

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
"Полоцкий государственный университет"

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Конспект лекций

*для студентов специальности 36 01 04 -
"Машины и технология высокоэффективных
процессов обработки материалов"*

Часть I



Новополоцк 2002

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования "Полоцкий государственный университет"

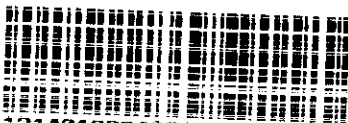
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ
РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

для студентов специальности 36 01 04 – "Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов"

Часть I

НБ УО "ПГУ"



1214010034861

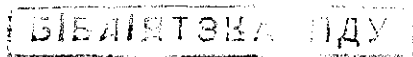
Новополоцк 2002

УДК 658.588.8.001.63(075.8)

И 20

УДК 629.113.004.67.002.001.2

Одобен и рекомендован к изданию методической комиссией машино-
строительного факультета



Рецензенты:

Е.М. Найденышев, канд. техн. наук, доцент

В.И. Семенов, канд. техн. наук, генеральный директор Полоцкого завода
"Проммашремонт"

Иванов В.П. Проектирование участков ремонтно-восстановительного про-
изводства: Конспект лекций. Часть I. – Новополоцк: ПГУ. – 124 с.

Определены состав, структура, особенности и направления развития ремонтно-
восстановительного производства и его участков.

Системно изложены методы проектного расчета потребности в ремонте техники,
производственной мощности участков, числа рабочих, количества технологического
оборудования и производственной площади. Установлена взаимосвязь планировки уча-
стков и компоновки производственного корпуса.

Приведены особенности проектирования участков и рабочих мест основного про-
изводства ремонтного завода с выделением требований охраны труда, пожарной и эко-
логической безопасности.

Предназначен для студентов вузов. Будет полезен работникам ремонтно-
восстановительного профиля.

ISBN 985-418-121-9

© УО "Полоцкий государственный университет", 2002

ВВЕДЕНИЕ

Жизненный цикл (петля качества по IS 9004) ремонтируемой продукции включает в себя ряд стадий. Это поиск и изучение рынка (маркетинг), составление технических требований к продукции и ее разработка, проектирование и подготовка технологических процессов и технических средств производства, материально-техническое снабжение, изготовление, контроль, испытание, хранение, реализация, распределение и эксплуатация продукции, ее техническое обслуживание, ремонт и утилизация после использования. Одна из этих стадий обслуживается ремонтно-восстановительным производством, которое устраняет повреждения деталей и сборочных единиц и восстанавливает ресурс машин после их длительной эксплуатации.

Ремонтно-восстановительное производство создается или совершенствуется в результате его подготовки, которая предшествует функционированию самого производства. Различают подготовку конструкторскую, технологическую, организационную, финансовую, строительную, снабженческую и сбытовую. Конструкторская и технологическая подготовка образуют техническую подготовку. Научная подготовка предшествует подготовке всех указанных видов. Наибольшее влияние на технический уровень продукции оказывает конструкторская подготовка, на качество продукции и технический уровень производства – технологическая, а на расход производственных ресурсов – организационная. Все вместе они определяют эффективность производства.

Потребность в подготовке производства возникает при освоении нового вида продукции или увеличении объемов ее выпуска (количественное изменение), а также при необходимости повысить качество продукции или снизить потребление производственных ресурсов (качественное изменение).

Важную роль в технологической и организационной подготовке ремонтно-восстановительного производства играет проектирование его участков.

Цель изучаемой дисциплины – овладение методикой разработки планировки производственного участка ремонтного завода. Поставленная цель достигается путем изучения структуры ремонтного производства и систематизированного изложения методов проектирования его участков на основе новых научных знаний и передового производственного опыта.

Полученные знания будут необходимы выпускникам вуза в их инженерной деятельности при технологической подготовке ремонтно-восстановительного производства для достижения высокой производительности труда, высокого технического уровня предприятия на базе его

современной организации. Эти знания применимы и при подготовке производств других типов.

Материал конспекта лекций по курсу "Проектирование участков ремонтно-восстановительного производства" предназначен как для изучения студентами, так и для его использования в качестве руководства при выполнении курсовых или дипломных проектов. Он содержит минимальный объем справочных сведений, необходимых для принятия самостоятельных решений при проектировании производственных участков. Конспект лекций состоит из 2-х частей, включающих следующие разделы:

1. "Основы проектирования участков ремонтных предприятий".
2. "Проектирование участков основного производства".
3. "Проектирование участков вспомогательного производства".
4. "Проектирование участков обслуживающего производства".
5. "Эффективность проектных решений и направления развития ремонтного производства".

Часть 1 – разделы 1, 2.

Часть 2 – разделы 3, 4, 5.

Цель раздела 1 заключается в системном представлении структуры создаваемого или совершенствуемого производства и изложении метода проектирования его частей.

Цель разделов 2, 3 и 4 – в определении содержания и особенностей проектирования элементов производственной системы, *раздела 5* – в определении направлений развития этой системы.

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧАСТКОВ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Лекция 1.1. РЕМОНТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: СТРУКТУРА, РАЗВИТИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

1.1.1. Особенности и состав ремонтного предприятия, функции его производств и участков

Машиностроительное производство ведет первичное изготовление машин из сырьевых материалов и полуфабрикатов. Однако отрасли машиностроения не ремонтируют в дальнейшем свои изделия. Сложившаяся практика использования машин показывает, что функцию их ремонта выполняют отрасли, потребляющие машины. В свою очередь, содержание ремонта заключается в экономически обоснованном устранении неисправностей машин и восстановлении их ресурса, т.е. вторичном производстве техники из ее ремонтного фонда.

Ремонтное производство представляет собой совокупность специализированных предприятий и самостоятельных производственных подразделений предприятий, которые ведут ремонт техники.

Ремонтное производство отличается от машиностроения рядом признаков. Оно имеет в своем составе ряд специализированных производств, которым нет аналогов в машиностроении. Это – разборка машин и агрегатов, их очистка, определение технического состояния деталей, создание ремонтных заготовок, комплектование деталей различных категорий перед сборкой агрегатов.

В ремонте необходимо диагностировать ремонтный фонд, ремонтируемые изделия и отремонтированные машины с целью неразрушающего и безразборного определения неисправностей, качества ремонта и остаточного ресурса деталей и сопряжений. Ряд технологических процессов происходит только в ремонтном производстве. Это – отделение эксплуатационных загрязнений от поверхностей деталей ремонтного фонда, разборка агрегатов после их длительной эксплуатации, нанесение восстановительных покрытий, восстановление жесткости, усталостной прочности и герметичности деталей. Ремонтируемые изделия обладают большим количеством состояний исходных и ремонтных заготовок. При подготовке ремонтного производства не отработывают изделия на технологичность, потому что в качестве чертежей изделий применяют разработки машиностроительного производства с небольшими изменениями. Ремонт машин требует создания большого количества перенастраиваемых средств техно-

логического оснащения и изготовления оснастки на универсальное оборудование. Вместе с тем при ремонте машин необходимо обеспечить примерно одинаковые значения свойств товарной продукции по сравнению с новыми изделиями при различных производственных возможностях.

Для выполнения своих функций ремонтное предприятие имеет в своем составе основное, вспомогательное и обслуживающее производства и заводоуправление.

Основное производство – это множество производственных участков с исполнителями и средствами технологического оснащения, которые непосредственно воздействуют на ремонтируемые объекты во время их превращения из состояния ремонтного фонда в состояние товарной продукции. Основное производство занято выпуском продукции для продажи или обмена.

В основном производстве применяют цеховую, участковую и комбинированную структуры. Первый вид структуры применяют на крупных ремонтных предприятиях с числом работающих свыше 500 человек. В этом случае предприятие, в зависимости от его специализации и кооперации с другими заводами, состоит из 3...5 хозрасчетных цехов с числом работающих в каждом цехе 125...300 человек. Цехи подразделяются на участки. В структуре управления цехом имеются начальник цеха, начальники смен, старшие мастера, мастера и бригадиры. Средне- и маломощные заводы в своем составе имеют только участки, которые возглавляются старшими мастерами.

Состав производственных участков предприятия определяется видом ремонтируемых объектов, технологическими процессами, объемом и организацией производства. Состав цехов (участков) основного производства по технологическому признаку:

- разборочно-очистной;
- цех определения повреждений и остаточного ресурса изделий (предремонтного диагностирования);
- накопления и сортировки деталей;
- цех комплексного или централизованного восстановления деталей;
- нанесения покрытий (наплавочных, напыленных, гальванических и др.);
- кузнечно-штамповый;
- цех механической обработки деталей;
- переработки резины и пластмасс;
- медницкий;
- деревообрабатывающий;

- комплектовочно-сборочный;
- цех нанесения декоративных и защитных покрытий;
- обкаточно-испытательный;
- послеремонтного диагностирования и устранения дефектов.

Функции основных производственных участков:

- предремонтное диагностирование ремонтируемых объектов – определение технического состояния ремонтируемых объектов (вида неисправностей), выявление причин неисправностей и определение объема работ по их устранению. Решаются следующие задачи:

- проверка с установленной вероятностью исправности и работоспособности машины в целом или ее составных частей;
- поиск повреждений, нарушивших исправность или работоспособность машины;
- сбор исходных данных для прогнозирования остаточного ресурса или вероятности безотказной работы машины в межремонтный период;

- разборочно-очистной участок – получение очищенных исходных заготовок ремонта, которые в зависимости от их технического состояния будут направлены на сборку агрегатов или на восстановление;

- участки восстановления – удаление поврежденных частей деталей, закрепление дополнительных ремонтных деталей, нанесение восстановительных покрытий и обработка поверхностей для придания необходимых форм, размеров, расположения и шероховатости этих поверхностей, балансирование деталей. Наплавочные и напыленные покрытия наносят непосредственно на участках восстановления деталей. Исключение составляют процессы нанесения гальванических и полимерных покрытий, которые по причине большого количества выделяющихся вредных веществ выполняют в отдельных помещениях;

- комплектовочно-сборочный участок – группирование деталей по наименованиям, количеству, ремонтным размерам и массе, а также узловая сборка, балансировка сборочных единиц и общая сборка. При узловой и общей сборке обеспечивают необходимую точность замыкающих размеров;

- участок окрашивания – нанесение на поверхности машин грунтов, шпатлевок, эмалей и антикоррозионных покрытий. Процесс нанесения декоративных покрытий обычно сопровождается высокотемпературной сушкой;

- участок обкатки – самоорганизующиеся процессы приработки сопряжений и обкатка собранных агрегатов или машин. На этом участке готовят технику к эксплуатационным нагрузкам;

- участок приремонтного диагностирования – определение качества проведенных работ по ряду основных показателей (мощность двигателя, рас-

ход топлива, выбег автомобиля и др.), остаточного ресурса машины и ее составных частей.

Вспомогательное производство ремонтного завода служит для обеспечения жизнедеятельности основного производства. На вспомогательном производстве изготавливаются средства технологического оснащения, необходимые в основном производстве, приобретение которых невозможно или нецелесообразно, поддерживаются в исправном состоянии эти средства, здания и энергосистемы. Вспомогательное производство обеспечивает основное производство ресурсами (теплом, холодом, водой, сжатым воздухом, чистым воздухом, газами, электроэнергией и др.). Его службы – инструментальный участок, отделы главного механика и энергетика, ремонтно-строительный участок.

Обслуживающее производство обеспечивает материалами, полуфабрикатами основное и вспомогательное производства, а также услугами для их функционирования. В его составе имеются снабжение, складское хозяйство, транспортный цех и сбыт.

Заводоуправление включает администрацию, другие должностные лица, отделы и лаборатории. Состав и функции заводу управления зависят от мощности и специализации предприятия. Заводские отделы – это отделы главного технолога и главного конструктора (может быть объединенный из них – технический отдел), технического контроля, материально-технического снабжения, планово-экономический, финансово-сбытовой, производственно-диспетчерский, труда и заработной платы, кадров. Основные функции заводских лабораторий: химический и металлографический анализ материалов, ремонт и поверка средств измерений, сбор данных по надежности отремонтированной техники и др.

1.1.2. Развитие ремонтного производства

Различают следующие направления создания или совершенствования ремонтных предприятий: новое строительство, расширение, реконструкция и техническое перевооружение.

Ремонтное производство вначале создается в результате его строительства, а затем увеличивает свою производственную мощность за счет расширения (происходят количественные изменения) и совершенствуется путем реконструкции или технического перевооружения (происходят качественные изменения).

Строительство – это создание ремонтного предприятия на новых площадях по утвержденному проекту. Предприятие считается введенным в эксплуатацию после достижения им полной проектной мощности.

Расширение действующего производства – это ввод в эксплуатацию вторых и последующих очередей действующего предприятия на прилегающих к нему площадях.

Реконструкция действующего предприятия включает полное или частичное переоборудование или перестановку производства с заменой морально устаревшего и физически изношенного оборудования. Реконструкция производства необходима для организации выпуска новой продукции, увеличения объемов ремонта, повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции и снижения ее себестоимости. Реконструкция дает более быстрые и дешевые результаты, чем новое строительство. Она позволяет изменить профиль предприятия и организовать выпуск новой продукции на существующих производственных площадях. Реконструкция основного производства допускает строительство новых и расширение действующих подразделений вспомогательного и обслуживающего производств.

К техническому перевооружению производства относят мероприятия по повышению до современных требований технического уровня отдельных производственных участков путем замены оборудования с изменением технологии и организации производства. Техническое перевооружение ведут без строительных работ.

В современных условиях основным наиболее эффективным средством развития ремонтного производства является его реконструкция.

1.1.3. Понятие проектирования ремонтного производства

Проект (от лат. projectus – брошенный вперед) – это множество технических документов, содержащих принципиальное или детальное представление о создаваемом объекте.

Проектирование – это разработка комплексной технической документации, содержащей технико-экономическое обоснование, расчеты, чертежи, пояснительную записку и другие материалы, необходимые для создания или совершенствования производства. Проектирование представляет собой описание несуществующего объекта. Проектируют устройства, сооружения, производства и другие объекты.

Цель проектирования определяется направлением развития ремонтного производства. При строительстве нового производства – это создание проекта предприятия, которое по своему техническому уровню превосходит действующие предприятия отрасли. При развитии действующих производств – это разработка участков или рабочих мест, обеспечивающих увеличение производственной мощности производства, повышение каче-

ства ремонта или снижение его себестоимости за счет использования в проектах прогрессивных технологических и организационных решений.

Объектом проектирования являются макеты, темплеты или модели оборудования, оргоснастки, исполнителей и элементы зданий, нормы их расположения относительно друг друга, направления требуемого перемещения ремонтируемых объектов и места подвода энергии, материалов и полуфабрикатов и отвода отходов.

Предмет проектирования участков ремонтного производства включает расположение оборудования, инженерных сетей, ремонтируемых объектов и людей на площади пола или в объеме здания с выбором наилучшего решения.

