью к отверждению при низких температурах (2—9°C), не предъявлять высоких требований к подготовке поверхностей аппаратов [46].

При исследовании полимерных материалов и покрытий используют следующие методы испытаний:

1) полноту растворения материалов — визуальным осмотром пленки, полученной наливом на стекло;

2) вязкость жидких лакокрасочных материалов (в Па·с) — по продолжительности истечения через капилляр определенного объема исследуемой и стандартной жидкостей (с известной вязкостью);

3) получение свободных пленок — отделением отвержденной пленки от подложки: полиэтилентерефталата (I метод), алюминиевой фольги (II метод), стекла (III метод), фторопласта (IV метод);

4) адгезию (в Н·м) — по отслаиванию покрытий от гибкой подложки и величине необходимого для этого усилия (ГОСТ 896—69);

5) твердость покрытий — с помощью маятникового прибора МЭ-3 по отношению времени затухания колебаний маятника, приведенного в соприкосновение с покрытием, ко времени затуха-

ния колебаний того же маятника установленного на стеклянной пластинке (ГОСТ 5233—67). Величина безразмерная;

6) прочность покрытий на удар (в Н·м) — на приборах У-1, У-2, У-1А по максимальной высоте h_i (в м), с которой падает груз P_i (в Н), не вызывая при этом механических разрушений (трещин, вмятин, отслаиваний) (ГОСТ 4765—73);

7) эластичность покрытий при изгибе (в мм) — по шкале гибкости ШГ величиной минимального диаметра стержня, изгиб вокруг которого пластины с покрытием не вызывает механического разрушения покрытия (ГОСТ 6806—73);

8) химическая стойкость — визуальным осмотром образцов покрытий, выдержанных определенное время в агрессивных пищевых средах (изменение цвета, потеря блеска, наличие трещин и отслоений), и по изменению массы и других физико-химических свойств после испытаний образцов покрытий в агрессивных средах.

Образцы исследуют также на пористость и паропроницаемость. Для определения пористости покрытия полосы фильтровальной бумаги пропитывают растворами красной кровяной соли, хлористого натрия и желатина и прикладывают к покрытию. Через несколько минут в местах пор появляются заметные синие пятна. Выражается пористость числом пор на 10 см² поверхности испытуемого покрытия. Паропроницаемость покрытий определяют по количеству водяных паров, прошедших в сутки через 1 см² поверхности пленки покрытия с заданной толщиной при 20±2° С, и выражают в г/(см²·ч).

Сополимеро-винилхлоридные покрытия. На предприятиях пищевой промышленности получили широкое распространение в качестве антикоррозионных покрытий такие материалы на основе поливинилхлорида, как лак ХС-76 по грунту ХС-04, лак ХС-76Д по грунту ХС-04Д, эмали ХС-558, ХС-558В, ХС-558Д.

Анализ физико-механических и санитарно-гигиенических свойств, технологии нанесения и объемов производства сополимеро-винилхлоридных материалов показал, что специфике пивоваренного производства наиболее соответствует покрытие эмалью ХС-558В по грунту ХС-04В.

Составы грунта ХС-04В и эмали ХС-558В, представляющей собой суспензию двуокиси титана анатазной формы (ГОСТ 9808—75) в растворе импортного сополимера винилхлорида с винилацетатом, модифицированного малеиновой кислотой в смеси органических растворителей, приведены ниже (в %):

	ХС-04В	ХС-558В
Сополимер МСС	20,0	24,0
Бутилацетат	7,2	7,5
Ксилол	18,6	19,4
Метилэтилкетон	18,6	19,5
Ацетон	15,6	16,2
Красный железняк (пигмент)	12,0	—
Двуокись титана	—	13,4
Тальк	8,0	—

Для проведения исследований на очищенные металлические пластинки размерами $20 \times 50 \times 2$ мм краскораспылителем нанесли один слой грунта ХС-04В и 3 слоя эмали ХС-558В. Каждый слой сушили при температуре $18-23^{\circ}\text{C}$ в течение 3 ч. Отверждение всего покрытия производили при 60°C в течение 10 ч. Затем образцы обрабатывали хлорной известью и промывали водой.

Образцы покрытий испытывали в технологических средах пивоваренного производства. Брожение сред проводили 7 сут при температуре $8-9^{\circ}\text{C}$, дображивание и выдержку — 21 сут при температуре $1-2^{\circ}\text{C}$. Отношение площади поверхности образцов (в см^2) к объему пива (в мл) 1:2.

Контрольные образцы готового Жигулевского пива, представленные на дегустацию, были оценены по вкусу и запаху в 44 балла, пиво с образцами сополимеро-винилхлоридных покрытий — 43,4 балла. Анализ органолептических свойств пива не показал различий во вкусе и запахе контрольных и опытных образцов. После испытаний в технологических средах покрытия находились в хорошем состоянии, отслоений и вздутий визуально не обнаружено.

Санитарно-химические свойства покрытий оценивали также по результатам исследований, проведенных в соответствии с инструкцией Минздрава СССР на идентичных пивоваренным модельных растворах во ВНИИВиВ «Магарач»: для пива — 2%-ном растворе лимонной кислоты; для вина — 2%-ном растворе лимонной кислоты и 20%-ном растворе этилового спирта. Санитарно-химические исследования модельных сред, находившихся в контакте с покрытием на основе эмали ХС-558В по грунту ХС-04В, показали отсутствие свинца, мышьяка и растворителей в вытяжках. Из пленок покрытия в раствор мигрирует небольшое количество окисляемых веществ (до $5,63 \text{ мг O}_2/\text{л}$), которое для непластифицированных поливинилхлоридных материалов не имеет значения.

Важным показателем химической стойкости покрытий является их набухаемость вследствие диффузии агрессивной среды в глубь полимера. Испытание покрытий на набухаемость проводили в течение 3 мес. Образцы покрытий помещали в пиво и выдерживали при температуре $5-8^{\circ}\text{C}$. Периодически образцы промывали дистиллированной водой, выдерживали на воздухе 10 мин и взвешивали на аналитических весах. Опыты показали, что величина набухания возрастает у всех образцов в течение 35 сут (максимум набухания), а затем не меняется. Результаты испытаний покрытий на набухаемость приведены в табл. 19.

Следовательно, средняя величина набухаемости за 3 мес образцов покрытий в пиве незначительная и составляет 1 г/м^2 .

Важной характеристикой химической стойкости покрытий является водопоглощение. Для исследования водопоглощения

сополимеро-винилхлоридных покрытий металлические пластины высушивали в термошкафу при 50°C в течение 24 ч, взвешивали на аналитических весах, покрывали эмалью ХС-558В по грунту ХС-04В, выдерживали в шкафу при 60°C 10 ч, после чего взвешивали с точностью до 0,0001 г. Подготовленные образцы полностью погружали в дистиллированную воду, не допуская соприкосновения между ними и стенками сосуда. Испытания проводили при 23±0,5°C в течение 24 ч. Затем образцы протирали чистой неворсистой тканью и с интервалом не более 1 мин после извлечения из сосуда взвешивали. Результаты исследований образцов покрытий на водопоглощение приведены в табл. 20.

Таблица 19

Номер образца	Масса полимера m_1 после испытания, г	Масса полимера m_2 до испытания, г	Разность $m_1 - m_2$, г	Степень набухания, $G = \frac{m_1 - m}{m}$	Процент набухания $H = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100$	Набухание $\Gamma/\text{м}^2$	Площадь образцов, см^2
1	0,5034	0.5010	0,0024	0,0048	0,48	1,04	23,0
2	0,4051	0,4032	0,0019	0,0047	0,47	1,04	18,2
3	0,4699	0,4680	0,0019	0,0041	0,41	0,93	20,4

Таблица 20

Номер образца	Масса металлических пластин до испытания, г		Масса покрытия, г	Масса металлических пластин с покрытием после выдержки в воде m_1 , г	Водопоглощение		Площадь образца, см^2	Водопоглощение $\Gamma/\text{м}^2$, г
	без покрытия	с покрытием m			$x_1 = m_1 - m$, мг	$x_2 = \frac{m_1 - m}{m} \times 100, \%$		
1	5,5200	5,9554	0,4354	5,9677	0,23	0,53	19,7	1,17
2	5,8169	6,3153	0,4984	6,3179	0,26	0,52	21,0	1,24
3	6,3025	6,8684	0,5659	6,8714	0,30	0,53	22,5	1,33

Исследования покрытий в натуральных и модельных средах показали, что покрытия на основе эмали ХС-558В по грунту ХС-04В могут длительное время контактировать с продуктами пивоваренного производства, не ухудшая их качества, обладают незначительными набуханием в пиве и водопоглощением. Кроме того, покрытия обладают хорошими физико-механическими свойствами:

прочность покрытия при изгибе по шкале гибкости ШГ, мм	3
твёрдость пленки по маятниковому прибору, не менее	0,4
прочность пленки при ударе по прибору У-1А, Н·м	3,92
адгезия пленки, баллы	2

Покрyтия на основе эмали ХС-558В испытаны в производственных условиях пивоваренного завода в качестве четырехслойного защитного покрытия внутренних поверхностей аппаратов и в течение двух производственных сезонов показали хорошие результаты.