Проектирование участков ремонтного производства – это определение их структуры (состава, отношений, связей с другими участками, складами, инженерными сетями), расположения оборудования и путей перемещения предмета ремонта с учетом ограничений. Ограничениями при проектировании участков являются их производственная мощность, требования пожарной и взрывной безопасности, нормы охраны труда и окружающей среды, санитарные требования.

Планировка производственного участка – это частичный горизонтальный разрез здания, на котором изображены элементы этого здания, исполнители, предметы и средства ремонта.

На планировке производственного участка приводят:

- технологическое оборудование (станки, станды, прессы, печи и др.);
- точки подвода производственных ресурсов, точки выхода отходов;
- месторасположение рабочего у оборудования во время работы;
- рабочие места без оборудования;
- оргтехоснастку (верстаки, рабочие столы, подставки, инструментальные шкафы);
- места у технологического оборудования для заготовок, обрабатываемых материалов и деталей;
- места хранения изделий;
- транспортные устройства, относящиеся к рабочему месту (гравитационные лотки, склизы, краны-укосины и др.);
- рабочие места контролеров и мастеров;
- грузоподъемные и транспортирующие средства;
- проезды и проходы.

Все оборудование (технологическое и обслуживающее) обозначается порядковыми номерами и вносится в спецификацию.

На планировке указывают колонны с осями с обозначением номеров колонн, очертания оснований колонн и фундаментов, стены и перегородки, окна, ворота и двери, антресоли и подвалы, а в необходимых случаях и инженерные сети.

На планировку наносят также фрагменты смежных участков и схему грузопотоков.

Компоновка производственного здания – это полный горизонтальный разрез этого здания с указанием габаритных размеров, разбивочных осей и сетки колонн. На компоновке указывают стены и перегородки здания, подвалы и антресоли с отметкой их пола, производственные участки, складские, административные и санитарно-бытовые помещения, цеховые проходы и проезды.

Планировка участка представляет собой детальное расположение рабочих мест и их описание, а компоновка – детальное расположение производственных участков и сведения о расположении поточных линий, конвейеров, опорных и подвесных кранов и лифтов.

1.1.4. Технологические, организационные и экономические задачи проектирования

При проектировании производственного участка одновременно решают множество взаимосвязанных технологических, организационных и экономических задач. Эта взаимосвязь обеспечивается тем, что каждое технологическое решение должно быть экономически обосновано и подкреплено современной организацией.

Основой проекта участка является детально разработанный технологический процесс, который будет протекать на созданном или усовершенствованном участке. Разработка других частей проекта – строительной, энергетической, транспортной, санитарно-технической и др. – подчинена технологической части.

К технологическим задачам проекта относятся:

- выбор технологического процесса, который будет протекать на проектируемом участке;
- определение трудоемкости выполняемых работ различных видов и потребной рабочей силы;
- подбор и расчет средств технологического оснащения (оборудования и оснастки);
- определение потребности в производственных ресурсах всех видов (материалов, полуфабрикатов, топлива, энергии, энергоносителей) и транспортных перемещениях;

- расчет необходимых площадей (производственных, складских, бытовых и административных);
- разработка планировок участков с обеспечением необходимых требований охраны труда и окружающей среды, противопожарных и санитарных норм.

Организационные задачи проекта включают:

- обоснование производственной структуры ремонтного предприятия, обеспечивающего полное удовлетворение потребности в ремонте техники;
- разработку структуры управления заводом, в том числе его частей;
- распределение функций и установление взаимодействия между работниками, цехами, участками и отделами;
- организацию труда на рабочих местах;
- распределение производственных ресурсов между рабочими местами;
- обеспечение надлежащих условий труда;
- обеспечение кадрами и их подготовку.

Организация ремонтного производства заключается в оптимальном распределении трудовых и производственных ресурсов в пространстве и во времени при безусловном выполнении производственных функций. Производственные функции – это множество работ, обеспечивающих выпуск товарной продукции заданного объема к установленному сроку с необходимыми показателями качества. Распределение и оптимизация трудовых и энергетических ресурсов заключается в экономном и своевременном вложении труда, материалов и энергии в производство с целью получения результатов с максимальной эффективностью.

Производство организуют в масштабах завода, цехов (участков) и рабочих мест. Производство распределяют между структурными подразделениями, затем организуют в пространстве, и в заключение – во времени. При проектировании производства решают задачу его организации в пространстве.

Высокая производительность труда достигается на основе использования новейших достижений науки и техники в области технологии организации и управления производством.

К экономическим задачам относятся:

- определение источников снабжения производства материалами, полуфабрикатами, топливом, энергией, энергоносителями и водой;
- расчет и согласование плана выпуска продукции;
- расчет и анализ себестоимости и цены продукции;
- определение размеров основных фондов и оборотных средств;

- установление межзаводской и межцеховой кооперации производства.

Решение экономических задач направлено на снижение себестоимости продукции, обеспечение высокой ее рентабельности и окупаемости капитальных вложений.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите структуру ремонтного предприятия.
2. Опишите функции основного, вспомогательного и обслуживающего производств ремонтного завода.
3. Какие приняты формы развития ремонтного завода? Их цели и содержание.
4. Сопоставьте понятия планировки производственного участка и компоновки производственного корпуса.

Лекция 1.2. ПОТРЕБНОСТЬ В РЕМОНТЕ ТЕХНИКИ И РАСЧЕТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

1.2.1. Расчеты потребности в ремонте техники

При проектировании ремонтного предприятия или его участков расчет потребности в ремонте техники проводится в такой последовательности:

- определяют обслуживаемый экономический регион, состав и перспективы роста парка машин, подлежащих ремонту;
- рассчитывают необходимое количество ремонтов техники по ее годовой наработке, срокам службы, доремонтным и межремонтным наработкам;
- определяют среднегодовые коэффициенты потребности в капитальном ремонте составных частей машин при текущем ремонте техники.

Годовая потребность в ремонте машин или их агрегатов $N_{кр}$ определяется по формуле:

$$N_{кр} = N_m \cdot k_p, \quad (1.1)$$

где $N_{кр}$ – число капитальных ремонтов; N_m – списочный состав обслуживаемых машин или их агрегатов; k_p – годовой коэффициент охвата капитальным ремонтом машин или их агрегатов.

Коэффициент охвата капитальным ремонтом показывает долю машин или их агрегатов, которые проходят ремонт в течение года. Значение k_p определяют по формуле:

$$k_p = \frac{l_{ам} - l_c}{T_c}, \quad (1.2)$$

где $l_{ам}$ – нормативная наработка за амортизационный срок службы; l_c – средняя межремонтная наработка; T_c – амортизационный срок службы машины (агрегата), лет.

Пример. Определить потребность в капитальных ремонтах двигателей ЗМЗ-24 в экономическом регионе, если количество автомобилей с такими двигателями в этом регионе составляет $N_m = 4500$, средний межремонтный пробег ремонтируемых агрегатов $l_c = 108000$ км, их нормативная наработка $l_{ам} = 224000$ км, а амортизационный срок службы $T_c = 5$ лет.

Решение.

Коэффициент охвата парка агрегатов капитальными ремонтами

$$k_p = (l_{ам}/l_c - 1) : T_c = (224000/108000 - 1) : 5 = 0,215.$$

Годовое количество капитальных ремонтов

$$N_{кр} = N_m \cdot k_p = 4500 \cdot 0,215 = 967 \text{ год}^{-1}.$$

1.2.2. Специализация, концентрация и кооперация ремонтного производства

Низкая цена ремонта машин с высокой производительностью и достаточным качеством восстановления деталей может быть обеспечена применением специализированного и специального оборудования. При этом достигается заданная точность технологических воздействий (например, 5...6 квалитеты точности при механической обработке деталей) и, как следствие, достигается нормативный ресурс изделий. Переделка универсального оборудования в специализированное требует больших затрат труда, энергии и материалов. Специальное оборудование создают с применением последних достижений науки и практики ремонта, его выпускают небольшими партиями, поэтому оно дорогое. Для эффективного использования такого оборудования необходима его полная загрузка, которая достигается путем специализации, кооперации и концентрации ремонтного производства.

Увеличение объемов производства уменьшает удельные капитальные вложения в создание нового производства и цену ремонта отдельных машин и их составных частей.

Специализация производства основана на ограничении разнообразия предмета ремонта и элементов производственного процесса в масштабах одного завода или его участков. Специализация бывает предметной и технологической, она обеспечивает увеличение объемов однотипных процессов, загрузку оборудования, снижение затрат на единицу продукции, способствует внедрению высшей формы организации – поточного производства. Специализация ремонтных заводов изменяется с потребностями рынка. Одной из форм специализации ремонтного производства является **централизованное восстановление деталей** (ЦВД) в масштабах отрасли или завода.

Специализация производства приводит к сокращению номенклатуры потребляемых материалов, полуфабрикатов и инструментов, объема технической документации и, как следствие – к упрощению организации производства.

Специализация одного производства неразрывно связана с концентрацией потенциальных потребителей и его кооперацией с другими производствами.

Концентрация производства по ремонту изделий или восстановлению их деталей выражается в том, что в пределах экономического региона (района, области или республики) создают специализированное производство (цех, участок или завод). На это производство собирают и доставляют изношенные изделия и организуют их ремонт (восстановление). Увеличение объемов ремонтных работ на одном предприятии достигается за счет увеличения площади обслуживаемого региона, что связано с увеличением затрат на перевозку ремонтного фонда и товарной продукции.

Полная загрузка крупносерийного или массового производства, оснащенного специализированным и специальным оборудованием, с поточной формой его организации позволяет получить экономический эффект даже при увеличении транспортных расходов на внешние перевозки.

Кооперация производства представляет собой распределение на договорной основе работ по ремонту отдельных агрегатов между различными ремонтными предприятиями. Отдельные заводы ремонтируют, например, агрегаты, аккумуляторные батареи, электрооборудование и топливную аппаратуру.

Целесообразность концентрации и кооперации производства устанавливают путем сопоставления экономии от увеличения объемов выпуска продукции на отдельных предприятиях и повышения качества ремонта, с одной стороны, и увеличения транспортных расходов на перевозку ремонтного фонда и отремонтированной продукции, с другой стороны.

1.2.3. Маркетинговые исследования рынка продукции и услуг

Маркетинг – это изучение спроса на ремонт техники и влияния на объемы реализации продукции как его качества, так и качества технического сервиса. Задачи маркетинга – комплектование портфеля заказов, налаживание товародвижения и сбыта продукции, ориентированной на запросы потребителей.

В основу концепции маркетинга положены идеи удовлетворения нужд и потребностей потенциальных потребителей. Она появилась как ответ на усложнение сбытовой деятельности в условиях наращивания объемов выпуска продукции. Ранее имело место приоритетное положение производителя по отношению к потребителю. Рынок такого типа получил название "рынок продавца". В этом случае сначала производился товар, а затем шли активные поиски его потребителя и методов интенсивного сбыта. При насыщенном рынке вступали в действие жесткая конкуренция, агрессивная реклама и изощренные формы стимулирования сбыта. В какой-то момент "рынок продавца" становится тормозом на пути научно-технического прогресса и появления новых товаров. Разрешение противоречия возможно за счет создания "рынка покупателя", предполагающего выпуск товаров, которые будут согласны приобрести потенциальные потребители. В этом случае в основу производства закладываются данные, полученные в результате изучения запросов различных рыночных сегментов (отдельных групп населения, предприятий, организаций и других потребителей), которым и будет адресована вновь созданная продукция. Здесь меняется направление усилий производителя – он, выявив с помощью исследований неудовлетворенные нужды и потребности, разрабатывает и начинает производить те товары и услуги, которые способны удовлетворить покупателя. Таким образом, определение производства и сбыта продукции в условиях "рынка покупателя" и составляет содержание маркетинговой деятельности.

Один из видных идеологов маркетинга – профессор Ф. Котлер – определил маркетинг как вид человеческой деятельности, направленной на удовлетворение нужд и потребностей путем обмена. Рабочие понятия маркетинга следующие:

- нужда – чувство ощущаемой человеком нехватки чего-либо;
- потребность – нужда, принявшая специфическую форму в соответствии с культурным уровнем и личностью индивида;
- запрос – это потребность, подкрепленная покупательной способностью;

- товар – все, что может удовлетворить потребность или нужду и предлагается рынку с целью привлечения внимания, приобретения, использования или потребления;
- обмен – факт получения от кого-либо желаемого объекта с предложением чего-либо взамен;
- сделка – коммерческий обмен ценностями между двумя сторонами;
- рынок – совокупность существующих и потенциальных покупателей товара.

На ремонтных предприятиях создают отделы или бюро маркетинга, организованные по функциональным признакам. Эти подразделения изучают характеристики рынка и определяют его потенциальные возможности, анализируют распределение долей рынка между предприятиями, определяют сбыт и готовят предложения руководству предприятия для организации выпуска продукции и подготовки производства. Успешно действует то предприятие в непрерывно меняющейся обстановке, которое непрерывно корректирует свою деятельность на основе перемен в рынке.

Выбор стратегии охвата рынка зависит от производственной мощности предприятия, однородности продукции и рынка, этапа жизненного цикла товара и маркетинговой стратегии конкурентов. С учетом всех этих данных определяют, какие рыночные сегменты наиболее привлекательны для предприятия и решают, которые из них больше других соответствуют его сильным сторонам и опыту.

Маркетинговые исследования служат также основой для назначения цены товара. Эта цена может устанавливаться на основании одного из пяти методов ценообразования: средних издержек плюс прибыль; анализа и обеспечения целевой прибыли; установления цены на основе ощутимой ценности товара; установления цены на основе уровня текущих цен; установления цены на основе закрытых торгов.

Предприятие рекламирует свою продукцию путем рассылки рекламных проспектов потенциальным покупателям и участия в тематических выставках.

1.2.4. Производственная мощность ремонтного предприятия и его участков

Производственная мощность $N_{\text{нм}}$ основного производства выражается максимально возможным выпуском отремонтированной продукции установленного качества нужной номенклатуры при полном использовании технологического оборудования и производственной площади.

НА ПДУ

Производственную мощность рассчитывают с учетом применения прогрессивных норм трудоемкости, внедрения передовых технологий и организации производства, а также ликвидации "узких мест" производства. "Узкое место" производства – это рабочее место или участок, производственная мощность которых ниже этого показателя для производства в целом. Такие рабочие места или участки сдерживают использование производственной мощности всего предприятия. Расчеты производственной мощности предприятия необходимы для определения объема выпуска продукции и резервов производства.

При определении производственной мощности действующих предприятий устанавливают:

- производственные возможности ремонтного предприятия с целью объективного планирования его загрузки и определения направлений совершенствования;
- уровень использования производственных площадей и основного оборудования;
- организационно-технические мероприятия по ликвидации "узких мест" производства и выпуску объема продукции, рассчитанного по ведущим цехам, участкам и группам основного оборудования;
- экономический эффект от реализации организационно-технических мероприятий.

Производственная мощность ремонтного предприятия выражается в натуральных, приведенных, условных и стоимостных показателях. Первым показателем пользуются при проектировании участков и производств, выпускающих однотипную продукцию, а остальными – для оценки производственной мощности участков и производств, выпускающих разнообразную продукцию.

Натуральные (физические) показатели $N_{нм}$ выражаются конкретными ремонтируемыми изделиями (например, двигатель Д-245, станок ЗВ423).

Приведенные величины выражаются типовыми изделиями-представителями. За единицу приведенного ремонта принимают объем $N_{пр}$ ремонта машины-представителя (например, автомобиля ГАЗ-3307 или двигателя ЗМЗ-53). Преобразование количества натуральных ремонтов в приведенные ремонты выполняют по формуле:

$$N_{пр} = k_n \cdot N_{нм}, \quad (1.3)$$

где k_n – коэффициент приведения.

Коэффициенты приведения соответствуют отношению трудоемкости ремонта рассматриваемой машины к трудоемкости машины-представителя при равных производственных мощностях производств.

Для многопредметного производства приведенная производственная мощность определяется по формуле:

$$N_{np} = \sum_{i=1}^n N_{кр_i} \cdot k_{np_i} + \sum_{j=1}^m N_{кра_j} \cdot k_{npa_j}, \quad (1.4)$$

где n – число марок полнокомплектных машин, ремонтируемых на данном предприятии; m – число видов агрегатов, ремонтируемых на данном предприятии; $N_{кр_i}$ – количество капитальных ремонтов машин i -той марки;

$N_{кра_j}$ – количество капитальных ремонтов агрегатов j -того вида; k_{np_i} и k_{npa_j} – коэффициенты приведения, соответственно, для полнокомплектных машин и отдельных агрегатов,

За единицу условного ремонта принят объем ремонтных работ в 300 чел.-ч для условий мастерской общего назначения с производственной мощностью, равной 300 условных ремонтов в год, или среднегодовым объемом работ, составляющим 90 тыс. чел.-ч.

Пересчет натуральных ремонтов в условные ремонты N_{yp} производится умножением количества физических ремонтов на коэффициент приведения k_y :

$$N_{yp} = k_y \cdot N_{нт}. \quad (1.5)$$

Коэффициент приведения k_y определяется путем деления трудоемкости натурального ремонта $T_{фр}$, сложившейся на рассматриваемом предприятии, на 300 чел.-ч и на поправочный коэффициент k_k , величина которого зависит от программы этого ремонтного предприятия:

$$k_y = T_{фр} / 300 \cdot k_k. \quad (1.6)$$

Коэффициент k_k корректирует величину трудоемкости ремонта машины или агрегата, сложившуюся на данном предприятии, и тем самым доводит ее до уровня расчетной трудоемкости ремонта в условиях базового предприятия, для которого k_k равен единице.

Для участков централизованного восстановления деталей при отсутствии расчетов по трудоемкости принимается, что выпуск продукции в объеме 500 тыс. руб. (в отпускных ценах) соответствует одному условному ремонту. Для промышленной продукции один условный ремонт соответствует выпуску продукции в объеме 750 тыс. руб.

Производственная мощность производства по восстановлению деталей может определяться также количеством деталей и отпускными ценами. Предприятия по изготовлению технологического оборудования отчитываются количеством этого оборудования или его отпускной ценой.

Отношение фактического объема выпуска продукции к производственной мощности завода является *коэффициентом использования мощности* $k_{\text{им}}$:

$$k_{\text{им}} = N_{\text{ф}} / N_{\text{им}} \quad (1.7)$$

где $N_{\text{ф}}$ — фактическая мощность производства.

Производственную мощность ремонтного предприятия определяют по мощности основных участков, в которых выполняются основные технологические операции ремонта и сосредоточена преобладающая часть основных фондов предприятия. Например, при расчете производственной мощности специализированного производства по ремонту двигателей учитывают следующее оборудование: моечные машины разборочно-очистного цеха; конвейер для сборки двигателей сборочного цеха; станки круглошлифовальные для обработки шеек коленчатого вала, алмазно-расточные и хонинговальные для обработки цилиндров, горизонтально-расточные для обработки коренных опор блока цилиндров и для динамической балансировки деталей в слесарно-механическом цехе; обкаточно-тормозные стенды на участке обкатки и испытания; комплект окрасочно-сушильного оборудования на участке окраски.

Если производственная мощность рабочего места или участка будет выше производственной мощности производства, то излишек этой мощности не будет востребован, а капитальные и текущие затраты будут больше необходимых затрат. Мероприятия по уравниванию производственной мощности отдельных рабочих мест между собой включают передачу с места на место части работ, перестановку рабочих или дополнительное оснащение рабочего места средствами ремонта. Число рабочих на каждом рабочем месте должно быть пропорционально трудоемкости выполняемых на нем работ. Повышение степени пропорциональности процессов приводит к повышению производственной мощности предприятия в целом, улучшению использования производственных фондов, снижению себестоимости продукции.

Производственная мощность участков ремонтного предприятия рассчитывается по их производственной площади и производительности основного оборудования с учетом опыта работы передовых ремонтных заводов.

Исходные данные для расчета производственной мощности:

- номенклатура, количество, стоимость и трудоемкость продукции, задаваемые программой ремонтного предприятия;
- значения производственных площадей основного и вспомогательного производства;
- наличное оборудование;
- нормы удельных площадей, приходящихся на единицу производственной мощности;
- нормы сменной производительности основного оборудования;
- коэффициенты приведения ремонтируемого объекта к машине-представителю;
- коэффициенты перерасчета ремонтируемых объектов в условные ремонты.

Для разработки мер по совершенствованию предприятия определяют его входную производственную мощность на начало планируемого года и устанавливают выходную мощность на конец расчетного года. Разница между этими значениями мощности, т.е. ее прирост, обеспечивается за счет реализации намеченных организационно-технических мероприятий.

Производственная мощность предприятия рассчитывается по его производственной площади и производительности основного оборудования ведущих участков.

Мощность по площади определяют как частное от деления производственной площади предприятия на соответствующий показатель удельной площади.

Мощность по основному оборудованию устанавливают путем умножения количества имеющегося оборудования на его сменную производительность, число смен работы оборудования и число рабочих дней в расчетном году.

Вопросы для самоконтроля

1. Изложите суть метода расчета потребности в ремонте техники на основе маркетинговых исследований.

2. С какой целью выполняют специализацию производственных участков?

3. Какие принципы организации производства связаны с его специализацией, в чем заключается их содержание?

4. Для каких целей определяют производственную мощность предприятия?

Лекция 1.3. УСТРОЙСТВО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВ ПО ПОЖАРНОЙ И ВЗРЫВНОЙ ОПАСНОСТИ

1.3.1. Классификация зданий. Сетка колонн. Элементы здания и их унификация

Промышленные здания подразделяют по ряду признаков. Основные из них – этажность, капитальность (долговечность), строение несущих элементов, приспособленность к установке кранов, число пролетов и сетка колонн.

По признаку *этажности* здания бывают одно- или многоэтажными.

Строительные нормы предусматривают *три степени долговечности* (капитальности) конструкций зданий: первая степень – не менее 100 лет, вторая степень – не менее 50 лет и третья степень – не менее 20 лет.

По устройству *несущих элементов* здания подразделяются на *каркасные, бескаркасные и здания с частичным каркасом*.

Каркас образуется из жесткой системы фундаментов, колонн и ферм. В каркасных зданиях все нагрузки от собственной массы его частей, кранового оборудования, снега и ветра воспринимаются элементами каркаса, а стены выполняют только роль ограждающих конструкций.

Бескаркасные здания с несущими стенами, усиленными пилястрами, бывают одноэтажными и имеют сравнительно небольшие размеры.

Легкий вспомогательный каркас (фахверк) размещают между элементами основного каркаса. Фахверк воспринимает вес стены и ветровую нагрузку и передает их на стойки основного каркаса.

Ремонтные предприятия, как правило, располагают в одноэтажных каркасных зданиях.

По приспособленности к установке кранов здания бывают *крановые и бескрановые*. В крановых зданиях колонны имеют консоли для опоры подкрановой балки или сплошную подкрановую часть прямоугольного сечения. В бескрановых зданиях можно использовать подвесные кран-балки.

Разбивочные оси делят здание на пролеты и шаги. Пересечения этих осей определяют места установки колонн каркасного здания

Пролет – это часть здания, ограниченная двумя смежными рядами колонн. Каждый пролет определяется шириной и длиной. Ширина пролета определяется направлением ферм или балок кровельного покрытия. Длина пролета равна произведению шага колонн на количество шагов. По числу пролетов здания бывают одно- и многопролетными.

Высота здания над средними пролетами обычно превышает ее над крайними пролетами. Участки вспомогательного производства, складские, бытовые и административные помещения, а также участки основного производства – окрасочные и выделяющие отработавшие аэрозоли и газы – размещают в крайних пролетах.

Шаг колонн – расстояние между осями двух колонн в направлении продольной оси пролета.

Сетка колонн определяется произведением ширины пролета на шаг колонн. Для ремонтных предприятий наиболее часто применяют сетку колонн 12×18 м. Укрупненная сетка колонн позволяет более экономично использовать производственную площадь.

Колонны здания кодируются. Буквенная часть кода обозначает координату колонны вдоль короткой стороны здания, а цифровая – вдоль длинной стороны. Счет колонн вдоль короткой стороны на плане здания идет снизу вверх, они обозначаются буквами русского алфавита, начиная с *А*. Координаты колонн вдоль длинной стороны здания (в направлении пролетов) – слева направо – обозначаются арабскими цифрами, начиная с единицы.

Ширину пролетов и шаг колонн приводят на компоновке здания и планировке участка.

Высота здания от пола до низа несущих конструкций определяется массой и габаритными размерами перемещаемых изделий, высотой установленного технологического оборудования, типом грузоподъемного оборудования, требованиями унификации строительных конструкций.

Схема к расчету высоты здания представлена на рис. 1.1.

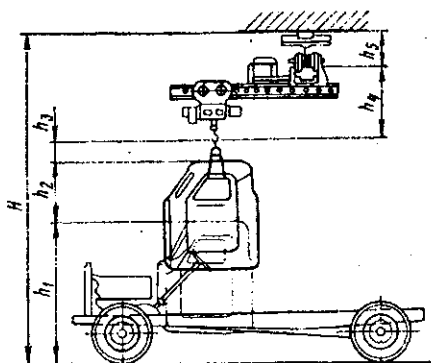


Рис. 1.1. Схема определения необходимой высоты здания:

h_1 – высота ремонтируемого объекта;
 h_2 – высота подъема; h_3 – зазор;
 h_4 – строительная высота кран-балки;
 h_5 – размер, зависящий от конструкции узла крепления подвесных путей;
 H – высота здания до низа несущих конструкций

Расчет высоты здания. Последовательно складывают высоту предварительного подъема поднимаемого объекта, его габаритную высоту, высоту траверсного (чалочного) устройства, длину крюковой подвески, высоту крановой тележки и зазор от крановой тележки до низа несущих конструкций перекрытия. Полученное значение высоты округляют до ближайшего большего табличного значения высоты здания.

Высота крановых зданий до 10,8 м кратна 1,2 м.

Основная характеристика здания приведена в его шифре. Буквой *К* обозначают крановые здания, буквой *В* — бескрановые. Последующие цифры показывают количество пролетов, их ширину и высоту здания в метрах. Так, например, шифр *К-4-18-9,6* обозначает крановое здание, четырехпролетное с шириной пролета 18 м и высотой 9,6 м.

Производственное здание состоит из каркаса, стен и перегородок, кровли и фонарей, полов и отмостки, ворот, дверей и окон, водостоков. Элементы железобетонного каркаса (рис. 1.2) одноэтажного здания: фундаменты и фундаментные балки, колонны и связи, подкрановые балки, подстропильные и стропильные фермы.

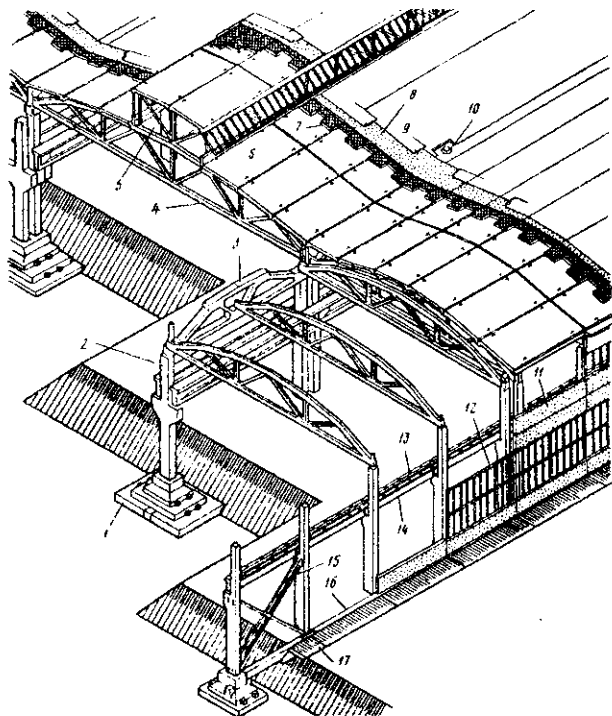


Рис. 1.2. Устройство промышленного здания.

1 — фундаментный башмак; 2 — колонна; 3 — подстропильная ферма; 4 — стропильная ферма; 5 — светоаэрационный фонарь; 6 — плита покрытия; 7 — утеплитель; 8 — выравнивающий слой; 9 — кровельный ковер; 10 — воронка внутреннего водостока; 11 — стеновая панель; 12 — ленточное остекление; 13 — крановая рельса; 14 — подкрановая балка; 15 — связи; 16 — фундаментная балка; 17 — отмостка

Фундаменты промышленных зданий служат их основанием. Они могут быть из отдельных башмаков под колоннами; балочными или ленточными под рядами колонн или под стенами; сплошными.

Колонны чаще бывают сборными железобетонными. Монолитные железобетонные колонны менее экономичны. Сборные железобетонные колонны разделяют на колонны наружных и внутренних рядов, отличающиеся формой элементов для установки подкрановых путей. В зданиях с мостовыми кранами колонны имеют консоли для установки подкрановых балок. В многопролетных зданиях с пролетами от 12 до 24 м колонны имеют сечение 400 × 400 мм. Колонны каркаса здания устанавливают в фундаментные башмаки стаканного типа и монолитят.

Привязка крайних колонн и наружных стен к продольным разбивочным осям должна быть нулевой. Внутренние поверхности торцовых стен совпадают с поперечными разбивочными осями (рис. 1.3).

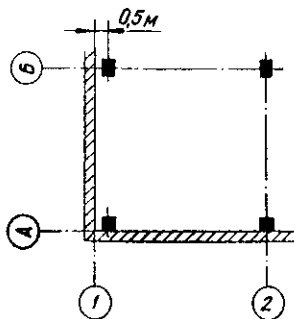


Рис. 1.3. Схема привязки крайних колонн здания к его наружным стенам

Подстропильные и стропильные фермы служат опорой кровельных панелей и для связи верхних концов колонн каркасного здания.