Покрyтие эмалью ХС-558В по грунту ХС-04В разрешено Минздравом СССР (№ 123—14/1044—7 от 21.V.1976 г.) для использования в контакте с вином и соками.

Экспериментальные данные исследованных сополимеро-винилхлоридных покрытий, имеющих хорошие физико-механические и санитарно-химические характеристики, позволяют рекомендовать их для защиты внутренних поверхностей аппаратов пивоваренных предприятий.

Покрyтия на основе эпоксидной эмали ЭП-793 «ОНУ». В настоящее время в качестве покрытий все большее распространение получают лаки, эмали и композиции на основе эпоксидных смол [17].

Днепропетровским химико-технологическим институтом и производственным объединением пиво-безалкогольной промышленности исследовалась эпоксидная эмаль ЭП-793 «ОНУ» в качестве антикоррозионного покрытия оборудования пивоваренного производства [48].

Эмаль с высоким содержанием нелетучих компонентов представляет собой суспензию пигментов и наполнителей в композиции смол и глицидилового эфира с тиксотропирующей добавкой и отвердителем. Выпускается в виде компонентов, поставляемых комплектно (в мас. частях):

компонент I — полуфабрикат эмали (на основе эпоксидной смолы ЭД-20, модифицированной ЭМ-34) — 1;

компонент II — смесь отвердителя № 6 с окисью хрома и микронизированным тальком — 1;

ускоритель УП-606/2—0,008.

При исследовании готовили раствор эмали вязкостью 0,055—0,060 Па·с. В качестве растворителя использовали спирт. Отверждение покрытий и свободных пленок на основе эмали ЭП-793 проводили при комнатной температуре (18—23°C). Об окончании структурирования судили по прекращению изменения относительной твердости h покрытия (рис. 10), определяемой на маятниковом приборе МЭ-3, и по гельфракции свободных пленок G (рис. 11).

На цилиндрические и металлические стержни, предварительно очищенные и обезжиренные, наносили трехслойное покрытие толщиной 100—200 мкм. Каждый последующий слой наносили через 20—22 ч. Покрытие выдерживали до испытаний в течение 7 сут.

В качестве модельных сред использовали:

1) 1%-ный раствор виннокаменной кислоты;

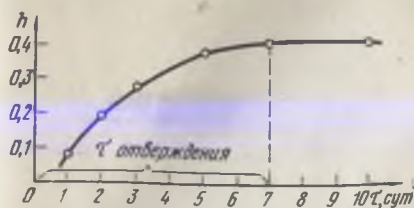


Рис. 10. Зависимость относительной твердости покрытий h на основе эмали ЭП-793 «ОНУ» от времени отверждения τ .

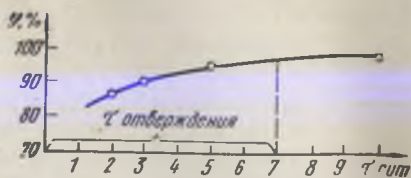


Рис. 11. Зависимость гелефракции свободных пленок G ЭП-793 «ОНУ» от времени отверждения τ .

- 2) 40%-ный спиртовой раствор, содержащий 1% винокаменной кислоты;
- 3) 40%-ный раствор виннокаменной кислоты;
- 4) 40%-ный раствор винокаменной кислоты в 40%-ном спиртовом растворе;
- 5) 2%-ный раствор лимонной кислоты;
- 6) 2%-ный раствор лимонной кислоты в 40%-ном спиртовом растворе.

После 2000-часовой экспозиции при температуре 20°C во всех модельных средах никаких видимых изменений покрытий не обнаружено. Покрытие темно-зеленого цвета оставалось гладким и блестящим. При повышенной температуре (50°C) в модельных средах 3 и 4 покрытие разрушалось после 500-часовой экспозиции. Небольшие изменения покрытия (частичное отслоение в нижней части образца) наблюдались после 1000-часовой экспозиции в модельных средах 2 и 6.

Параллельно проводили испытания химической стойкости свободных пленок покрытия. Набухание определяли по изменению массы пленки толщиной 100—150 мкм. Анализ результатов показал, что покрытия на основе эмали ЭП-793 «ОНУ» с наполнителем Sn_2O_3 обладают более высокой химической стойкостью, чем с наполнителем TiO_2 . При температуре 20°C покрытия обладают высокой химической стойкостью. С повышением температуры (50°C) химическая стойкость покрытий снижается.

Образцы покрытий на основе эмали ЭП-793 «ОНУ» проходили испытания в технологических средах Днепропетровского пивоваренного завода в течение 2500 ч. В бродильно-лагерных танках никаких изменений в покрытиях не обнаружено. Некоторые нарушения целостности покрытия наблюдались в дрожжевых ваннах.

Для выяснения механизма разрушения эмали ЭП-793 «ОНУ» проводили спектральный анализ образцов покрытий до испытаний и после них в модельных и рабочих средах. Анализ полученных результатов показал, что существенных изменений в спектрах поглощения до испытаний и после них не обнаружено.

Физико-механические характеристики покрытий на основе эмали ЭП-793 «ОНУ» определяли следующим образом:

- 1) адгезию покрытия — методом отслаивания;
- 2) твердость покрытия — на маятниковом приборе МЭ-3;
- 3) прочность покрытия при ударе — по прибору У-1А.

В результате получены следующие физико-химические характеристики покрытий: адгезия 408,2 Н/м, твердость 0,432, эластичность при изгибе 3 мм, прочность при ударе 4,9 Н·м.

Для определения пористости покрытий полосы фильтровальной бумаги пропитывали раствором красной кровяной соли, хлорида натрия и желатина и затем прикладывали к образцу, покрытому пленкой. Спустя 4—5 мин в местах пор появились заметные синие пятна. При толщине однослойного покрытия 90—100 мкм пористость покрытия на основе эмали ЭП-793 «ОНУ» составила 1,5—2*. Паропроницаемость покрытия составила 0,477 мг/(см²·сут).

Результаты производственных испытаний подтвердили [47] также высокую кроющую способность эмали и хорошие физико-механические свойства ее. Достаточная прочность покрытия при изгибе (эластичность покрытия равна 3 мм) позволяет сохранить целостность покрытия при деформации емкостей в период их заполнения и опорожнения.

Стойкость покрытия к действию 20%-ного водного раствора гидроксида натрия и 20%-ного водного раствора хлорида натрия при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ — 30 сут. Поэтому для мойки и дезинфекции емкостей, защищенных эмалью ЭП-793 «ОНУ», применяют традиционные для пивоваренного производства дезинфекторы (сода каустическая 1—2%-ная, антиформин и др.).

Технология восстановления поврежденного покрытия не сложная. Поврежденный участок покрытия аккуратно зачищают наждачной бумагой, протирают спиртом, затем наносят 2—3 слоя эмали. Механизация процессов нанесения защитного покрытия с предварительным подогревом эмали для ее распыления без использования растворителей (чем достигается повышение физико-механических свойств покрытия) позволяет осуществлять работы по покрытию крупногабаритных металлических емкостей, например цилиндрико-конических танков из малоуглеродистых сталей.

Эмаль разрешена Минздравом СССР для применения в пивоваренной (№ 123-5/377—7 от 22/V-79 г.) и винодельческой (№ 123-11/1708—7 от 22.XII 77 г.) отраслях промышленности.

Анализ данных, полученных при исследовании эпоксидной эмали ЭП-793 «ОНУ», позволяет рекомендовать ее для защиты внутренних поверхностей замочных чанов солодовенных цехов, бродильных чанов, танков дображивания, форфасов и другого оборудования пивоваренных заводов [32]. Температура ра-

* Пористость выражается числом пор на 10 см² поверхности испытуемого образца.

бочих сред при эксплуатации покрытий не должна превышать 25—30°С.

Анализ отечественного и зарубежного опыта применения защитных покрытий в пивоваренной промышленности, исследование новых полимерных композиций показывают, что наиболее перспективными для отрасли являются покрытия на основе эпоксидных смол. Покрытия на основе этих смол, их модификаций с различными наполнителями обладают высокой эластичностью, прочностью, малой проницаемостью, химической стойкостью, хорошей адгезией к металлу. Кроме того, такие эпоксидные составы, как эмаль ЭП-793 «ОНУ», выгодно отличаются от ранее применяемых эпоксидных композиций комплектностью состава (для них не требуется дополнительный ввод пластификаторов, отвердителей, наполнителей), низкой температурой отверждения, что исключает необходимость термообработки покрытий. Этот фактор особенно важен для пивоваренного оборудования, эксплуатирующегося в постоянно охлаждаемых технологических цехах (приложение 1).