Стены и перегородки являются вертикальными ограждающими конструкциями.

В каркасных зданиях применяют навесные или подвесные стены, выполненные из панелей длиной 6 или 12 м, высотой 1,2 и 1,8 м и толщиной 300...500 мм. Эти стены воспринимают собственный вес и силу ветра, нагрузки от них они передают несущему пристенному каркасу. Стены бескаркасных

зданий воспринимают нагрузку от перекрытий, подъемно-транспортного оборудования и ветра. Несущие стены выполняют из кирпича, мелких и крупных блоков. Толщина кирпичных стен составляет 510 мм (кладка в два кирпича). Для повышения устойчивости стен устраивают пилыстры.

Перегородки разделяют здание на отдельные помещения. Перегородками выделяют некоторые участки, кладовые, склады, места цеховых руководителей и др. Перегородки выполняют из кирпича, гипсовых панелей и металлопроката.

Покрывтия включают кровельные плиты, пароизоляцию, утеплитель, выравнивающую стяжку, многослойный гидроизоляционный ковер и защитный слой. Профиль покрытия определяется профилем его несущих элементов. Со скатных крыш быстрее стекает вода. Предусматривается, как правило, внутренний отвод воды с покрытия.

Фонари обеспечивают естественную регулируемую вентиляцию и освещение промышленного здания. По форме фонари бывают треугольные, пилообразные (шедовые, трапециевобразные, прямоугольные и М-образные). Широко распространены также прямоугольные П-образные фонари с вертикальным остеклением.

Полы должны быть прочными, обладать малой истираемостью, негорючестью, бесшумностью, масло- и кислотостойкостью и не образовывать пыль. Элементы пола: подстилающий слой из шлака, гравия или щебня; гидроизоляция, которая защищает пол и помещение от грунтовых вод; стяжка – слой, образующий жесткую, плотную и ровную корку по нежестким или пористым элементам пола; прослойка – промежуточный слой между стяжкой и последующим слоем пола; покрытие – верхний слой, который воспринимает эксплуатационные воздействия. Покрытия бывают сплошными (бетонные, металлоцементные и др.) и из штучных материалов (металлические плиты, керамические плитки, деревянные шашки и др.).

В случае применения бетонных или асфальтовых полов, или керамических плит на постоянных рабочих местах предусматривается установка деревянных щитков-решеток.

Ворота служат для проезда транспортных средств. Для прохода людей в них могут быть калитки. Высота ворот не менее чем на 0,2 м превышает высоту проезжающих транспортных средств с грузом, а ширина – на 0,6 м. Типовые ворота имеют следующие размеры (ширина × высота): 3,0 × 3,0; 4,0 × 3,0; 4,0 × 4,2 м.

Ворота бывают створчатые (распашные), раздвижные (откатные), подъемно-складывающиеся и шторные.

Двери делятся по назначению – на эвакуационные, транспортные и запасные; по расположению – на наружные и внутренние. Ширина дверей – 1,0; 1,5 и 2,0 м, а высота – 2,4 м.

Оконные проемы необходимы для освещения и аэрации помещений. Оконные проемы заполняются глухими или открывающимися створчатыми переплетами. Остекление бывает одинарным или двойным.

Одно из требований проектирования заключается в **типизации проектных решений на базе унификации объемно-планировочных элементов**. Взаимозаменяемость и унификация строительных конструкций прямоугольного в плане здания достигаются за счет обязательной кратности всех размеров общей единице длины – модулю, который равен 100 мм. Укрупненные модули равны 200; 500; 600; 3000; 6000 и 12000 мм. Максимальная унификация строительных элементов здания, а также лучшие условия компоновочных решений возможны в каркасных зданиях с сеткой колонн, кратной 6 × 6 м, с расчетной нагрузкой до 2,5 т/м².

1.3.2. Инженерные сети

Инженерные сети (коммуникации) – это сооружения, по которым передаются производственные ресурсы: энергоносители, жидкости и газы. Инженерные сети включают кабели, провода, трубопроводы, газоходы и коллекторы.

Кабели и провода передают электрическую энергию. По трубопроводам перемещаются пар и горячая вода (носители тепловой энергии), питьевая, охлаждающая и сточная вода, СОЖ, бензин, масла, а также конденсат. Отдельно прокладывают трубопроводы для питьевой и производственной воды и воды для пожаротушения. В газовых трубопроводах движутся сжатый воздух, горючие газы (природный газ, ацетилен), кислород, защитные газы (углекислый газ).

По канализационным коллекторам (ливневым, хозяйственно-фекальным) перемещаются производственные стоки.

Газоходы служат для притока свежего воздуха в помещения и отвода загрязненного воздуха и отработавших газов от рабочих мест.

При проектировании трубопроводов сжатого газа скорость его принимают 15...25 м/с, однако с целью уменьшения потерь напора эта скорость может быть снижена до 8...12 м/с. Для трубопроводов применяют трубы диаметром 14...70 мм, соединенные между собой сваркой. Фланцевые соединения выполняют только в местах присоединения арматуры. Предусматривают кольцевую прокладку трубопроводов с установкой задвижек или вентилях, позволяющих отключать участки в случае их неисправности. Перед потребителями газа устанавливают фильтры и редукторы (при необходимости).

Для удаления конденсата из трубопроводов предусматриваются их уклоны в сторону движения газа не менее 0,0025...0,0040 мм, а в наиболее низких точках – водосборники с продувными кранами.

Трубопроводы устанавливают на стенах, колоннах или фермах без провисания и с возможностью свободного удлинения за счет компенсаторов. Трубопроводы с горючими газами располагают на 300 мм выше трубопроводов с кислородом или электрических кабелей. Концы продувочных труб из трубопроводов с горючим газом выводят из помещения.

После испытания трубопроводы окрашивают в цвет окрашивания баллонов: баллон с ацетиленовым газом – в белый; с кислородом – в голубой; природным газом – в желтый; с углекислым газом – в черный. В остальных случаях придерживаются рекомендаций прил. 1.1.

1.3.3. Условные обозначения оборудования, элементов здания и подводов производственных ресурсов

На планировке производственного участка показывают условные обозначения оборудования, элементов здания и подвода производственных ресурсов; изображают разрезы стен, перегородок, проемов (ворот, дверей, окон) и колонн, люки и трапы; определяют границы участков, проездов и проходов, мест хранения ремонтируемых объектов, подвалов, антресолей и лестничных клеток.

На изображении технологического оборудования указывают его номер по спецификации. Рабочего указывают в виде круга диаметром 0,5 м, обращенного лицом к обслуживаемому оборудованию. Приводят резервные места под оборудование и помечают переставляемое оборудование при реконструкции.

На изображении подъемно-транспортного оборудования указывают его грузоподъемность и обслуживаемую площадь. На конвейерах приводят места их загрузки и выгрузки, места подъема и спуска трассы с указанием высот, а также приводные и натяжные станции.

Возле ресурсопотребляющего оборудования наносят условные обозначения. Показывают места подвода электроэнергии, холодной и горячей воды, пара и сжатого воздуха, горючих и защитных газов, слива охлаждающей жидкости в систему оборотного водоснабжения и слива отработанной воды в канализацию. При необходимости указывают значения параметров ресурсов (напряжение, температуру, давление и др.).

Из элементов систем вентиляции на планировке участка приводят местные вентиляционные отсосы.

1.3.4. Классификация производств по пожарной и взрывной опасности. Санитарные требования

Производства подразделяются *по взрывной и пожарной опасности* на категории *А, Б, В, Г, Д и Е*.

Самая опасная *категория А* включает взрывоопасные производства, связанные:

- с горючими газами, нижний предел взрываемости которых 10 % и менее к объему воздуха;
- с жидкостями с температурой вспышки паров до 28 °С включительно при условии, что они могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения;
- с веществами, способными гореть и взрываться при взаимодействии с водой, кислородом и друг с другом.

К категории *А* относятся: окрасочный и краскоприготовительный участки; склад лакокрасочных материалов; помещение зарядки стартерных аккумуляторных батарей; стоянка электротранспорта; участок ремонта топливной аппаратуры карбюраторных двигателей; пропиточная электроремонтного участка; ацетиленовая станция.

Категория Б включает взрывоопасные производства, связанные:

- с горючими газами, нижний предел взрываемости которых более 10 % к объему воздуха;
- с жидкостями с температурой вспышки паров от 28 °С до 61 °С включительно;
- с жидкостями, нагретыми в условиях производства до температуры вспышки и выше, горючей пылью или волокнами, нижний предел взрываемости которых 65 г/м³ и менее к объему воздуха, при условии, что указанные вещества могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения.

К категории *Б* относятся склад легковоспламеняющихся и горючих жидкостей с температурой вспышки паров от 28 °С до 61 °С; участок переработки пластмасс; участок ремонта топливной аппаратуры дизелей.

Категория В включает производства, связанные:

- с жидкостями с температурой вспышки паров выше 61 °С;
- с горючей пылью или волокнами, нижний предел взрываемости которых более 65 г/м³ к объему воздуха;
- с веществами, способными только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом;
- с твердыми сгораемыми материалами.

К категории *В* относятся: шиномонтажный участок, деревообрабатывающий, обойный и ремонта платформ; стоянка автомобилей; кислотная; склады текстильных, резиновых изделий, химикатов и склады запасных частей, хранящихся в сгораемой упаковке.

Категория Г включает производства, связанные:

- с несгораемыми материалами в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени;
- с твердыми, жидкими и газообразными веществами, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К категории *Г* относятся участки: регулировочный, испытательный, кузнечно-рессорный, термический, сварочный, медницко-радиаторный, ремонта кузовов и рам.

Категория Д включает производства, связанные с негоряемыми веществами и материалами в холодном состоянии.

К категории *Д* относятся: разборочно-очистной (без органических растворителей) участок, определения технического состояния деталей, комплекточный, сборочный, слесарно-механический, гальванический, ремонта аккумуляторных батарей и заточный участки; компрессорная; склады агрегатов в негоряемой таре; склады запасных частей, инструмента, металла; эмульсионная; отдел главного механика (ОГМ); отдел главного энергетика (ОГЭ).

Категория Е – взрывоопасные производства, связанные с горючими газами без жидкой фазы и взрывоопасной пыли в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % общего объема помещения, и в котором по условиям технологического процесса возможен только взрыв.

К категории *Е* относятся склады баллонов с горючими газами; участки с оборудованием, потребляющим в качестве топлива горючие газы.

Огнестойкость строительной конструкции – это ее свойство сопротивляться воздействию пожара при сохранении эксплуатационных функций. Огнестойкость конструкции определяется временем в часах от начала ее испытания по стандартному температурному режиму до возникновения одного из следующих признаков: образование в конструкции трещин или отверстий, сквозь которые проникают продукты горения или пламя; повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем более чем на 140 °С; потеря конструкцией своей несущей способности; переход горения в смежные конструкции или помещения; разрушение узлов крепления конструкции. Степень огнестойкости конструкций зданий нормируется от I до V. Например, огнестойкость конструкций зданий I степени характеризуется такими значениями: несущие стены и колонны имеют предел огнестойкости 2,5 ч; лестничные площадки – 1 ч; наружные стены из подвесных панелей, перегородки и покрытия – 0,5 ч. Пределы огнестойкости конструкций зданий V степени не нормируются.

Производство относят к одной из категорий пожарной и взрывной опасности по методике СН 463-74. Согласно этой методике учитывают поступление пожаро- и взрывоопасных веществ в помещение, рассчитывают время достижения взрывоопасного их содержания в воздухе и определяют категорию пожарной и взрывной опасности.

В зависимости от категории производства и степени огнестойкости к этажности зданий и площади между противопожарными стенами предъявляются определенные требования (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Требования к этажности зданий
и площади между противопожарными стенами**

Категория производства	Допустимое число этажей	Требуемая степень огнестойкости	Допустимая площадь между противопожарными преградами, м ²		
			Одноэтажные	Двухэтажные	Трехэтажные и более
А и Б	6	I и II	Не ограничивается		
В	Не ограничивается	I и II	Не ограничивается		
	3	III	5200	3500	2600
	2	IV	2600	2000	-
	1	V	1200	-	-
Г	Не ограничивается	I и II	Не ограничивается		
	3	III	6500	5200	3500
	2	IV	3500	2600	-
	1	V	1500	-	-
Д	Не ограничивается	I и II	Не ограничивается		
	3	III	7800	6500	3500
	2	IV	3500	2600	-
	1	V	2600	1500	-
Е	6	Несгораемые основные строительные конструкции	Не ограничивается		

Категорию производства по пожарной и взрывной опасности, средства пожаротушения указывают на планировке участка.

Требования к эвакуации. При проектировании производственных участков должно быть предусмотрено необходимое число выходов для безопасной эвакуации работающих. Выходы считаются эвакуационными, если они ведут из помещений:

- первого этажа непосредственно наружу или через коридор, вестибюль, лестничную клетку;
- любого этажа, кроме первого, в коридор или проход, ведущий к лестничной клетке или на лестничную клетку, имеющую выход непосредственно наружу или через вестибюль, отделенный от коридоров перегородками с дверями;

- в соседние помещения на том же этаже, не содержащие производств категорий А, Б и Е, обеспеченные выходами в соответствии с вышеуказанными требованиями.

Ширина путей эвакуации должна быть более 1 м; дверей – 0,8 м; высота прохода – 2 м. Ширина маршей и площадок лестниц должна быть более 1,2 м; коридоров и проходов между зданиями – 1,4 м. Ширина наружных дверей лестничных клеток должна быть не менее ширины марша лестницы.

Санитарные нормы требуют, чтобы высота производственных помещений от пола до потолка была не менее 3,2 м, а складских – не менее 3 м; выдерживалось соотношение между площадью пола и площадью остекления. На каждого работающего в производственном помещении должно приходиться не менее 4,5 м² площади и не менее 15 м³ объема здания. Площадь на одного работающего в конструкторском бюро – не менее 6 м², в административно-бытовых помещениях – 4 м² и в помещениях для учебных занятий – 1,75 м².

Комфортные условия среды на рабочем месте приведены в прил. 1.2.

Санитарно-защитная зона от действующих зданий до жилой застройки – не менее 50 м.

Температура воздуха в помещениях в холодный и переходный периоды года (при температуре наружного воздуха ниже +8 °С) нормирована. В зависимости от вида производственного участка она установлена от 16 до 22 °С. В конторских помещениях, кабинетах руководителей и гардеробах – 18 °С; в туалетах – 14 °С.

В помещениях предусматривают естественную, принудительную или смешанную *вентиляцию*. Вентиляционные системы, совмещенные с отоплением, обеспечивают требуемую влажность воздуха при нормальной температуре, а также воздухообмен, обеспечивающий концентрацию вредных веществ не выше допустимой.

При выделении вредностей отдельным оборудованием устраивают местную вентиляцию в виде отсосов или зонтов. При рассеянном выделении таких веществ помещение оборудуют общеобменной вентиляцией.

Шум и вибрации в помещениях считаются одним из видов производственных вредностей. При проектировании участков определяют возможные уровень шума и характеристики вибрации (амплитуду, скорости и ускорения колебательных движений) и сопоставляют их с санитарными нормами проектирования. Уровень шума на рабочих местах не допускается выше 90 дБ.

Источниками шума внутри зданий являются системы вентиляции, инструменты, приспособления и оборудование с пневматическим приводом, обкаточные стенды для двигателей и другие.

Защита работников от шума и вибрации сводится к звукоизоляции, звукопоглощению и виброизоляции. Наиболее распространенные звукопоглотители – войлок и минераловатные плиты. Звукоизолирующие перегородки делают из тяжелых, твердых, массивных материалов. Этими материалами облицовывают, например, кабины обкаточных стендов. Снижение вибрации технологического оборудования достигается устройством специальных фундаментов или установка этого оборудования на амортизаторы. Компрессоры и обкатываемые двигатели оснащаются глушителями.

Вопросы для самоконтроля

1. Из каких основных элементов состоит производственное каркасное здание?
2. Изложите содержание понятия "сетка колонн" и правила размещения колонн у стен здания.
3. Приведите содержание и цель отнесения производственных участков к одной из категорий пожарной и взрывной опасности.
4. Приведите совокупность основных санитарных требований к производственному участку.

Лекция 1.4. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА РАБОТАЮЩИХ, ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДИ

Производственная площадь – это площадь производственного здания, занятая технологическим и транспортным оборудованием, оргоснасткой, рабочими, ремонтируемыми объектами, проходами и проездами между рабочими местами (кроме магистральных и пожарных проездов).

Рабочее место – это часть производственной площади с размещенным на ней оборудованием, оргоснасткой и ремонтируемыми изделиями.

Средства технологического оснащения – это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

Технологическое оборудование – это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, средства воздействия на них,

в том числе технологическую оснастку. К технологическому оборудованию относятся, например, прессы, станки, печи, гальванические ванны и др.

Технологическая оснастка — это часть средств технологического оснащения, которые дополняют технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.

Приспособление — это технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета ремонта или инструмента при выполнении технологической операции.

Инструмент — это технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на предмет ремонта с целью изменения его состояния. Состояние предмета ремонта после воздействия на него определяется при помощи меры и (или) измерительного прибора.

1.4.1. Трудоемкость ремонта

Для выполнения технологических расчетов с целью определения числа работающих и оборудования необходимо знать трудоемкость или станкоемкость ремонтных работ. При расчете трудоемкости ремонтно-восстановительных работ учитывают прогресс техники, улучшение условий эксплуатации и длительность периода от начала проектирования до освоения производства и необходимость корректировки действующих норм трудовых затрат. Общий объем трудоемкости распределяют по производственным участкам.

Трудоемкость ремонта объекта t_p (чел.-ч), принимаемая для целей проектирования ремонтного производства на стадии технико-экономического обоснования, рассчитывается по формуле:

$$t_p = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot t_n, \quad (1.8)$$

где k_1 — коэффициент приведения, учитывающий конструктивно-технологические особенности объекта ремонта; k_2 — коэффициент приведения, учитывающий объем производства; k_3 — коэффициент приведения, учитывающий количество ремонтируемых на предприятии видов агрегатов; k_4 — коэффициент приведения, учитывающий соотношение в программе предприятия полнокомплектных машин и комплектов их агрегатов; t_n — нормативная трудоемкость ремонта машины (агрегата), чел.-ч.

Если имеется разработанный технологический процесс ремонта изделия на проектируемом участке, то общая трудоемкость его ремонта складывается из составных частей трудоемкости, указанных в технологической документации. Детальные расчеты трудоемкости ремонта изделия основаны на использовании аналитически-расчетного метода, который состоит в

том, что нормы времени рассчитывают на основе использования заранее разработанных нормативов времени. Метод применяют для нормирования станочных работ с учетом заранее составленных в технологических лабораториях нормативных данных по режимам обработки и хронометражным исследованиям типового подготовительно-заключительного и вспомогательного времени.

Годовой объем ремонта T_r (чел.-ч) по предприятию в целом определяется по формуле:

$$T_r = t_p \cdot N_{кр}. \quad (1.9)$$

Объем работ T_r распределяют по цехам и участкам в соответствии со сложившимися пропорциями. Примерное распределение трудоемкости ремонтных работ по производственным участкам агрегаторемонтного завода приведено в прил. 1.3.

1.4.2. Режим работы предприятия, фонды времени и число работающих

Режим работы предприятия определяется количеством рабочих дней в году, продолжительностью рабочей недели и смены, количеством смен. Все составляющие режима работы, кроме количества смен, регламентируются Трудовым кодексом. При проектировании участков ремонтного производства, как правило, устанавливается двухсменная работа.

Годовые фонды времени устанавливаются для рабочего, технологического оборудования и рабочего места. Эти фонды подразделяются на номинальные и действительные.

Номинальный годовой фонд времени рабочего $\Phi_{нр}$ определяется количеством рабочих дней в году и продолжительностью рабочих недель (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Номинальный годовой фонд рабочего (ч)

Показатели	Производство с условиями труда	
	нормальными	вредными
Продолжительность рабочей недели, ч	40	36
Продолжительность смены, ч	8	7,2
Количество календарных дней в году	365	365
Количество рабочих дней в году	252	252
Количество праздничных дней в году	15	15
Количество дней отдыха	113	113
Количество сокращенных дней в году	8	8
Номинальный годовой фонд времени, ч	2008	1814,4

Действительный годовой фонд времени рабочего $\Phi_{др}$ (ч) определяется как разность номинального годового фонда и величины неизбежных потерь рабочего времени Φ_n :

$$\Phi_{др} = \Phi_{нр} - \Phi_n. \quad (1.10)$$

Время неизбежных потерь складывается из времени пребывания работника в трудовых и учебных отпусках, болезни и выполнения им государственных обязанностей.

Действительный годовой фонд рабочего времени с учетом пребывания работника только в трудовых отпусках составляет:

- при продолжительности рабочей недели 36 часов $\Phi_{нр} = 1814,4$ ч;
- при продолжительности трудового отпуска 24 или 27 дней $\Phi_{др}$ соответственно равен 1641,6 или 1620 ч;
- при продолжительности рабочей недели 40 часов $\Phi_{нр} = 2008$ ч;
- при продолжительности очередного отпуска 24 или 27 дней значения $\Phi_{др}$ соответственно равны 1816 или 1792 ч.

Номинальный годовой фонд времени оборудования $\Phi_{но}$ (ч) находится аналогично номинальному годовому фонду рабочего, но с учетом сменности работы. При односменной работе эти фонды одинаковы.

Действительный годовой фонд времени оборудования $\Phi_{до}$ (ч) определяют с учетом его пребывания в планово-предупредительном ремонте, который выполняется в рабочее время:

$$\Phi_{до} = \Phi_{но} (1 - k_{рн}), \quad (1.11)$$

где $k_{рн}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на ремонт оборудования и его наладку, $k_{рн} = 0,01 \dots 0,03$.

Количество производственных основных рабочих подразделяют на явочное и списочное. Явочный состав рабочих фактически находится на работе, а списочный – это полный состав, включающий явочное количество рабочих, а также находящихся в отпусках и отсутствующих по прочим уважительным причинам. Списочное $n_{сч}$ и явочное $n_{яв}$ количество рабочих при наличии данных о трудоемкости выполняемых работ определяют по формулам:

$$n_{сч} = \frac{T_z}{\Phi_{др}}; \quad (1.12)$$

$$n_{яв} = \frac{T_z}{\Phi_{яв}}. \quad (1.13)$$

Число списочных рабочих на участках (годовой объем работ в станко-часах) определяется по формуле:

$$n_{сн} = \frac{n_o \cdot \Phi_{до} \cdot k_o \cdot k_z}{\Phi_{ор}}, \quad (1.14)$$

где n_o — количество единиц оборудования; $\Phi_{до}$ — действительный фонд времени оборудования; k_o — коэффициент, учитывающий количество рабочих, обслуживающих единицу оборудования (табл. 1.3); k_z — коэффициент загрузки оборудования.

Количество рабочих на участках (например, гальванических и термических), годовой объем работ которых не может быть выражен ни в человеко-часах, ни в станко-часах, равно:

$$n_{сн} = n_o \cdot k_o. \quad (1.15)$$

Таблица 1.3

Значения коэффициента k_o , учитывающего количество рабочих, обслуживающих единицу оборудования

Оборудование	Значения k_o
Универсальные токарные, токарно-револьверные и расточные станки	1
Фрезерные, строгальные и шлифовальные станки	0,8...1,0
Токарные и токарно-револьверные автоматы и полуавтоматы	0,33...0,50
Зубообрабатывающие станки	0,25...0,33
Станки общего назначения с программным управлением	0,33...0,50
Фрезерно-отрезные и отрезные ножовочные станки	0,5
Пневматические молоты с массой падающих частей до 0,4 т	2...3
Камерные и шахтные термические печи	0,33...0,50

Количество производственных вспомогательных рабочих принимают в процентном отношении от общего количества основных рабочих. В число вспомогательных рабочих входят электрики, машинисты котельной, сантехники, наладчики, кладовщики, уборщики, транспортные рабочие и др. Их количество на предприятиях по ремонту полнокомплектных машин принимают 25...35 %, а на предприятиях по ремонту агрегатов — 35...40 % от числа основных рабочих.

Сложившись такие соотношения числа некоторых категорий вспомогательных рабочих по отношению к количеству оборудования, числу основных производственных рабочих и производственной площади. Один наладчик обслуживает 12...16 станков общего пользования, 7...10 токар-

ных полуавтоматов или автоматов, 8...12 зубообрабатывающих станков; количество распределителей работ составляет 2 %, а число контролеров – 4...5 % от числа производственных рабочих. Один кладовщик промежуточного склада обслуживает 55...80 станков. Один уборщик обслуживает 2500 м² площади.

Количество инженерно-технических работников (ИТР), счетно-конторского персонала (СКП), младшего обслуживающего персонала (МОП) и пожарно-сторожевой охраны (ПСО) определяют при проектировании укрупненным методом. Число ИТР от общего количества производственных рабочих составляет 17...19 %, в том числе в заводууправлении 10...11 %, число СКП – 5...6 %, в том числе в заводууправлении – 4,0...4,5 %, а МОП и ПСО – 1 %.

Количество рабочих мест $n_{рм}$ определяется по годовому объему работ или по явочному числу рабочих:

$$n_{рм} = \frac{T}{\Phi_{оп} \cdot n_p \cdot n_{см}}; \quad n_{рм} = \frac{n_{яв}}{n_p \cdot n_{см}}, \quad (1.16); (1.17)$$

где n_p – число рабочих на одном рабочем месте; $n_{см}$ – число смен.

1.4.3. Количество оборудования

В ремонтном производстве применяют технологическое оборудование таких видов: очистное, разборочное, для нанесения покрытий, обрабатывающее, контрольно-измерительное, балансирующее, комплектовочно-сборочное, окрасочное, обкаточно-испытательное, для перемещения предмета ремонта, для переработки отходов.

Количество оборудования определяют расчетом по трудоемкости или станкоемкости объектов ремонта, продолжительности технологических операций или физическим параметрам ремонтируемых изделий.

По трудоемкости выполняемых работ рассчитывают оборудование, применение которого связано с ручным или машинно-ручным трудом (например, разборочное, сборочное, паяльное). Количество единиц оборудования $n_{об}$ в этом случае равно

$$n_{об} = \frac{T_{до}}{\Phi_{до}}, \quad (1.18)$$

где $T_{до}$ – годовая трудоемкость работ, выполняемая на оборудовании данного вида.

По станкоемкости объектов ремонта рассчитывают оборудование, применение которого обеспечивают машинные способы работы (ме-

таллорезущие станки, кузнечно-прессовое оборудование) с той лишь разницей, что величина годового объема работ выражается в станко-часах.

Необходимость частых переналадок оборудования ремонтного производства обуславливается небольшими партиями обрабатываемых деталей. Поэтому в этих случаях при расчетах потребности в оборудовании учитывают затраты времени на переналадочные работы:

$$n_{об} = \frac{(T_{св} + T_{суп})}{\Phi_{об}}, \quad (1.19)$$

где $T_{суп}$ – годовой объем переналадок оборудования в часах.

По продолжительности технологических операций определяют количество единиц оборудования, работа на котором связана с загрузкой (установкой) и выгрузкой (снятием) объектов ремонта и периодическим наблюдением за ходом технологического процесса. К такому оборудованию относятся очистные погружные машины, сушильные камеры, испытательные стенды и др., их количество определяется по формуле:

$$n_o = k_n \frac{t_{мо} A}{a \Phi_{об}}, \quad (1.20)$$

где k_n – коэффициент неравномерности; $t_{мо}$ – продолжительность технологической операции с учетом времени на загрузку и выгрузку объектов ремонта, ч; A – количество объектов ремонта на годовую программу, ед./год; a – количество одновременно обрабатываемых объектов ремонта, ед.

Коэффициент k_n учитывает возможные отклонения от расчетного ритма производства, возникающие в результате организационных неполадок на отдельных производственных участках.

Количество испытательных стендов определяется по формуле:

$$n_o = k_n \cdot k_n \frac{t_{мо} \cdot A}{\Phi_{об}}, \quad (1.21)$$

где k_n – коэффициент, учитывающий увеличение трудоемкости обкатки агрегатов (машин) после обнаружения дефектов.

В формуле (1.21), в отличие от формулы (1.20), исключена составляющая a , поскольку испытательные стенды предназначены для одновременной работы только одного агрегата. В формулу введен дополнительный коэффициент k_n , который учитывает повторные испытания агрегатов после устранения выявленных дефектов. Коэффициент k_n принимают равным 1,10...1,15.

По физическим параметрам ремонтируемых изделий рассчитывается оборудование, производительность которого определяется массой об-

рабатываемых изделий (термические и нагревательные печи, отдельные типы очистных машин и др.), а также оборудование участков нанесения покрытий, продолжительность технологических операций которых определяется в зависимости от поверхности обрабатываемых изделий (гальванические ванны, окрасочные камеры и др.). Количество такого оборудования определяется по формуле:

$$n_v = d \cdot \frac{G \cdot N}{\Phi_{\text{об}} \cdot g}, \quad (1.22)$$

где d – коэффициент, учитывающий время на загрузку и выгрузку изделий; G – суммарная масса обрабатываемых изделий, относящихся к одному объекту ремонта, т; N – годовая программа ремонта изделий; g – производительность оборудования, т/ч.