Глава VI. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ АНТИКОРРОЗИОННЫХ РАБОТ

Существующий процесс нанесения пивной смолки на внутреннюю поверхность металлических аппаратов состоит из целого ряда очень опасных операций: нагрев смолки до 180—200°С и перенос ее к месту осмолки, нагрев бродильно-лагерных емкостей электропечами в условиях повышенной влажности, выжигание старого покрытия паяльными лампами, нанесение горячей смолки на нагретую поверхность металла и разравнивание ее открытым пламенем газовой горелки или паяльной лампы.

На пивоваренных заводах для нагрева емкостей применяют печи (рис. 12) из стандартных нагревательных элементов (ТЭНов). Спирали элементов помещены в закрытый корпус, заполненный кварцевым песком. Габаритные размеры печи 0,85×0,30×0,19 м, масса 8—10 кг. Составляет электропечь из шести элементов. Применение таких печей облегчает условия труда, устраняет возможные нарушения техники безопасности и пожарной безопасности, характерные для электропечей с открытыми спиралями [13].

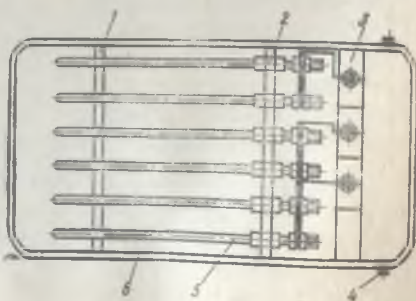


Рис. 12. Электропечь из стандартных нагревательных элементов: 1 — стойка крепления элементов; 2 — площадка крепления элементов; 3 — клемники; 4 — болт заземления; 5 — нагревательный элемент; 6 — корпус печи.

На многих пивоваренных заводах паяльные лампы, используемые при осмолке, заменяют аппаратом, в котором форсунка лампы отделена от резервуара с горючим. Форсунка оборудована рукояткой, удобной для работы, и краном для прекращения подачи горючего. В качестве выносного бачка и подводящих шлангов для горючего использован серийно выпускаемый комплект для керосино-кислородной резки металла [13].

На пивоваренных заводах для подачи свежего воздуха в емкость при осмолке используют переносные вентиляторы. Осевой вентилятор № 3 монтируют на раме облегченного типа, имеющей приспособление для регулировки по высоте. Устанавливают вентилятор вплотную к отверстию нижнего люка емкости, подлежащей осмолке. Кнопки «пуск» и «стоп» переносят на раму вентилятора, т. е. непосредственно к рабочему месту осмольщика. К сети вентилятор подключается с помощью переносного кабеля.

С целью обезопасить процесс антикоррозионной защиты аппаратов специалисты испытали на практике многие составы покрытий для замены пивной смолки. Замена пивной смолки эмалью ЭП-793 «ОНУ» позволила исключить опасные операции, имеющиеся в существующем технологическом процессе осмолки емкостей [13].

Операция выжигания старой пивной смолки паяльной лампой заменена обработкой емкостей горячей водой. К емкости, подлежащей очистке от старого покрытия, по резиновому шлангу подводят горячую воду температурой 70°C и выше. Заполненную емкость выдерживают 1,5—2 ч, после чего горячую воду с отставшей пивной смолкой (температура размягчения пивной смолки 45°C) спускают в канализацию. Затем емкость снова промывают горячей водой. Данный способ значительно снижает трудоемкость, ускоряет процесс последующей очистки металлической поверхности проволочными щетками и, главное, исключает использование горячей лампы внутри резервуара. Особенно эффективно применение этого способа в зимний период, когда бродильно-лагерные цехи охлаждают нагнетаемым снаружи холодным воздухом и смыв пивной смолки горячей водой не создает дополнительной тепловой нагрузки на холодно-компрессорное оборудование пивоваренных заводов.

Сушку очищенной от пивной смолки емкости осуществляют интенсивным воздушным обдувом с помощью переносного вентилятора. Нагрев аппаратов не производят. Этим новый технологический процесс выгодно отличается от старого как с точки зрения техники безопасности, так и с точки зрения долговечности покрытия. Разность температур нагретой емкости и окружающей среды бродильно-лагерного цеха вызывает быструю конденсацию влаги на металлических поверхностях и снижает адгезию покрытия к металлу.

На очищенную и высушенную поверхность аппарата наносят эмаль ЭП-793 «ОНУ». Высокое содержание нелетучих веществ в эмали ЭП-793 «ОНУ» позволяет наносить минимальное количество слоев покрытия (2—3), а незначительное выделение из эмали паров в воздух емкости позволяет создать нормальные условия работы для осмольщиков с помощью переносного вентилятора. Эмаль — холодного отверждения, поэтому термообработку покрытия не производят, что дает возможность исключить применение электропечей в цехах с постоянной высокой влажностью.

БЕЗОПАСНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА ПРИ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЕ АППАРАТОВ

На многих пивоваренных предприятиях защиту внутренних поверхностей аппаратов от коррозии производят силами заводских ремонтно-строительных служб. Однако из-за отсутствия квалифицированной организации антикоррозионных работ выполняются далеко не все требования техники безопасности. Для предотвращения травматизма при работе внутри аппаратов требуется тщательная инженерная подготовка. В этой связи представляет интерес опыт днепропетровского пиво-безалкогольного комбината «Днепр» по разработке комплекса предупредительных мероприятий при антикоррозионной защите аппаратов.

В первую очередь предусматривается выполнение таких подготовительных мероприятий, как:

отключение электропотребителей в местах производства работ;

отсоединение и герметизация подводящих и отводящих коммуникаций аппаратов;

заземление аппаратов; запрещение сварочных и других работ, связанных с огнем и искрообразованием, в радиусе 25 м;

ограждение и установка предупредительных плакатов «Опасно!», «Не курить!», «Посторонним вход воспрещен!»;

выдача нарядов-допусков с описанием порядка производства работ, их сроков, дополни-

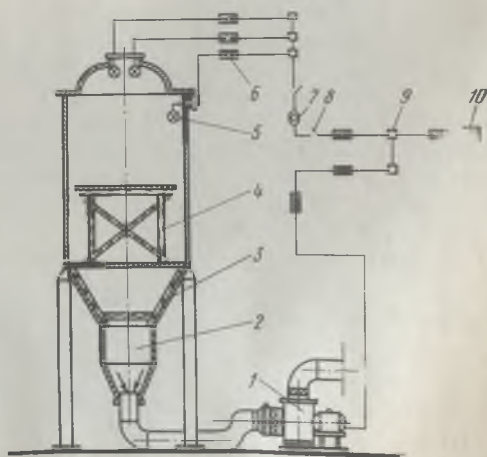


Рис. 13. Схема подготовки аппарата к антикоррозионной защите:

1 — вытяжная вентиляция; 2 — аппарат; 3 — настил; 4 — подмости; 5 — светильник; 6 — разъем; 7 — трансформатор; 8 — выключатель; 9 — коробка отключения; 10 — источник питания.

тельных мер безопасности, указанием фамилий рабочих и ответственного лица за безопасность работ.

Для безопасного и рационального освещения места работ разрабатывают схемы установки светильников, подключения их к понижающему трансформатору, питания электропотребителей (рис. 13), составляют перечень необходимых электроматериалов (табл. 21).

Таблица 21

Наименование	Число единиц	Тип
Трансформатор трехфазный понижающий сухой 380/220/12В	1	ТС-1,5/0,5
Автоматический выключатель	2	АП50-3МТ
Светильник прямого света среднего светораспределения взрывозащищенный	4	Н4БН-150
Лампа местного освещения	(1 резерв) 4	НО12-60
Разъем штепсельный взрывобезопасный	(1 резерв) 6	РШЛ-63
Коробка ответвительная взрывозащищенная	5	У-419
Кабель с медными жилами в резиновой изоляции гибкий, переносной 50 м	1	КРПСН 3×4+1×2,5
100 м	1	КРПСН 3×4+1×5

Схемой электропитания предусматривается напряжение осветительной сети 12 В. Понижающий трансформатор и выключатели устанавливают на расстоянии не менее 6 м от аппарата. Четвертая жила кабеля предназначена для заземления светильников. Питающая сеть имеет длину 50 м, что позволяет по мере продвижения фронта работ переносить светильники. Разъем штепсельных соединений производят при отсутствии напряжения в сети. В период проведения антикоррозионных работ за состоянием электроустановок следит специально выделенный для этих целей электрик.

Важное значение для безопасности антикоррозионных работ в замкнутых аппаратах имеют правильный расчет и выбор средств вентиляции. При расчете взрывобезопасной вентиляции определяют объем воздуха, подлежащий обмену, и затем выбирают вентилятор соответствующей производительности.