Количество окрасочных камер определяется по формуле:

$$n_o = d \cdot \frac{\sum_i F \cdot k \cdot N}{f \cdot \Phi_{\text{об}} \cdot 60}, \quad (1.23)$$

где F – площадь окрашиваемой поверхности, м^2 ; k – число слоев покрытия; f – удельная продолжительность нанесения покрытия (принимается по справочникам), $\text{м}^2/\text{мин}$; i – количество окрашиваемых изделий на одном объекте ремонта.

Количество ванн для нанесения гальванических покрытий определяется по формуле:

$$n_o = d \cdot \frac{\sum_i F \cdot N \cdot t_i}{f_i \cdot \Phi_{\text{об}}}, \quad (1.24)$$

где F – площадь поверхности покрытия, дм^2 ; t_i – время обработки одной загрузки деталей в ванну, ч; f_i – единовременная загрузка ванны, дм^2 .

Время обработки одной загрузки деталей t_i в минутах определяется по формуле:

$$t_i = \frac{b\gamma \cdot 60}{C \cdot D_k \cdot \eta}, \quad (1.25)$$

где b – толщина слоя покрытия, мкм; γ – плотность осажденного металла, $\text{г}/\text{см}^3$; C – электрохимический эквивалент, $\text{г}/\text{А}\cdot\text{ч}$; $D_k = I/S_k$ – плотность тока, $\text{А}/\text{дм}^2$; S_k – площадь катода, дм^2 ; η – коэффициент выхода по току.

Расчет и синхронизация поточных линий. В ремонтном производстве применяются поточные линии на участках разборки и сборки машин и

агрегатов, восстановления деталей, окрашивания и сушки изделий и в других случаях.

Перемещение ремонтируемого объекта на поточной линии с позиции на позицию (с поста на пост) может быть прерывным или непрерывным. На окрасочно-сушильных участках это перемещение, как правило, выбирают непрерывным, а в остальных случаях – прерывным.

На участках массового и крупносерийного производства с поточной организацией труда отпадает необходимость в промежуточных складах, сокращается длительность производственного цикла, уменьшаются затраты на перегрузочные работы.

Интервал времени, через который начинается движение всех ремонтируемых объектов на поточной линии, называется ее *тактом*, который зависит от общей трудоемкости работ, числа технологических операций и количества рабочих. Такт поточной линии с прерывным перемещением предмета ремонта τ_n (мин) равен

$$\tau_n = \frac{60 \cdot T_n}{N_n \cdot m_{cp} \cdot n_n} + t_n, \quad (1.26)$$

где T_n – годовая трудоемкость работ, выполняемых на поточной линии, чел.-ч; N_n – число объектов, ремонтируемых на поточной линии в течение года; m_{cp} – среднее число рабочих на одном посту; n_n – число позиций; t_n – время перемещения ремонтируемого объекта между позициями, мин.

Время t_n (мин) определяется по формуле:

$$t_n = (l + a) : v, \quad (1.27)$$

где l – длина ремонтируемого объекта в направлении движения потока, м; a – расстояние между постами поточной линии, м; v – скорость технологического перемещения конвейера, м/мин.

Количество рабочих мест (позиций) x_{pm} поточной линии равно

$$x_{pm} = k_p \frac{60 \cdot T_n}{N_n \cdot m_{cp} \cdot (\tau_n - t_n)}, \quad (1.28)$$

где k_p – коэффициент, учитывающий количество резервных постов ($k_p = 1,05 \dots 1,15$).

Длина поточной линии (конвейера) L (м) определяется по формуле:

$$L = (l_u + l_p) \cdot x_{pm} + l_k, \quad (1.29)$$

где l_u – длина изделия, м; l_p – интервал между изделиями, м; l_k – длина части конвейера, где размещаются приводная и натяжная станции, м.

При расчете поточных линий с непрерывным перемещением ремонтируемых объектов из формулы (1.26) исключают величину t_n . Скорость технологического перемещения конвейера в этом случае равна

$$v = \frac{l_u + l_p}{\tau_n} \quad (1.30)$$

Область эффективного применения поточных линий для разборочных и сборочных работ с прерывным перемещением ремонтируемых объектов обусловлена тактом производства менее 10 мин. Скорость конвейера в этом случае принимается 15...20 м/мин при перемещении агрегатов и 7...10 м/мин – при перемещении машин.

При организации поточной линии технологический процесс разбирают на части, которые выполняются на отдельных постах. Определяют трудоемкость этих работ и намечают состав рабочих на постах. Непременным условием хорошо организованной работы на поточной линии является равенство частных тактов между собой, которое достигается перераспределением работ или рабочих между постами.

1.4.4. Площадь участков

Помещения по отношению к виду производства подразделяются на производственные, складские, бытовые и административные.

Производственные помещения бывают *основные* (с технологическим оборудованием) и *вспомогательные* (венткамеры, тепловые завесы, трансформаторные подстанции, распределительные пункты, тепловые пункты, помещения приготовления и раздачи СОЖ, газогенераторная, компрессорная, котельная, трансформаторные, водяные градирни, баки и насосы, места размещения баллонов со сжатым и сжиженным газами, ресиверы со сжатым воздухом и др.).

Складские помещения служат для хранения заводских и цеховых запасов ремонтного фонда, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий и товарной продукции. Складские помещения включают заводские и цеховые склады и кладовые.

Бытовые помещения: столовая, буфет, комнаты отдыха, гардеробы, умывальники и душевые, помещения для сушки и обеззараживания одежды, туалеты, комната гигиены женщин.

Административные помещения – это кабинеты и приемные руководителей, помещения заводских отделов, лабораторий и цеховых бюро, учебные классы, аванвестибюль, вестибюль-кулуар, здравпункт, комнаты общественных организаций, клуб, телефонная станция, фотолаборатория, архивы.

К производственной площади относят площади, занятые рабочими местами с технологическим оборудованием; транспортным оборудованием; ремонтируемыми объектами у рабочих мест; проходами между рабочими местами.

Ширина проездов (от 2,0 до 6,0 м) зависит от вида и грузоподъемности транспортных средств и принятой схемы движения (односторонней или двухсторонней).

Укрупненным методом производственную площадь F (м^2) определяют по удельным показателям на один капитальный ремонт $f_{кр}$, на одного рабочего f_p , на единицу оборудования f_o или на одно рабочее место $f_{рм}$:

$$F = f_{кр} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (1.31)$$

$$F = f_p \cdot n_{ра}, \quad (1.32)$$

$$F = f_o \cdot n_o, \quad (1.33)$$

$$F = f_{рм} \cdot n_{рм}, \quad (1.34)$$

где n_o – количество оборудования.

По удельной площади на один капитальный ремонт рассчитывают участки, оснащенные оборудованием различного назначения с относительно малым количеством обслуживающих рабочих (например, разбочно-очистные или окрасочные участки).

По удельной площади на одного рабочего определяют площади участков, имеющих малую насыщенность оборудованием с преобладанием ручных работ (например, участки сборки агрегатов, медницко-радиаторный и др.).

По удельной площади на единицу оборудования находят площади участков, насыщенных однотипным оборудованием с примерно одинаковыми габаритными размерами (участки механической обработки или обкатки).

По удельной площади на одно рабочее место рассчитывают участки, значительная часть площади которых занята рабочими постами с малой оснащенностью оборудованием (например, участки ремонта рам или устранения дефектов).

Более точно производственная площадь участка **определяется площадью, непосредственно занятой оборудованием:**

$$F = k_n \sum_{i=1}^{i=m} f_i \cdot n_i, \quad (1.35)$$

где k_n – коэффициент плотности площади в расчете на рабочие места, проходы, проезды (табл. 1.4); m – количество типов оборудования; f_i – площадь в плане единицы оборудования i -того типа, m^2 ; n_i – количество единиц однотипного оборудования.

Таблица 1.4

Значения коэффициентов плотности k_n для различных участков

Участки	Значения k_n
Слесарно-механический, ремонта электрооборудования и приборов системы питания	3,0...3,5
Разборочно-очистной при ремонте агрегатов, сборки агрегатов, восстановления корпусных деталей; медницкий; термический; гальванический, полимерный; окрасочный (на потоке)	3,5...4,0
Разборочно-очистной при ремонте машин; ремонта кузовов; кузнечный, сварочный	4,0...4,5
Окрасочный (не в потоке); ремонта платформ, деревообрабатывающий	4,5...5,0

Наиболее точно площадь производственного участка определяется **путем расстановки темплетов оборудования** на планировке участка в технологической последовательности с учетом нормативных расстояний между оборудованием и элементами зданий и необходимой ширины проходов и проездов. Расстановку оборудования согласуют и с имеющимися инженерными сетями, в первую очередь с канализационными отводами.

Площади помещений участков вспомогательного производства (отдел главного механика, отдел главного энергетика и ремонтно-строительное управление), в том числе газогенераторной, компрессорной, котельной и трансформаторной, а также цеховых складов и кладовых, приготовления и раздачи СОЖ, пожарных и магистральных проездов составляют в ремонтном производстве до 20 % от площадей основного производства.

Показателем, характеризующим использование производственной площади участка, служит **удельная площадь**, приходящаяся на единицу оборудования (вместе с проходами). Чем крупнее оборудование, тем больше величина этого показателя. Средняя величина этого показателя для оборудования малых размеров – 10...12, средних – 15...25, крупных – 30...40 m^2 .

Очень плотное размещение оборудования создает неблагоприятные условия труда (затрудняется перемещение рабочих и изделий, содержание в чистоте рабочих мест, уменьшается безопасность работ и др.). С другой стороны, свободная планировка с большими промежутками между оборудованием приводит к нерациональному использованию производственной площади.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите приближенный и точный методы определения трудоемкости ремонтных воздействий на производственных участках.
2. Изложите суть расчета фондов времени рабочих и оборудования.
3. Изложите суть методов расчета необходимого количества оборудования различных видов.
4. Приведите содержание методов расчета производственной площади и классифицируйте их по степени точности.

Лекция 1.5. ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА

1.5.1. Содержание и последовательность проектирования

Решение о необходимости реконструкции производства и о проектировании производственного участка готовит технический совет предприятия, принимает это решение директор завода.

Технологический раздел проекта производственного участка выполняют в такой последовательности:

- определяют вид развития производства (расширение, реконструкция или техническое перевооружение);
- определяют назначение участка,
- принимают исходные данные для проектирования (режим работы участка, виды ремонтируемых изделий и производственную программу);
- разрабатывают технологические процессы, протекающие на участке;
- определяют годовой объем работ;
- устанавливают годовые фонды времени рабочих и оборудования;
- рассчитывают состав и число работающих;
- рассчитывают и выбирают необходимое количество технологического и подъемно-транспортного оборудования;
- определяют площадь участка;

- выполняют планировку участка и окончательно уточняют его площадь и размеры;
- рассчитывают потребность в производственных ресурсах;
- подтверждают расчетом необходимость создания или реконструкции производственного участка.

Графическое проектирование производственного участка включает:

- определение его места на площади цеха;
- предварительную планировку участка с определением связей и отношений с элементами здания, цеховыми проходами и проездами, инженерными сетями, складами и смежными производственными участками;
- окончательную планировку участка.

В заключение выполняют технико-экономическую оценку принятых технических решений.

Таким образом, проектирование участка протекает в две стадии. Первая стадия включает постановку задачи, предварительные расчеты и разработку планировки. Вторая стадия содержит рассмотрение предварительных результатов с технико-экономической оценкой, выполнение точных расчетов с уточнением планировки и принятие решения о реализации проекта.

Проект производственного участка, утвержденный главным инженером завода, проходит согласование в санитарной и пожарной службах города или района, органах Проматомнадзора и в комитете охраны природы.

1.5.2. Основные принципы компоновки производственного здания

Компоновочное решение производственного здания подчинено технологическим требованиям и обусловлено рациональным расположением участков, оптимальной транспортной схемой перемещения производственных ресурсов как внутри здания, так и вне его, а также организацией людских потоков в пределах здания.

Планировочное решение производственного участка должно быть подчинено общей концепции компоновочного решения производственного корпуса. Суть концепции, направленной на получение компоновочного решения с минимальной транспортной работой на перемещение предмета ремонта и полным использованием площади корпуса, заключается в следующем:

- минимальная площадь производственного корпуса обеспечивается за счет наилучшего сочетания направлений технологических процессов, длин производственных участков и относительного расположения каналов входов и выходов предмета ремонта;

- перемещения предмета ремонта при его общей разборке и общей сборке назначают параллельно друг другу, но противоположного направления, а перпендикулярно им – перемещения предмета ремонта на участках восстановления деталей (сборочных единиц);

- разборочно-очистной участок имеет один канал входа предмета ремонта и несколько каналов выхода, сборочный участок, наоборот, имеет несколько каналов входа и один канал выхода, а участки восстановления деталей – по одному каналу входа и по одному каналу выхода;

- учитывают, что основная корпусная деталь (сборочная единица) ремонтируемого агрегата выходит с очистного участка последней, а поступает на сборочный участок первой;

- участки восстановления деталей располагаются между каналами выхода соответствующих деталей с разборочно-очистного участка и входа участка сборки;

- длины участков восстановления деталей должны быть равными расстоянию между сортировочно-накопительными и комплектовочно-сборочными постами или нечетно кратными этим расстояниям. Последнее требование относится к участкам восстановления деталей с большим числом операций (например, блоков цилиндров, коленчатых валов);

- обслуживающие участки располагают на минимальном расстоянии от обслуживаемых участков (склад ремонтного фонда – разборка; растворный пункт – очистка, приготовление СОЖ; затачивание инструмента – механическая обработка; фильтрация масла, подогрев воды – обкатка; приготовление лакокрасочных материалов – окрашивание и др.).

Предложенные принципы исключают пересечение потоков движущихся предметов ремонта.

Компоновочное решение производственного здания агрегаторемонтного завода в соответствии с предложенной концепцией показано на рис. 1.4. Склады ремонтного фонда и товарной продукции примыкают, соответственно, к разборочно-очистному и обкаточно-испытательному участкам.

"Горячие" участки производства (кузнечный, термический и др.) располагают преимущественно с северной стороны. Желательно, чтобы господствующие ветра не перемещали дым по производственным и бытовым помещениям.