Прежде всего производят расчет количества растворителя, которое может испариться при нанесении покрытия в течение часа. Обычно для надежности принимают, что использованный органический растворитель испарится за это время на 100%. Тогда количество испарившегося растворителя [26] (в кг·м²/ч)

$$\Pi = \frac{PDW}{100},$$

где P — нормативный расход состава покрытия на 1 м² защищаемой поверхности, кг;
 D — содержание органического растворителя в защитном составе, %;
 W — заданная производительность по нанесению покрытия, м²/ч.

Кратность обмена воздуха в защищаемом аппарате

$$N = \Pi_1 / V_a g_{п.д.},$$

где Π_1 — количество органического растворителя, испарившегося в течение часа при заданной производительности, мг;
 V_a — объем аппарата, м³;
 $g_{п.д.}$ — предельно допустимая концентрация растворителя, мг/м³.

Объем воздуха, подлежащего обмену (в м³/ч)

$$V_{об} = V_a N.$$

Зная объем воздуха, подлежащего обмену, подбирают по справочникам взрывобезопасный вентилятор типа Ц4-70 или 119-57 необходимой производительности.

Антикоррозионные работы в аппарате (см. рис. 13) проводят только при действующей вытяжной вентиляции. При внезапной остановке вентилятора защитные работы немедленно прекращают. Количество отсасываемого воздуха регулируют шибером из алюминиевого листа (неискрящего материала). Загрязненный воздух по воздуховоду выбрасывается за пределы цеха. Наружная часть воздуховода выведена выше крыши на 2,5 м.

Настил и подмости для безопасной работы внутри аппарата устраивают не из случайных подручных материалов, а в строгом соответствии с разработанной ведомостью лесоматериалов.

На месте производства защитных работ устанавливают укомплектованный пожарный щит, ящик с песком и кошмой. Кроме перечисленных мероприятий по технике безопасности при антикоррозионной защите аппаратов необходимо соблюдать ряд дополнительных мер по предупреждению травматизма. Химическую обработку аппаратов кислотными составами рабочие проводят в очках, резиновых перчатках, фартуках, сапогах, а также в спецодежде из кислотостойкой ткани. При доведении составов до рабочей концентрации кислоту вливают в воду (нельзя вливать воду в кислоту) тонкой струей при непрерывном размешивании. Случайно попавшую на кожу кислоту смывают водой и 5—10%-ным раствором питьевой соды.

При очистке металлических поверхностей от старых покрытий соблюдают меры предосторожности при работе с пастами-смывками. Хранят пасту в плотно закрытой таре, так как в ее состав входят летучие и огнеопасные растворители. Ветошь, использованную для протирки поверхностей после обработки пастой, собирают в металлический ящик и по окончании работ

выносят на место сжигания. Запрещается сжигать ветошь в таре.

Посуду после использования пасты тщательно моют водой и обдувают воздухом. Нельзя оставлять и хранить пасты на рабочем месте после окончания смены.

Смывки СП-6, СПС-1 и СПС-2 относятся к пожароопасным и токсичным веществам. Поэтому помещения, где производится смывка старых покрытий с металлических поверхностей, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией общего и местного назначения. Работу со смывками проводят в спецодежде, резиновых перчатках, защитных очках. Рабочие обеспечиваются также фильтрующими промышленными противогазами марок А и М или шланговым противогазом типа ПШ-1. Участок, где производится очистка оборудования от старых покрытий, снабжается углекислотными огнетушителями (ГОСТ 16005—70) и другими средствами пожаротушения.

При пескоструйной обработке металлических поверхностей необходимо соблюдать правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Пескоструйные установки, маслоотделители должны быть герметичными и снабжены опломбированными манометрами со шкалой до 98 Па. Пескоструйную обработку аппаратов оператор производит в спецодежде из плотной ткани, в брезентовых перчатках или рукавицах, скафандре с принудительной подачей воздуха.

При работе в закрытых аппаратах оператор снабжается спасательным поясом (рис. 14) и сигнальной веревкой. Между оператором и подсобным рабочим, находящимся вне очищаемого аппарата, предусматривается звуковая или световая сигнализация.

Сжатый воздух подается только после того, как пескоструйщик взял в руки шланг. По окончании работ он оставляет шланг только после полного перекрытия системы подачи воздуха. При очистке системы в случае ее засорения запрещается заглядывать в торец сопла.

Обезжиривание поверхностей аппаратов производят только при включенной приточно-вытяжной вентиляции. В цехе, где производится обезжиривание, запрещается принимать пищу. Рабочих, производящих обезжиривание, обеспечивают противогазами, чистой спецодеждой, брезентовыми фартуками и резиновыми перчатками.

Для предотвращения искрообразования в защищаемом аппарате на одежде рабочих не допускается наличие металлических пуговиц и застёжек,



Рис. 14. Спасательный пояс для работ в закрытых аппаратах.

на подошвах обуви — гвоздей. Растворители, полимерные композиции подаются в аппарат в таре из цветных металлов или пластмасс. При работе в закрытых аппаратах рабочие через каждый час должны делать перерыв и на 10 мин выходить на свежий воздух. В закрытом аппарате одновременно работает не менее двух человек, чтобы при необходимости оказать помощь друг другу.

Разработка комплексных мероприятий безопасности позволяет предотвратить травматизм рабочих при антикоррозионной защите аппаратуры.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РУК

При выполнении антикоррозионных работ для защиты рук от вредного действия полимерных составов используют резиновые и хлорвиниловые перчатки. Однако такие перчатки создают определенные неудобства в работе и недолговечны. Более практична биологическая защита рук, так называемые «биологические перчатки». Пасту для таких перчаток готовят из следующих компонентов (в частях по массе):

казеин	100	глицерин	100
25%-ный водный раствор аммиака	15	спирт-ректификат	282
		дистиллированная вода	284

В эмалированную или стеклянную посуду всыпают навеску казеина и заливают $\frac{4}{5}$ частью воды при постоянном перемешивании. Смесь выдерживают 12 ч. В набухший казеин добавляют аммиак, растворенный в оставшейся $\frac{1}{5}$ части воды. Пасту перемешивают до получения однородной массы и вводят глицерин. Через 1—1,5 ч добавляют спирт и пасту снова перемешивают. Полученный состав хранят в герметичной таре, он пригоден в течение 15 дней. Для защиты рук 3—5 г пасты наливают на ладонь и равномерно распределяют по поверхности рук. Через 1—2 мин состав высыхает [22].

При нанесении полимерных составов на основе эпоксидных смол для защиты рук используют пасту «невидимые перчатки», в состав которой входят следующие компоненты (в %) [26]:

метилцеллюлоза	4	тальк	7,8
глицерин	11,7	вода	68,7
белая глина	7,8		

В конце смены или работы биологические перчатки смывают теплой водой с мылом. Другие составы для защиты рук приведены в приложении 3 [39].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение долговечных покрытий для защиты технологического оборудования пивоваренных заводов предполагает значительный экономический эффект за счет повышения срока службы конструкционных материалов в условиях воздействия

агрессивных пищевых сред, улучшения качества выпускаемой продукции и санитарно-эстетических условий производства.

Отсутствие необходимых статистических данных не позволяет произвести комплексный расчет экономической эффективности от использования всех указанных преимуществ полимерных покрытий. Приведем некоторые данные технико-экономического эффекта от внедрения защитных покрытий на предприятиях Днепропетровского производственного объединения пиво-безалкогольной промышленности.

В 1976 г. головным предприятием объединения израсходовано масляных красок на натуральной и комбинированной олифах 8963 кг на сумму 7666 руб. Покрытия масляными красками сохраняют свои защитные свойства в течение года [23]. Долговечность покрытий, применяемых согласно «Схеме выбора лакокрасочных материалов для окраски наружных поверхностей оборудования предприятий пивоваренной промышленности» (глава III), составляет: для перхлорвиниловых и поливинилхлоридных — 6 лет, алкидноакриловых — 5, пентафталевых 3,5 года и т. д. Стоимость синтетических лакокрасочных материалов не выше, а в некоторых случаях ниже стоимости масляных красок на натуральной олифе [36], т. е. для ориентировочных расчетов можно принять, что стоимость синтетических материалов в среднем равна стоимости масляных красок, а долговечность их не ниже 3 лет. Тогда экономия материальных ресурсов

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3 = 22\,998 - 7666 = 15\,332 \text{ руб.},$$

где $\mathcal{E}_2$ — экономия от замены масляных красок синтетическими материалами, равная 22998 руб. (7666×3);

$\mathcal{E}_3$ — стоимость синтетических материалов, равная 7666 руб.

Экономия фонда заработной платы $\mathcal{E}_4$ (в руб.) при замене составов покрытий

$$\mathcal{E}_4 = \mathcal{Z}_1 - \mathcal{Z}_2,$$

где $\mathcal{Z}_1$ — затраты по заработной плате при защите оборудования масляными красками;

$\mathcal{Z}_2$ — затраты по заработной плате при защите оборудования синтетическими материалами.

Определяются они следующим образом. Норма расхода лакокрасочных материалов на 100 м² окрашенной металлической поверхности одним слоем покрытия составляет 18,2 кг [37]. При соблюдении норм расхода материала общая поверхность окрашенного оборудования головного предприятия за 1976 г. составила 49800 м² [(8963 : 18,2) × 100]. Следовательно, за три года общая площадь поверхности окрашенного оборудования составит 149400 м² (49800 × 3). Стоимость работ по защите расчетной площади поверхности оценивается в 6349 руб. ([149400 ×

$\times 4,25) : 100]$ (здесь 4,25 — стоимость окраски 100 м² металлической поверхности) [37].

Начисления на социальное страхование составят 432 руб. $[(6349 \times 6,8) : 100]$.

Премияльные начисления в размере 25% составят 1587 руб. $[(6349 \times 25) : 100]$.

Следовательно, затраты на окраску расчетной площади поверхности оборудования масляными красками, т. е. $Z_1 = 6349 + 432 + 1587 = 8368$ руб.

Затраты на окраску того же оборудования синтетическими материалами будут соответственно в 3 раза ниже, т. е. $Z_2 = 8368 : 3 = 2789$ руб.

Тогда экономия заработной платы при замене масляных красок синтетическими материалами $Z_4 = 8368 - 2789 = 5579$ руб.

Экономический эффект от рационального выбора наружных защитных покрытий оборудования головного предприятия $Z = Z_1 + Z_4 = 15332 + 5579 = 20911$ руб.

Внедрение рациональной схемы покрытий позволит значительно сократить сроки проведения ремонтов, так как синтетические лакокрасочные материалы высыхают намного быстрее масляных красок.

Украинским отделом института «Проектхимзащита» разработан проект антикоррозионной защиты замочных чанов солодовенного цеха днепропетровского пиво-безалкогольного комбината «Днепр», согласно которому стоимость защиты одного замочного чана ($\varnothing$ 4,5 м, высотой 3,5 м) состоит из затрат, приведенных в табл. 22.

Таблица 22

Работы	Объем работ, м ²	Цена единицы объема, руб.	Цена всего объема, руб.
Очистка металлической поверхности стальным песком	79	2,36	186
Снятие старой краски	79	1,18	93
Обеспыливание металлической поверхности	79	0,168	13
Нанесение двух слоев шпаклевки ЭП-0010 на металлическую поверхность	79	1,56	123
Нанесение краскораспылителем двух слоев эпоксидной эмали ЭД-20 с титановым наполнителем	30	5,28	158
Футеровка цилиндрической поверхности шлако-ситалловой плиткой $\delta = 9$ мм на замазке на основе смолы ЭД-20	23	50,78	1168
То же, конической поверхности	26	51,58	1344
Итого			3085
Плановые накопления 6%			3276

При анализе данного проекта антикоррозионной защиты замочных чанов специалистами комбината предложен более экономичный способ защиты с помощью одного слоя грунтовки-преобразователя ВА-01ГИСИ и двух слоев эмали ХС-558В или ЭП-793 «ОНУ». Экономическая эффективность предложенных покрытий рассчитывается следующим образом.

Общая площадь поверхности, подлежащей защите, при трехслойном покрытии составит 237 м^2 (79×3 , где 79 — площадь внутренней поверхности замочного чана).

Стоимость работ по окраске расчетной площади металлической поверхности равна 10,1 руб., т. е. $(237 \times 4,25) : 100$.

Начисления на социальное страхование составят 0,68 руб., т. е. $(10,1 \times 6,8) : 100$.

Премияльные начисления — 2,52 руб. $(10,1 \times 25) : 100$.

Общая стоимость работ равна 13,3 руб. $(10,1 + 0,68 + 2,52)$.

Стоимость преобразователя ржавчины, расходуемого на грунтовку одного замочного чана, равна 13,36 руб., т. е. $79 \times 0,94 \times 0,18$ (где 0,94 — стоимость 1 кг преобразователя ржавчины ВА-01ГИСИ, руб.; 0,18 — расход преобразователя на 1 м^2 поверхности, кг).

Стоимость эмали ХС-558В, расходуемой на защиту одного замочного чана, равна 22,12 руб., т. е. $79 \times 2 \times 0,7 \times 0,2$ (где 2 — число слоев эмали; 0,7 — стоимость 1 кг эмали ХС-558В, руб.; 0,2 — расход эмали на 1 м^2 , кг).

Стоимость эмали ЭП-793 «ОНУ», расходуемой на защиту одного замочного чана, составит 180,75 руб., т. е. $79 \times 2 \times 5,72 \times 0,2$ (где 5,72 — стоимость 1 кг эмали ЭП-793 «ОНУ», руб.).

Экономический эффект, получаемый при покрытии замочного чана одним слоем преобразователя ВА-01ГИСИ и двумя слоями эмали ХС-558В, составляет 3221,12 руб. $[3270 - (13,3 + 13,36 + 22,12)]$. При покрытии замочного чана одним слоем преобразователя ВА-01ГИСИ и двумя слоями эмали ЭП-793 «ОНУ» экономический эффект составит 3062,59 руб., т. е. $3270 - (13,3 + 13,36 + 180,75)$.

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, РАЗРЕШЕННЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Приложение I

№ п/п	Материал	Марка	ГОСТ, МРТУ, ТУ	И изготовленные изделия, основные условия их эксплуатации	Продукты, которые могут контактировать с данным материалом	Разрешение Миннеггерста заводов-производителей СССР
1	Стекло	Плитки	ГОСТ 111-65	Плитки для облицовки резервуаров	Сусло, сок, вино, коньячный спирт, коньяк, пиво, безалкогольные напитки	РМ-1-71 от 16/II 1972 г.
2	Стеклоэмаль	25; 54; Э-1; 20; 105; 92Г	МРТУ 26-01.7-67	Антикоррозийное покрытие металлических цистерн, предназначенных для длительного хранения продуктов	То же	№ 126-5/482-3 от 3/XI 1969 г.; № 126-14/2629-4 от 25/XII 1969 г.; РМ-1-65
3	Стеклоэмаль (ЧССР)	190		Антикоррозийное покрытие металлических цистерн, предназначенных для длительного хранения продуктов	Сусло, сок, вино, коньячный спирт, коньяк, пиво, безалкогольные напитки	№ 126-14/564-3 от 5/IV 1972 г. № 126-14/3062-3 от 27/XII 1973 г.
4	Полиэтилен низкой плотности (высокого давления)	10702-020; 10802-020; 10913-020; 115022-070; 11305-40; 10203-003; 10603-067; 11102-020	ГОСТ 16337-70	Для футеровки резервуаров Температура эксплуатации от -40 до 60°С	Сусло, вино, сок, коньяк, продукты переработки отходов виноделия	РМ-1-65 № 123-14/931-7 от 21/VI 1966 г.

№ п/п	Материал	Марка	ГОСТ, МРТУ, ТУ	Изготавливаемые изделия, основные условия их эксплуатации	Продукты, которые могут контактировать с данным материалом	Разрешение Министерства здравоохранения СССР
5	Полиэтилен высокой плотности (низкого давления)	20106—001; 20206—002; 20306—005; 20406—007; 20506—007; 20606—012; 20706—016; 20806—024; 20906—040; 21006—075; рецептуры 01, 02, 03	ГОСТ 16338—70	Для футеровки резервуаров. Температура эксплуатации от —40 до 100°С	Сусло, вино, продукты переработки отходов виноделия	РМ-1—65 № 123-14/931-7 от 21/V 1966 г.
6	Антикоррозионный и антиадгезионный состав на основе смолы СВХ-40	Сополимер-40 Полиэтилен-силоксан Ацетон Двуокись титана	ВТУ МХП 3540—52 ГОСТ 2768—69 ВТУКУ 440—59 ГОСТ 2102—67	Для покрытия внутренних поверхностей резервуаров	Вино, бекмес	№ 126-14/498-3 от 5/V 1971 г.
7	Бакелитовые лаки А Б ЭФ		ГОСТ 901—71	То же	Сусло, вино ординарное, пиво, безалкогольные напитки	№ 113-17/66 от 19/III 1952 г.; РМ-1—65
8	Винилак	A-15-KP	ТУ 247—71	Для покрытия внутренних поверхностей металлических резервуаров	Сусло, вино	№ 126-11/299-3 от 17/II 1972 г.