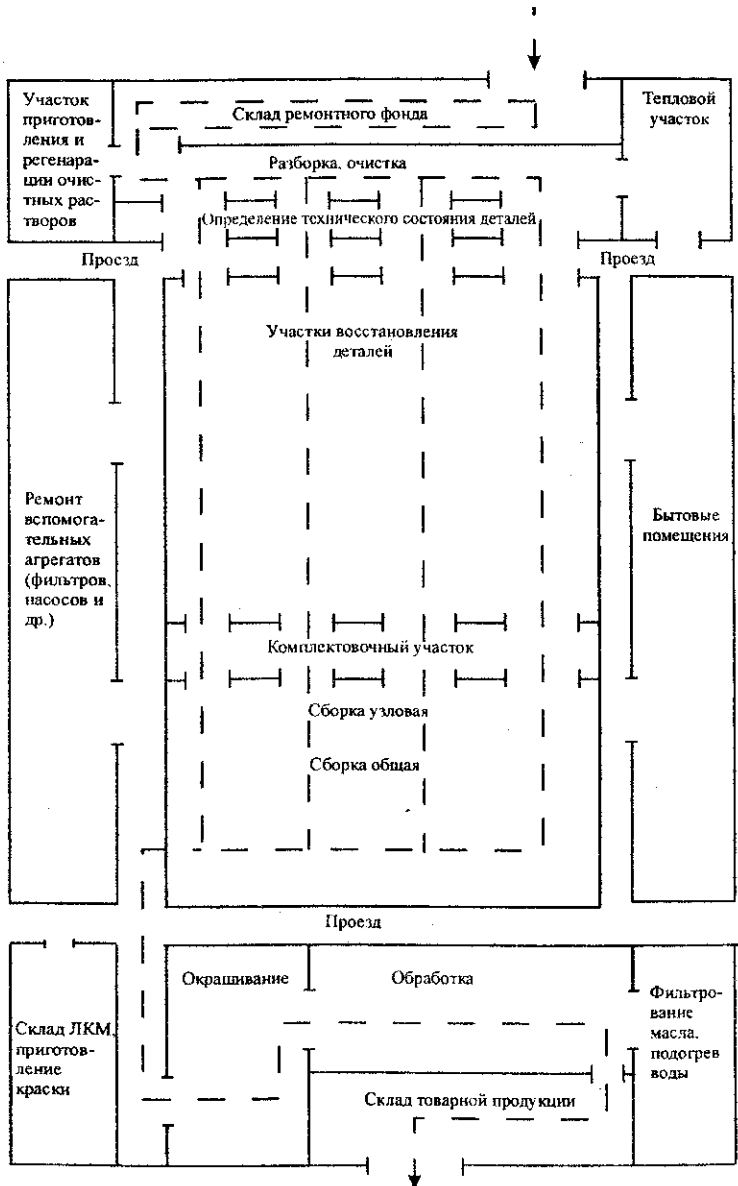


Рис. 1.4. Компонувочное решение производственного здания агрегаторемонтного завода

1.5.3. Правила изображения оборудования на планировке

Для изображения технологического оборудования на планировке выполняют его темплеты по ГОСТ 2.428-84. Это изображение представляет собой вид сверху.

Если технологическое оборудование состоит из основной и дополнительной составных частей, размещаемых отдельно, то их изображают на одном темплете.

На темплете изображают: габаритные контуры в положении покоя; контуры подвижных частей оборудования, если при перемещении они выходят за пределы габаритных контуров в положении покоя; контуры опорной поверхности оборудования; осевые линии; места обслуживания оборудования и место обслуживающего персонала; места подвода и отвода газообразных и жидких сред; направления их движения; высоту оборудования и высоту подъема его частей, если они превышают 3000 мм от уровня пола; длину, ширину и направление демонтажа частей оборудования в горизонтальном направлении; обозначение технологического оборудования; место выпуска отходов материалов.

В случае необходимости на темплете дополнительно изображают: ответственные функциональные части внутри габаритных контуров оборудования в положении покоя; места отвода и подвода материалов, а также направления их движения; контуры фундаментов и каналов; точки для отсчета размеров. Применяемые виды линий и их назначение приведены в табл. 1.5. Размеры оборудования в плане приведены в паспортах и в справочниках.

Таблица 1.5

Виды и назначение линий, применяемых для выполнения темплетов оборудования

Вид линии	Назначение линии
1	2
Сплошная толстая линия	Габаритные контуры оборудования в положении покоя
Сплошная тонкая линия	Контуры ответственных функциональных частей оборудования (например, планшайбы), находящихся внутри габаритных контуров оборудования в положении покоя. Условные графические обозначения
Штриховая линия толстая	Контуры опорной поверхности основного оборудования и его составных частей. Контуры фундаментов и каналов
Штрихпунктирная тонкая линия	Осевые линии

Окончание табл. 1.5

1	2
Штрихпунктирная линия с двумя точками, тонкая	<p>Контуры подвижных частей, перемещающихся с целью управления или технического обслуживания, если они во время перемещения выходят за пределы габаритных контуров в положении покоя.</p> <p>Длина и ширина демонтируемых частей для производства монтажных и ремонтных работ.</p> <p>Места подвода и отвода материалов за пределами габаритных контуров оборудования в положении покоя</p>
Штрихпунктирная линия с двумя точками, толстая	<p>Контуры подвижных частей оборудования, непрерывно движущихся в процессе работы, если они во время перемещения выходят за пределы габаритных контуров в положении покоя</p>

Надписи на темплетях выполняют шрифтом типа *B* без наклона.

Приводят главное и второстепенное места обслуживания оборудования и место обслуживающего персонала. Места подвода и отвода наиболее часто применяемых видов энергии и сред обозначают условными графическими обозначениями.

Тонкие линии обрезки темплетов определяют расстояния между единицами оборудования и между оборудованием и элементами здания.

Оборудование на создаваемом или реконструируемом производственном участке монтируют по рабочим чертежам технологической части проекта. Поэтому на планировке участка приводят размеры в направлении двух сторон здания между осями колонн здания и оборудованием. Оборудование следует привязывать к его осям или к линиям наружного контура. Взаимосвязанное оборудование (нагревательная печь – молот; выпрямитель – гальваническая ванна; источник питания – стенд для наплавки и др.) ориентируют таким образом: основное оборудование привязывается к элементам здания, а обслуживающее – к основному. Оргтехоснастка, перемещаемая по полу, не привязывается к колоннам на планировке.

1.5.4. Заполнение объема здания

Средства ремонта и их обеспечения распределяют в объеме здания по высоте и на производственной площади производственного корпуса.

Производственное здание заполняют оборудованием, ремонтируемыми изделиями и цеховыми коммуникациями в трех уровнях его пространства: технологическом потолке, на уровне пола и в технологическом подвале.

Объем технологического потолка, в свою очередь, можно разделить на две части по высоте здания: от кровли до подкрановых путей и от этих путей до высоты над уровнем пола 2,0...2,5 м. Объем выше подкрановых путей занимают подводные воздушные, водяные, паровые и кабельные коммуникации. В некоторых производствах здесь размещают вентиляторы и силовые трансформаторы. В более низком объеме размещают антресоли под вентиляционные камеры, гардеробы и комнаты отдыха. В этой части объема технологического потолка перспективно размещение предсборочных складов агрегатов (в машиностроении такая организация накопления, хранения и комплектования изделий на подвесных конвейерах с автоматическим адресованием груза применяется более двадцати лет). Здесь действуют грузоподъемные средства.

В объеме здания, непосредственно примыкающем к полу, размещают технологическое оборудование и организуют перемещение предметов ремонта. Наибольший объем организационно-технологических работ приходится на оптимизацию решений в этой части производственного здания. Минимальная площадь производственных участков и минимальная транспортная работа по перемещению предмета ремонта и отходов будут при плотной расстановке технологического оборудования и прямолинейности (прямоточности) перемещения предмета ремонта.

Расстановка оборудования определяется содержанием технологического процесса и последовательностью технологических операций, расчетным количеством оборудования, выбранными средствами перемещения ремонтируемых объектов и нормами технологического проектирования. Последние нормы определяют расстояния между оборудованием и элементами здания и между единицами оборудования. Разрывы между оборудованием, а также между оборудованием и элементами здания гарантируют безопасность рабочих, возможность перемещения людей и ремонтируемых объектов, обслуживания и ремонта оборудования. Соблюдение нормативных расстояний от оборудования до колонн здания позволяет избежать размещения оборудования на основаниях колонн, имеющих большую площадь, чем колонны, а также подавать изделия на оборудование кран-балкой, крюк которой не может доходить до колонн ближе определенного расстояния.

Оборудование участков располагают по одному из принципов: по типам оборудования, в порядке технологических операций.

По типам оборудования располагают группы однородного оборудования в единичном, мелко- и среднесерийном производстве. Например, создают группы металлорежущих станков: токарных, фрезерных, свер-

лильных, шлифовальных и др. Расположение таких групп станков на площади участка определяется последовательностью выполнения технологических операций большинства типовых деталей.

По порядку технологических операций на участках крупносерийного и массового производства располагают последовательно оборудование в соответствии с технологическими операциями для обработки одноименных или схожих объектов. На участках централизованного восстановления деталей такая группа (линия) оборудования выполняет восстановление одной детали (коленчатого вала, блока цилиндров и др.). В мелко- и среднесерийном производстве каждая группа станков выполняет обработку нескольких деталей, имеющих аналогичный порядок операций, потому что загрузить полностью все станки операциями по восстановлению одной детали не всегда возможно.

Оборудование участка желательно разместить в пределах одного пролета.

Вверху в зоне досягаемости рук рабочего размещают подвесные инструменты (гайковерты, съемники и др.).

Технологический подвал занимают холостые ветви напольных конвейеров, технологическое оборудование вспомогательного назначения (насосные станции, фильтры, баки для сбора СОЖ, масла и оборотной воды), канализационные трубопроводы и вентиляционные газоходы. В ряде случаев технологический подвал используют для перемещения отходов (отработавшей воды, стружки). Создание канализационных коммуникаций требует строительных работ большой трудоемкости, а перенос этих коммуникаций в построенном здании почти невозможен. Так, например, разборочно-очистной участок, оснащенный развитой сетью канализационных каналов и вентиляционных воздуховодов, должен тщательно прорабатываться на стадии подготовки производства, потому что дальнейшая его реконструкция сопряжена с огромными переделками.

Наименьшие строительные расходы и тепловые потери имеют место в том случае, если производственное здание имеет в плане форму квадрата.

1.5.5. Критерии качества планировок

В качестве критериев оптимизации при выборе планировочных решений принимают занимаемую производственную площадь, транспортную работу по перемещению предмета ремонта, трудоемкость прокладки коммуникаций, потери энергии и напора в коммуникациях и др.

Наиболее критичным из единичных критериев служит транспортная работа по перемещению предмета ремонта, потому что она выполняется непрерывно в течение всего времени функционирования производства, в то время, как производственное помещение и инженерные сети вводят в эксплуатацию только один раз.

Значения величины производственной площади при заданном количестве технологического оборудования, требуемой последовательности технологических воздействий и ограничениях на расстояния между технологическими машинами и частями здания зависят от расстановки этих машин. Трудоемкость прокладки коммуникаций зависит от расстояния между участком и магистральными коммуникационными каналами.

Обобщенным критерием служит функция затрат $Z_{от}$ (руб.) на производственную площадь, прокладку коммуникаций и на транспортную работу по технологическому перемещению предмета ремонта, отнесенных к году эксплуатации участка:

$$Z_{от} = Z_{пл} + Z_k + Z_m, \quad (1.36)$$

где $Z_{пл}$ – затраты на производственную площадь, руб.; Z_k – затраты на создание коммуникаций, руб., Z_m – затраты на транспортную работу по перемещению предмета ремонта, руб.

Оценочным критерием для размещения пунктов ввода ресурсов и траекторий их перемещения является минимум диссипативных потерь энергии. Трансформаторы и распределительные устройства электроэнергии, пункты ввода тепловой энергии и воды и котельные малой мощности ($\approx 0,25 \dots 0,63$ МВт) должны быть расположены из расчета, чтобы потери энергии или напора были минимальными.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите порядок и стадии проектирования производственного участка.
2. Изложите содержание и значение принципов компоновки производственного корпуса.
3. Изложите точный метод определения производственной площади.
4. Каким образом и с помощью каких критериев оценивают качество планировочного решения?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАЗДЕЛУ

Основы проектирования участков ремонтных предприятий

Ремонтное производство создается вначале в результате его строительства, увеличивает свою производственную мощность за счет своего расширения (происходят количественные изменения) и совершенствуется путем реконструкции или технического перевооружения (происходят качественные изменения).

Проектирование участков ремонтного производства – это определение их структуры (состава, отношений, связей с другими участками, складами, инженерными сетями), расположения оборудования и путей перемещения предмета ремонта с учетом ограничений.

Определение структуры ремонтного производства позволяет выявить группы производственных участков, характеризующихся общностью выполняемых работ. Прослеживается также общий порядок проектирования производственного участка – это выбор технологического процесса, который будет протекать на участке, назначение режима его работы, выбор и расчет количества технологического оборудования, определение числа рабочих и производственной площади, составление планировки участка.

Разработчик участка определяет категорию производства по пожарной и взрывной опасности и принимает проектные меры по обеспечению безопасности работ. В поле зрения разработчика находятся также требования по экологической безопасности работ и охране труда.

Результаты проектирования получают практическую реализацию, если ее необходимость будет подтверждена технико-экономическими расчетами.

Основные закономерности и понятия

После изучения материала раздела студент должен знать:

1. Назначение, структуру и особенности ремонтно-восстановительного производства.
2. Необходимость и виды развития производства.
3. Методы расчета потребности в ремонте техники, производственной мощности предприятия и его участков
4. Режимы работы предприятия и методы расчета числа работающих.
5. Методы расчета необходимого количества оборудования и потребной производственной площади.
6. Устройство промышленного здания и принципы унификации его элементов.

7. Методы отнесения производственных участков к категориям пожарной и взрывной опасности.
8. Основные санитарные требования к производственным участкам при их создании или реконструкции.
9. Последовательность и содержание работ при проектировании производственного участка.
10. Концепцию согласования компоновки производственного корпуса и планировок его участков.
11. Принципы заполнения площади и объема здания.
12. Порядок согласования проекта с городскими или районными службами.

Основные навыки

Студент должен уметь:

1. Определять потребность в ремонте техники на основе маркетинговых исследований в пределах экономического района.
2. Рассчитывать производственную мощность предприятия и его производственных участков.
3. Определять трудоемкость ремонта и ее распределение по производственным участкам завода.
4. Выбирать и определять необходимое количество оборудования различных видов.
5. Назначать режим работы участка и определять число работающих на нем.
6. Изготавливать темплеты оборудования, составлять из них планировку производственного участка с точным определением производственной площади.
7. Рассчитывать приближенными методами производственную площадь по удельным показателям.
8. Оценивать полученные технические решения и выбирать из них лучшее.

РАЗДЕЛ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Профессор В.А. Шадринцев разделил участки ремонтно-восстановительного производства, в зависимости от характеристики ремонтируемых объектов, на три класса:

- I класс - участки, на которых ремонтируемые объекты исчисляются в штуках (например, разборочный, сборочный, слесарно-механический);
- II класс - участки, на которых ремонтируемые объекты исчисляются в кг (очистной, термический, кузнечный и др.);
- III класс - участки, на которых ремонтируемые объекты исчисляются площадью поверхности в дм^2 или м^2 (гальванический, напыления, сварочный, окрашивания и др.).