9	Замазка на основе эпоксидных смол	ЭД-16	ГОСТ 10587—72 (на смолу)	Для ремонта поверхности емкостей, имеющих покрытие: стеклоэмалевое, эпоксидное, из стеклянных плиток	Сусло, вино, коньячный спирт, пиво, безалкогольные напитки	№ 126-14/2629-4 от 25/XII 1969 г.
10	Композиция на основе эпоксидных смол и титанового порошка	ЭД-16 ЭД-20 Титановый порошок	ГОСТ 10587—72 (на смолы) ТУ 48-10-972	Для защитного покрытия железобетонных и металлических резервуаров	Сусло, вино, продукты переработки отходов виноделия, пиво, безалкогольные напитки	№ 126-14/1274-3 от 10/VII 1970 г.; № 126-14/2629-4 от 25/XII 1969 г.; № 126-11/763-3 от 26/IX 1969 г.; № 113-17/229 от 22/IV 1954 г.; РМ-1—65
11	Лак перхлорвиниловый	ХС-76 (по грунту) ХС-04) ХС-76Д (по грунту) ХС-04Д)	ГОСТ 9355—60	Для покрытия бункеров и емкостей То же	Сусло, ординарное вино То же	№ 126-14/1113-3 от 10/V 1973 г.; № 126-14/3668-3 от 23/XI 1973 г. РМ-1—71 от 16/II 1972 г.
12	Парафин	П-1 П-2	ГОСТ 13577—71	Для покрытия железобетонных и металлических резервуаров	Сусло, ординарное вино	№ 126-5/63-3 от 29/I 1970 г.
13	Сплав парафина, полиэтилена и полиизобутилена	ППП		Для защитного покрытия железобетонных резервуаров	Ординарное вино	№ 126-5/63-3 от 29/I 1970 г.
14	Кислота виннокаменная пищевая	—	ОСТ НКПП 424	Для покрытия внутренних стенок железобетонных резервуаров	Сусло, вино	№ 08 с/Б-7-1606 от 27/VIII 1964 г. РМ-1—65 РМ-1—71 от 16/II 1972 г.
15	Циклокаучуковое покрытие	КЧ-035 КЧ-729	ВТУ 11-192-64	Для покрытия внутренних поверхностей металлических резервуаров	Вино, плодово-ягодные соки, пиво-безалкогольные напитки	№ 126-14/1774-3 от 22/X 1970 г.
16	Эмаль ХСЭ-А ХС-76Т	СВХ-40 Двуокись титана	ВТУ 410—54 ГОСТ 2102—67	Для защиты внутренних поверхностей металлических и железобетонных резервуаров	Вино, пиво и другие пищевые продукты	№ 123-7/1 от 30/I 1962 г.

№ п/п	Материал	Марка	ГОСТ, МРТУ, ТУ	Изготавливаемые изделия, основные условия их эксплуатации	Продукты, которые могут контактировать с данным материалом	Разрешение Министерства здравоохранения СССР
17	Эмаль	ХС-558 (6. ХСЭ-А) ХС-558Д ХС-558В по грунту ХС-04В	МРТУ 6-10-592—65	Для покрытия внутренних поверхностей металлических и железобетонных резервуаров, бункеров	Сусло, вино	РМ-1—65 № 123-7/63-3 от 30/I 1962 г.; № 126-14/1113-3 от 10/V 1973 г.; № 123-14/1044-7 от 21/V 1976 г
18	Эпоксидные смолы	ЭД-20 ЭД-16	ГОСТ 10587—72	Для защитного покрытия металлических и бетонных емкостей	Сусло, вино, соки, безалкогольные напитки	РМ-1—65 № 123-15/22 от 22/II 1962 г.
19	Эпоксидная эмаль	ЭП-793	ТУ 6-10-1538— 75	Для покрытия внутренних поверхностей для хранения и перевозки виноматериалов, емкостей для брожения, хранения и транспортировки пива	Виноматериалы, пиво	№ 123-11/1708-7 от 22/XII 1977 г.; № 123-5/377-7 от 22/V 1979 г.
20	Полиуретановая эмаль	УР-41	—	В качестве защитного покрытия емкостей, предназначенных для хранения и транспортировки питьевой воды, безалкогольных напитков и пива, при условии обработки емкостей острым паром в течение 1 ч	Вода, безалкогольные напитки, пиво	№ 123-11/1694-7 от 4/XII 1975 г.
21	Эпоксидное покрытие (Франция)	Аральдит-гелитанк	—	Для защитного покрытия резервуаров. Для покрытия внутренней поверхности емкостей для транспортировки вин морскими и речными танкерами	Вино, сусло	№ 126-14/2412-3 от 27/XII 1968 г.

22	То же	Флексилак Х—15	—	То же	Вино	№ 126-5/221а от 4/VIII 1969 г.
23	Эпоксидное покрытие (Польша)	Полимекс	—	В качестве антикоррозионного покрытия металлических цистерн	Вино	№ 126-5/496-3 от 18/VIII 1972 г.
24	Эпоксифеноло-формальдегидная смола (Алжир)	—	—	Покрытие бочек для транспортировки вин	Виноматериалы	№ 123-10/106 от 6/IV 1972 г.
25	Эпросин (Чехословакия)	Е-1 Е-2В	—	Для покрытия емкостей	Сусло, вино	РМ-1—65 № 123-7/28 от 29/V 1961 г.
26	«Эполукс» (Югославия)	—	—	То же	Сусло, вино	№ 126-11/397-3 от 5/IV 1971 г.
27	Эпоксидный лак «Колтуриет»	—	—	Для покрытия внутренней поверхности танкеров	Вино	№ 126-14/612-3 от 4/X 1971 г.
28	Эпоксидное покрытие (Италия)	Peridit фирмы «Ciba»	—	Для защиты металлических и железобетонных резервуаров для хранения вин	Сусло, вино	№ 123-14/1861-7 от 12/XII 1974 г.
29	Эпоксидное покрытие «Эполор» (Югославия)	—	—	Для защиты металлических и железобетонных резервуаров для хранения вин	Сусло, вино	№ 123-14/1044-7 от 29/III 1976 г.
30	Эпоксидная паста (Бельгия)	«Меракот»	—	Для покрытия опытной партии цилиндрических броидильных аппаратов из стали рядового проката	Пивное сусло, пиво	№ 123-5/578-7 от 15/X 1974 г.

Шкала оценки коррозии лакокрасочных покрытий

Балл	Вид разрушения				
	Меление	Выветривание	Растрескивание	Отслаивание	Пузыри
10	Отсутствует				
9	Едва заметное	Отсутствует			
8	Незначительное	Трещины или сетка на поверхности, видимые при 12-кратном увеличении	Отсутствует		
7	То же	Трещины или сетка на поверхности, видимые при 4-кратном увеличении	Отсутствует		
6	Значительное	Отсутствует	На 25% поверхности	Отсутствует	Сыпь на 25% поверхности
5	То же	Частичное выветривание верхнего слоя	На 50% поверхности	Частичное отслаивание верхнего слоя	Сыпь на 50% поверхности

4	Сильное просвечивание грунта или подложки	Просвечивание грунта или подложки	Растрескивание на 50% поверхности с отдельными глубокими трещинами	Отслаивание грунта на 100% поверхности	Сыпь на поверхности свыше 50% местами пузыри	Коррозия на 10% поверхности
3	Просвечивание грунта или подложки на 25% поверхности	Просвечивание грунта или подложки на 25% поверхности	Глубокие трещины на 25% поверхности	Отслаивание грунта на 25% поверхности	Пузыри на 25% поверхности	Коррозия на 25% поверхности
2	То же на 50% поверхности					
1	То же на 50% поверхности					

Состав предохранительных паст, мазей и мыла, применяемых
для защиты и мытья рук при окрасочных работах, мас. %

Компонент	Паста ПМ-1	Паста «Биоло- гические пер- чатки»	Паста ИЭР-1	Паста Лиот- ИГВ	Мазь № 1 Селисского	Мазь № 2 Селисского	Мыло МДМ	Паста «Ялот»
Крахмал (картофель- ная мука)	14,1	—	—	—	—	—	—	—
Казеин	—	19,7	—	—	—	—	—	—
Белая глина (каолин)	10,1	—	10,0	—	—	—	—	—
Тальк	8,1	—	—	—	—	—	—	1,2
Желатин	2,0	—	—	—	—	—	—	—
Глицерин	12,6	19,7	10,0	—	—	—	5,0	—
Вазелиновое масло	7,5	—	—	—	—	—	—	—
Салициловая кислота	0,3	—	—	—	—	—	—	—
Спирт этиловый, 90%-ный	1,7	58,7	—	—	—	—	5,0	—
Пчелиный воск	—	—	—	74,0	—	—	—	—
Подсолнечное масло	—	—	—	26,0	—	—	—	—

Пемза	—	—	—	—	—	—	45,0	—
Окись цинка	—	—	—	—	3,0	2,5	—	—
Стеарин	—	—	—	—	12,0	6,0	—	—
Растительное или ми- неральное масло	—	—	—	—	85,0	36,4	—	—
Ланолин безводный	—	—	—	—	—	5,0	—	—
Отдушка	—	—	—	—	—	0,1	—	—
Аммиак 25%-ный	—	1,9	—	—	—	—	—	—
Касторовое масло	—	—	—	—	—	—	—	19,6
Мыло натриевое, строго нейтральное	—	—	12,0	—	—	—	—	—
Мыло ядровое	—	—	—	—	—	—	—	39,6
Мыло жидкое	—	—	—	—	—	—	45,0	—
Вода	43,6	—	38,0	—	—	50,0	—	39,6

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева А. В. Коррозия в пищевых производствах и способы защиты. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 276 с.
2. Андрищенко А. В., Фертман Г. И. Изменение содержания микропримесей металлов в процессе производства пива. — Научно-технический реферативный сборник. Пивоваренная и безалкогольная промышленность, 1972, № 7, с. 10.
3. Алцибеева А. И., Левин С. З. Ингибиторы коррозии металлов. — Л.: Химия, 1968. — 262 с.
4. Афанасьева Г. И., Клячко Ю. А. Коррозионная стойкость металлов в пиве. — Научно-технический реферативный сборник. Пивоваренная и безалкогольная промышленность, 1971, № 8, с. 14—19.
5. Балалаев Г. А. Производство футеровочных, гуммировочных, виниловых и лакокрасочных работ. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1977. — 351 с.
6. Барыкин Н. Д. Очистка поверхностей струей воды высокого давления. — Технология и организация производства, 1972, № 2, с. 115—117.
7. Белый В. А., Довгяло В. А., Юркевич О. Р. Полимерные покрытия. — Минск: Наука и техника, 1976. — 416 с.
8. Винарский В. Л. Эпоксидные смолы в строительстве. — Киев: «Будивельник», 1972. — 152 с.
9. Главинский Д. Г. Современная техника пивоваренного производства. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 279 с.
10. Головки Л. И., Омельченко С. И., Сметанкина Н. П. Химически стойкая полиуретановая эмаль. Информационный листок № 76-0206. — Киев: УкрНИИТИ. — 2 с.
11. Елфачев Л. В. Гигиеническая оценка эффективности современных антикоррозионных покрытий судовых цистерн питьевой воды в условиях Севера. — В кн.: VII Международный симпозиум по морской медицине. Одесса, 1976, с. 76.
12. Зиневич А. М., Глазков В. И., Котик В. Г. Защита трубопроводов и резервуаров от коррозии. — М.: Недра, 1975. — 287 с.
13. Зинченко М. В., Тищенко Г. П. Безопасные приемы труда при осмолке емкостей. — Научно-технический реферативный сборник. Пивоваренная и безалкогольная промышленность, 1977, № 6, с. 18—20.
14. Инструкция по санитарно-химическому исследованию изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами. — М.: Министерство здравоохранения СССР, 1972. — 155 с.
15. Ицко Э. Ф., Муромцев А. К. Применение лакокрасочных покрытий для защиты от коррозии емкостей питьевой воды. — Лакокрасочные материалы и их применение, 1972, № 2, с. 88—91.
16. Королев Ю. В., Путилов В. Е. Защита оборудования от коррозии. — Л.: Машиностроение, 1973. — 136 с.
17. Космачевский Б. П., Клячко Г. М. Противокоррозионная защита наружных поверхностей оборудования. — Виноделие и виноградарство СССР, 1974, № 6, с. 50—51.

18. Кралин Е. И. Внедрение прогрессивной технологии очистки поверхности оборудования от антикоррозионного покрытия. Информационный листок № 108. — Запорожский ЦНТИ, 1978, с. 1—4.
19. Кравец Ю. М., Кац В. М., Турко Г. Г. Антикоррозионные покрытия оборудования меласно-спиртового завода. — Тематический сборник УкрНИИСП, 1972, № 14, с. 91.
20. Ковалева Ю. Н. Генератор снега. — Изобретатель и рационализатор, 1977, № 9, с. 38.
21. Кочунова М. И. Сахар против сахара. — Изобретатель и рационализатор, 1977, № 11, с. 25.
22. Кулаков Н. Г., Бережнов И. А. Справочник по эксплуатации теплоснабжения. — Киев: Будівельник, 1977. — 352 с.
23. Лакокрасочные материалы. Технические требования и контроль качества / [К. Т. Сулимова, М. Л. Лившиц, В. В. Соковикова]. — М.: «Химия», 1977. В 2-х томах. Т. I 336 с., т. II 288 с.
24. Лабутин А. Л. Об организации антикоррозионной службы на химических заводах. — Защита металлов, 1968, т. 4, № 1, с. 96—101.
25. Справочник. Лакокрасочные покрытия в машиностроении. Под ред. М. М. Гольберга. — М.: Машиностроение, 1974. — 576 с.
26. Максименко Г. Т., Покровский В. М. Техника безопасности при применении пожароопасных, взрывоопасных и токсичных материалов. — Киев: Будівельник, 1978. — 108 с.
27. Максимов О. В. Монолитные химически стойкие беспыльные покрытия бетонных полов на основе эпоксидных смол. — Информационный листок № 14, 1974, с. 1—2.
28. Микульский А. М., Стариков Г. А., Шейман Л. С. Защита от вибрации при работе с пневматическими шлифовальными машинами. — М.: Машиностроение, 1976. — 88 с.
29. Натрадзе А. Г., Лозовик Г. Я., Рязанова Ю. М. Защита от коррозии в химико-фармацевтической промышленности. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 1974. — 304 с.
30. Негматов С. С. Технология получения полимерных покрытий. — Ташкент: Узбекистан, 1975. — 232 с.
31. Назаров Н. И., Соколов А. Я., Кестельман В. Н. Полимеры и микробиологическая коррозия. — Вестник высшей школы, 1972, № 7, с. 51—54.
32. Опыт Днепропетровского объединения «Пивмашвод» по повышению эффективности производства / [Л. И. Дзюбенко, Э. В. Алексеенко, Г. П. Тищенко и др.]. Обзорная информация. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1977. — 32 с.
33. Окраска металлических поверхностей. Общемашиностроительные типовые и руководящие материалы в области технологии и организации производства, ОМТРМ 7312-010—78. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Химия, 1978. — 368 с.
34. Применение полимерных материалов в консервной промышленности / [В. Г. Поповский, Я. Г. Муравин, Т. Б. Дюльгер и др.]; под ред. проф. В. Е. Гуля. — М.: Пищевая промышленность, 1971. — 232 с.
35. Попов В. И. Оборудование предприятий пивоваренной и безалкогольной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 300 с.
36. Прейскурант № 05-04. Оптовые цены на лакокрасочные материалы. — М.: Прейскурантиздат, 1974. — 144 с.
37. Правила производства ремонтно-строительных работ, нормы и расценки. — Киев: Будівельник, 1966. — 912 с.
38. Полимеры для упаковки пиво-безалкогольной продукции за рубежом / [Н. М. Беленькая, И. М. Бублевский, А. Н. Гарнизова и др.]. Обзорная информация. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1974. — 23 с.
39. Рейбман А. И. Защитные лакокрасочные покрытия. — 4-е изд., перераб. — Л.: Химия, 1978. — 296 с.
40. Розенфельд И. Л. Ингибиторы коррозии. — М.: Химия, 1977. — 352 с.

41. Справочник по специальным работам. Защита строительных конструкций и технологического оборудования от коррозии / [Г. А. Балалаев, Н. А. Мощанский]. — 2-е изд., перераб. — М.: Стройиздат, 1971. — 384 с.
42. Свистунова Н. М., Каневская Е. А. Антикоррозионная защита стальных резервуаров. — Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов, 1971, № 6, с. 22—27.
43. Справочник по охране труда в мясной и молочной промышленности / [В. В. Беляев и др.]. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 383 с.
44. Спритинский В. А., Васин Ж. В., Лебедева Л. С. Способы защиты охлаждающих рассольных систем рефрижераторных вагонов от коррозии. — Холодильная техника, 1970, № 10, с. 51—53.
45. Тавадзе Ф. Н., Лашхи Т. А. Коррозия и защита металлов в виноделии. — М.: Наука, 1968. — 143 с.
46. Тихомиров Я. В., Сидякина В. В., Тихомирова Л. В. Применение полимерных покрытий в пивоваренной промышленности. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1970. — 14 с.
47. Тищенко Г. П., Зинченко М. В., Михайлова Г. А. Опыт антикоррозионной защиты емкостей в пивоваренной промышленности в СССР и за рубежом. Обзорная информация. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1978. — 34 с.
48. Трофимович А. Н., Тищенко Г. П. Исследование эпоксидной эмали ЭП-793 «ОНУ» для защиты пивоваренного оборудования. — Ферментная и спиртовая промышленность 1978, № 4, с. 19—22.
49. Тюрин С. Т., Базанова А. И., Брейтман Н. П. Герметические резервуары и защитные покрытия в виноделии. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 160 с.
50. Титан для оборудования пищевой промышленности / [С. Ф. Важенин, В. Г. Крючек, В. М. Максименко и др.]. — Киев: Техника, 1973. — 104 с.
51. Чехов А. П. Защита строительных конструкций от коррозии. — Киев: Вища школа, 1977. — 144 с.
52. Чехов А. П., Ковалев С. К. Коррозионная стойкость конструкций пивоваренных заводов. — Промышленное строительство и инженерные сооружения, 1974, № 3, с. 21—22.
53. Эвенштейн З. М. Об электрохимической коррозии алюминия при контакте с пивом. — Известия вузов, Пищевая технология, 1971, № 2, с. 56—57.
54. Food Technology, vol. 27, 1973, № 8, p. 77.
55. Pecasse A. Protektive coating prevent mould growth.—Food Process. Ind., 1977, 46, № 547, 34, 39.
56. Britton O. I. Phenol epoxy lininge for beer otorage tanke.—Brewers Digent, 1966, 41, № 11.
57. Varga K., Krasnyaszky J., Aluminium söröshordok lakkozása a Hütögep gyarban.—Műanyag es gumi, 1974, 11, № 6.
58. Packaging materials.—Food Manuf., 1977, 52, № 2, 30.
59. Water-borne coating developed for beer Soft drink can interiors.—Industrial Finishing, 1974, 50, № 12.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	.....
Глава I. Коррозия оборудования и способы защиты от нее	.....
Характеристика сред пивоваренного производства	.....
Влияние внутренних и внешних факторов на коррозию	.....
Виды коррозии	.....
Микробиологическая коррозия	.....
Коррозия бетона	.....
Коррозия металлов	.....
Коррозия полимеров	.....
Методы защиты оборудования от коррозии	.....
Повышение долговечности строительных конструкций	.....
Борьба с сыростью и гниением	.....
Качественные и количественные методы оценки коррозии	.....
Антикоррозионная служба пивоваренного предприятия	.....
Глава II. Подготовка поверхностей к покрытию	.....
Механическая обработка поверхностей	.....
Химическая обработка поверхностей	.....
Механизация работ при очистке металлических поверхностей	.....
Контроль подготовки поверхностей	.....
Глава III. Защитные наружные покрытия	.....
Материалы для наружных покрытий	.....
Окраска мокрых поверхностей	.....
Защита наружных резервуаров и подземных трубопроводов	.....
Фунгицидные покрытия	.....
Покрытия для полов	.....
Рациональный выбор цвета окраски	.....
Окраска трубопроводов	.....
Глава IV. Защитные внутренние покрытия	.....
Пивная смолка	.....
Парафин	.....
Спиртово-канифольный лак	.....
Бакелитовые лаки	.....
Химически стойкий лак ХС-76	.....
Сополимеро-винилхлоридные эмали	.....
Эпоксидные смолы	.....
Эпоксидная паста «Меракот»	.....
Эпросины	.....
Стеклоэмаль	.....
Стекло	.....
Другие внутренние покрытия	.....
Зарубежный опыт защиты внутренних поверхностей	.....
Защита емкостей для питьевой воды	.....

41. Справочник по специальным работам. Защита строительных конструкций и технологического оборудования от коррозии / [Г. А. Балалаев, Н. А. Мошанский]. — 2-е изд., перераб. — М.: Стройиздат, 1971. — 384 с.
42. Свистунова Н. М., Каневская Е. А. Антикоррозионная защита стальных резервуаров. — Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов, 1971, № 6, с. 22—27.
43. Справочник по охране труда в мясной и молочной промышленности / [В. В. Беляев и др.]. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 383 с.
44. Спритинский В. А., Васин Ж. В., Лебедева Л. С. Способы защиты охлаждающих рассольных систем рефрижераторных вагонов от коррозии. — Холодильная техника, 1970, № 10, с. 51—53.
45. Тавадзе Ф. Н., Лашхи Т. А. Коррозия и защита металлов в виноделии. — М.: Наука, 1968. — 143 с.
46. Тихомиров Я. В., Сидякина В. В., Тихомирова Л. В. Применение полимерных покрытий в пивоваренной промышленности. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1970. — 14 с.
47. Тищенко Г. П., Зинченко М. В., Михайлова Г. А. Опыт антикоррозионной защиты емкостей в пивоваренной промышленности в СССР и за рубежом. Обзорная информация. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1978. — 34 с.
48. Трофимович А. Н., Тищенко Г. П. Исследование эпоксидной эмали ЭП-793 «ОНУ» для защиты пивоваренного оборудования. — Ферментная и спиртовая промышленность 1978, № 4, с. 19—22.
49. Тюрин С. Т., Базанова А. И., Брейтман Н. П. Герметические резервуары и защитные покрытия в виноделии. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 160 с.
50. Титан для оборудования пищевой промышленности / [С. Ф. Важенин, В. Г. Крючек, В. М. Максименко и др.]. — Киев: Техника, 1973. — 104 с.
51. Чехов А. П. Защита строительных конструкций от коррозии. — Киев: Вища школа, 1977. — 144 с.
52. Чехов А. П., Ковалев С. К. Коррозионная стойкость конструкций пивоваренных заводов. — Промышленное строительство и инженерные сооружения, 1974, № 3, с. 21—22.
53. Эвенштейн З. М. Об электрохимической коррозии алюминия при контакте с пивом. — Известия вузов, Пищевая технология, 1971, № 2, с. 56—57.
54. Food Technology, vol. 27, 1973, № 8, p. 77.
55. Pecasse A. Protektective coating prevent mould growth.—Food Process. Ind., 1977, 46, № 547, 34, 39.
56. Britton O. I. Phenol enoxy lininge for beer otorage tanke.—Brewers Digent, 1966, 41, № 11.
57. Varga K., Krasnyaszky J., Aluminium sörőshordok lakkozasa-a Hütögep gyarban.—Műanyag es gumi, 1974, 11, № 6.
58. Packaging materials.—Food Manuf., 1977, 52, № 2, 30.
59. Water-borne coating developed for beer Soft drink can interiors.—Industrial Finishing, 1974, 50, № 12.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Коррозия оборудования и способы защиты от нее	5
Характеристика сред пивоваренного производства	5
Влияние внутренних и внешних факторов на коррозию	6
Виды коррозии	9
Микробиологическая коррозия	13
Коррозия бетона	14
Коррозия металлов	15
Коррозия полимеров	16
Методы защиты оборудования от коррозии	17
Повышение долговечности строительных конструкций	21
Борьба с сыростью и гниением	23
Качественные и количественные методы оценки коррозии	24
Антикоррозийная служба пивоваренного предприятия	27
Глава II. Подготовка поверхностей к покрытию	28
Механическая обработка поверхностей	28
Химическая обработка поверхностей	33
Механизация работ при очистке металлических поверхностей	43
Контроль подготовки поверхностей	45
Глава III. Защитные наружные покрытия	46
Материалы для наружных покрытий	47
Окраска мокрых поверхностей	64
Защита наружных резервуаров и подземных трубопроводов	65
Фунгицидные покрытия	66
Покрытия для полов	67
Рациональный выбор цвета окраски	69
Окраска трубопроводов	70
Глава IV. Защитные внутренние покрытия	72
Пивная смолка	72
Парафин	74
Спиртово-канифольный лак	75
Бакелитовые лаки	76
Химически стойкий лак ХС-76	78
Сополимеро-винилхлоридные эмали	79
Эпоксидные смолы	80
Эпоксидная паста «Меракот»	84
Эпросины	85
Стеклоэмаль	86
Стекло	88
Другие внутренние покрытия	89
Зарубежный опыт защиты внутренних поверхностей	91
Защита емкостей для питьевой воды	94

41.	Глава V. Исследование новых полимерных композиций для защиты
42.	внутренних поверхностей
	Моделирование пиво-безалкогольных сред
	Методы исследования полимерных покрытий
43.	Глава VI. Техника безопасности антикоррозионных работ
	Безопасные условия труда при антикоррозионной защите
44.	аппаратов
	Биологическая защита рук
	Заключение
45.	Приложения
46.	Список использованной литературы

Геннадий Петрович Тищенко
 Михаил Васильевич Зинченко

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ В ПИВОВАРЕНИИ

Редактор А. П. Серик
 Художник Е. Н. Волков
 Художественный редактор В. А. Чуракова.
 Технический редактор Л. И. Кувыркина
 Корректор З. В. Коршунова

ИБ № 1028

Сдано в набор 29.12.79. Подписано в печать 12.06.80.
 Т-07700. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 2.
 Литературная гарнитура. Высокая печать.
 Объем 8,0 печ. л. Усл. печ. л. 8,0 Уч.-изд. л. 8,28
 Тираж 4500 экз. Заказ 862 Цена 40 к.

Издательство «Пищевая промышленность».
 113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., д. 12

Московская типография № 19 Союзполиграфпрома
 при Государственном комитете
 по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
 г. Москва, Б-78, Каланчевский туп., д. 3/5

95
95
98

105

107

111

111

115

124