Лекция 2.1. УЧАСТОК РАЗБОРОЧНО-ОЧИСТНОЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Разборочный процесс дает ремонтному предприятию около 20 % деталей, годных для дальнейшего применения без ремонтных воздействий и 40...60 % деталей в виде исходных заготовок, пригодных для восстановления и повторного применения в отремонтированных машинах. Разборочно-очистной участок является заготовительным производством, которое обеспечивает полуфабрикатами участок восстановления деталей и частично удовлетворяет потребность сборочного участка в годных деталях. Трудоемкость разборочных работ составляет 6...8 %, а очистных - 12...15 % от общей трудоемкости ремонта машин.

Исходные заготовки ремонта (очищенные детали ремонтного фонда) сортируются на три группы: годные для дальнейшего применения, подлежащие восстановлению и утильные. Работы по определению технического состояния исходных заготовок включают измерения значений установленных параметров и отнесение этих заготовок к одной из трех названных групп. На заготовках второй группы находят сочетания повреждений и устанавливают маршруты восстановления.

2.1.1. Технологический процесс

Для уменьшения трудоемкости и совершенствования организации разборочного процесса разборку машин разделяют на общую и узловую. В этом случае машину последовательно разбирают на агрегаты, а агрегаты -

на сборочные единицы на рабочих местах общей разборки, а затем в процессе узловой разборки сборочные единицы разбирают на детали.

Разборочные и очистные работы, сменяя друг друга, выполняются на одном производственном участке. Очистные работы имеются в начале и конце этой последовательности, которая имеет такой вид: очистка наружных и внутренних поверхностей неразобранной машины, разборка, очистка разобранных машин, общая и узловая разборка, очистка деталей и сборочных единиц, очистка отдельных деталей от прочных загрязнений, сбор, очистка и сортировка крепежных деталей.

Вариант соответствующего технологического процесса на агрегаторемонтном предприятии следующий.

Агрегат устанавливают на разборочный конвейер. Из агрегата сливают в емкость остатки смазочного масла. Отработавшее масло сдают специализированному предприятию на регенерацию или отправляют на фильтрацию в заводских условиях.

Затем агрегат готовят к общей разборке путем очистки его наружных поверхностей от маслогрязевых отложений и выпаривания внутренних полостей.

Далее отвинчивают резьбовые детали, которые крепят детали и сборочные единицы, закрывающие доступ вихрей очистного раствора к внутренним полостям агрегата, снимают эти изделия и укладывают их в ячейки транспортной подвески конвейера. Например, при ремонте двигателей на транспортную подвеску конвейера устанавливают впускную трубу, крышку клапанной коробки, шкив и ступицу коленчатого вала, крышку распределительных шестерен и масляный картер. Эта и последующие установки изделий на подвеску должны обеспечить доступ к очищаемым поверхностям струй или вихрей очищающей среды, в том числе и к внутренним полостям. Детали не должны покидать свои места на подвеске конвейера под действием этих струй или вихрей. Приведенная операция составляет разборку агрегата, цель которой – наилучшим образом подготовить его к дальнейшей очистке.

На следующих операциях процесса завершают общую разборку и выполняют узловую разборку. Здесь отвинчивают и извлекают из агрегата сборочные единицы с помощью подъемных механизмов. Сборочные единицы устанавливают на специализированные стенды и разбирают на детали. Стенды располагают в непосредственной близости от позиций конвейера, где были сняты соответствующие узлы. На стендах, например, разбирают блок цилиндров с гильзами и картером сцепления, коленчатый вал с маховиком, сцеплением и шестерней, распределительный вал с шестерней,

эксцентриком и балансиrom, шатунно-поршневые группы, впускную трубу с центрифугой.

Крепежные детали собирают с постов общей и узловой разборки и подают в очистную машину.

Детали на подвесках конвейера проходят общую очистку.

Затем детали снимают с конвейера и сортируют по видам загрязнений и материалов деталей. Отдельно укладывают в соответствующую тару детали из черных или цветных металлов, с асфальтосмолистыми загрязнениями или накипью, нагаром или остатками лакокрасочных покрытий. Последний этап очистки – это отделение прочных загрязнений в машинах, специализированных по видам загрязнений и материалов деталей.

Таким образом, рассматриваемый процесс содержит четыре операции очистки и три операции разборки. Перед разборочными воздействиями желательна сушка разбираемых объектов с их охлаждением, что улучшает условия работы.

Совмещение технологических и транспортных перемещений уменьшает транспортную работу, экономит время и сводит к минимуму перегрузку предмета труда.

Операции по определению повреждений деталей включают: простукивание и наружный осмотр; измерение линейных и угловых размеров; измерение параметров формы и расположения; обнаружение поверхностных трещин; определение течей; измерение специальных характеристик.

Сортировка деталей заключается в разделении их на три группы: годные (без повреждений), подлежащие восстановлению (с устранимыми повреждениями) и негодные (с неустраняемыми повреждениями). Из деталей, подлежащих восстановлению, в свою очередь, образуют их группы с одинаковыми сочетаниями повреждений для организации маршрутной технологии.

2.1.2. Оборудование

В качестве установочно-транспортного средства при общей разборке машин применяют конвейер или эстакаду. Неподвижную разборку ведут на стендах. Конвейерное перемещение предмета ремонта между технологическими позициями и применение специального оборудования для разборки резьбовых и прессовых соединений уменьшают трудоемкость разборки и существенно повышают технический уровень производства.

Агрегат при общей разборке устанавливают на раму стенда в зону действия рук рабочего с инструментом. Разбираемый агрегат должен иметь

возможность технологического вращения вокруг вертикальной или горизонтальной оси.

Наибольшая доля резьборазборочных работ выполняется при общей разборке агрегата.

Одиночные резьбовые соединения разбираются с помощью пневматических или электрических гайковертов. Перспективно применение многошпindelных гайковертов для разборки групп резьбовых соединений.

Прессоразборочные работы выполняют при узловой разборке с помощью ручных винтовых, механизированных пневматических или гидравлических устройств.

Наибольший объем очистки выполняют в жидких технологических средах в струйных или погружных машинах конвейерного или туникового типа. Сопоставление между собой затрат на создание и эксплуатацию струйных и погружных машин однозначно показывает целесообразность применения погружного оборудования. Ряд передовых ремонтных заводов ведет очистку ремонтируемой техники только в погружных машинах.

В ремонтном производстве применяют следующие виды процессов и оборудования для очистки деталей от прочных загрязнений.

Очистка деталей из алюминиевого сплава от углеводородных отложений эффективна в расплаве щелочей и солей в четырехсекционной машине. Непосредственно отделение загрязнений протекает в первой секции с расплавом едкого натра NaOH (65 %), азотнокислого натрия NaNO_3 (30 %) и хлористого натрия NaCl (5 %), нагретого до температуры 300 °С. В остальных секциях ведут нейтрализацию, осветление и промывку поверхностей деталей. Очистка деталей из черных металлов допускает повышение температуры расплава до 400...420 °С. По этой технологии, например, очищают внутренние полости в шатунных шейках коленчатых валов.

Широко применяется очистка деталей из алюминиевого сплава от прочных загрязнений потоком косточковой крошки, зернами полиэтилена или полиамида и стеклянными шариками в струе сжатого воздуха.

Для очистки крепежных деталей эффективны галтовочные барабанные средства, где дробление загрязнений происходит при соударении деталей друг с другом во время их перекатывания во вращающемся барабане. Разновидностью таких технологических машин является средство со шнековым барабаном и автоматической выгрузкой метизов. Процесс очистки в нем протекает при непрерывном перескатывании и осевом перемещении деталей в очистном растворе за счет вращения барабана.

В течение всего срока службы очистных растворов из них необходимо удалять частицы загрязнений и поддерживать заданную массовую долю технических моющих средств (ТМС).

Пункт приготовления, очистки и регенерации растворов Лабомида (рис. 2.1) предназначен для растворения ТМС в воде, подачи раствора к технологическим машинам, приема загрязненных растворов, их очистки и регенерации.

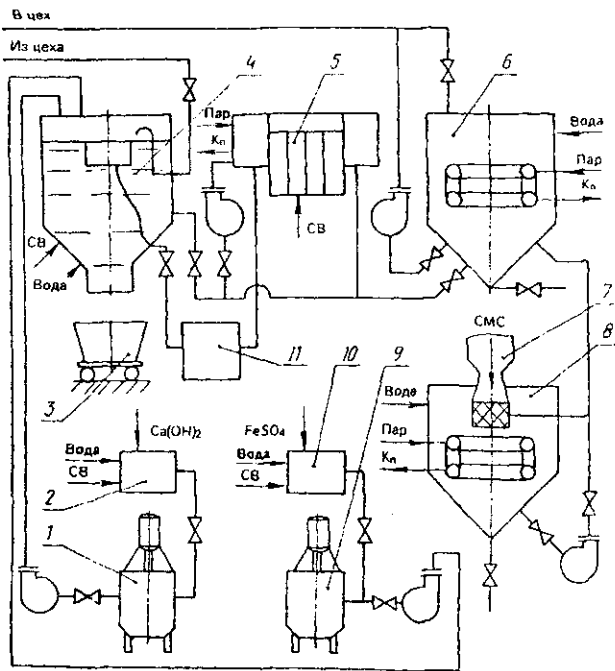


Рис. 2.1. Схема пункта приготовления, очистки и регенерации растворов:

СМС – синтетическое моющее средство (порошок); В – вода; П – пар; К – конденсат; СВ – сжатый воздух; 1 и 11 – расходные баки; 2 – бак приготовления известкового молока; 3 – тележка для шлама; 4 – бак-отстойник; 5 – флотатор; 6 – бак приготовления раствора; 7 – бункер-дозатор; 8 – бак концентрированного раствора; 9 – сборник нефтепродуктов; 10 – бак смешивания железного купороса

Свежий очистной раствор готовят с помощью дозатора ТМС, бака концентрированного раствора и бака подготовки раствора. В бак концен-

трированного раствора 8 подают воду, где она подогревается паровыми регистрами до температуры 50 °С. В корзину бака из бункера дозатора 7 подают порцию ТМС из расчета приготовления раствора с массовой долей ТМС 60 г/л. Корзина содержит кольцевой трубопровод с соплами, из которых под давлением поступает вода и перемешивается с ТМС до их полного растворения. Раствор подают в бак приготовления раствора 6.

Раствор в баке 6 смешивают с водой, доводят массовую долю ТМС до значения 30 г/л, подогревают до рабочей температуры и подают к цеховым технологическим машинам.

Загрязненный раствор поступает из цеха в бак-отстойник.

На пункте предусмотрены следующие процессы очистки и регенерации загрязненного очистного раствора: отстаивание; удаление всплывших нефтепродуктов; удаление выпавшего осадка; коагуляция загрязнений и осаждение хлопьев гидроксидов; флотация (как тонкая очистка) с удалением нефтепродуктов и пены; восстановление требуемой массовой доли ТМС в растворе.

Слой всплывших нефтепродуктов после отстаивания раствора сдувают струями сжатого воздуха и подают в нефтесборник 9. Отстоявшийся раствор подают в бак 6, где восстанавливается его массовая доля путем добавления концентрированного раствора из бака 8. После слива осветленного раствора из бака-отстойника удаляют осадок в тележку 3.

Раствор ТМС через каждые 420 часов работы подвергают коагуляционной очистке, которая сопровождается укрупнением частиц загрязнений и выпадением из коллоидного раствора хлопьевидного осадка. Лучшими материалами для коагуляционной очистки являются железный купорос и гашеная известь. Для этого в баки 2 и 10 вводят гашеную известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в виде пылянки и железный купорос FeSO_4 из расчета массовой доли их 4...5 г/л по активному веществу после их подачи в бак 4. Затем в баки 2 и 10 подают воду и с помощью сжатого воздуха в течение 25...30 мин составляющие перемешивают. Гашеная известь растворяется в воде незначительно и в виде известкового молока подается в расходный бак 1. Железный купорос аналогичным образом подают в расходный бак 11, где он полностью растворяется в воде. Коагулянты подают насосами в бак 4, где при интенсивной подаче сжатого воздуха они перемешиваются с очищаемым раствором. На коагуляцию и осаждение хлопьев гидроксидов необходимо 8...10 часов, причем последние 3,5...4 часа осаждение протекает без подачи сжатого воздуха.

Доочистка очистного раствора производится с помощью флотационной установки ЦНИИ-5, в которую поступает раствор после коагуляцион-

ной очистки. Процесс флотации основан на прилипании частиц загрязнений к воздушным пузырькам и переводе их в слой пены с последующим удалением этого слоя.

Очищенный раствор подают в бак 6 для восстановления массовой доли ТМС, на что необходимо 40...50 % от их первоначального количества.

Для контроля линейных размеров элементов деталей применяют универсальный инструмент: штангенциркули, штангензубомеры, штангенглубиномеры, гладкие микрометры, индикаторные нутромеры и скобы. Отклонение от круглости измеряют кругломерами, от плоскостности – с помощью щупов или оптико-механическими приборами. Отклонения от взаимного расположения поверхностей измеряют с помощью специальных средств, оснащенных индикаторами часового типа.

Для обнаружения поверхностных усталостных трещин, неразличимых визуально, в деталях ремонтного фонда применяют магнитные, люминесцентные и ультразвуковые средства. Перспективно применение рентгено- и гамма-дефектоскопии.

Внутренние полости некоторых деталей или сопряжений пар деталей проверяют на герметичность с помощью стенов. По этому параметру контролируют блоки, головки и гильзы цилиндров, впускные трубы и газопроводы, корпуса воздухоочистителей и другие изделия.

Пружины, рессоры и торсионы сортируют на годные и подлежащие восстановлению с помощью стенов. На стендах к деталям прикладывают тарированную нагрузку (усилие или момент) и измеряют соответствующую деформацию (линейную или угловую), которая у годных деталей не более нормативной.

При сортировке деталей по годности назначают сплошной контроль, потому что детали могут иметь критические повреждения.

2.1.3. Ресурсосбережение

Очистка деталей от загрязнений требует до 80 % тепловой энергии, затрачиваемой на технологические нужды. Большое снижение расхода энергии, независимо от выбранного способа очистки, обеспечивает предварительная выдержка деталей в растворе ТМС. Асфальтосмолистые отложения начинают разрыхляться в растворе при выдержке 15...20 минут. За 8 часов пребывания поршней с нагаром в растворе "Лабомид-203" отделяется 60...80 % массы загрязнений. Полезно оставлять детали в межсменное время в остывающем очистном растворе. Большую экономию энергии обеспечивают хлорсодержащие очистные среды, работающие при комнатных температурах. Стенки очистных машин должны иметь теплоизоляцию.

Детали, поступающие на сборку, имеют различную стоимость. Годные детали без восстановления обходятся производству в 5...10 % от цены новых деталей, а восстановленные – в 30...40 % этой цены. Замена выбракованных деталей на новые обходится в 110...150 % их отпускной цены за счет больших накладных и транспортных расходов.

Сохранность деталей (сбережение их остаточного ресурса) при разборке обеспечивается применением специализированных стандов, учетом деталей и внедрением системы оплаты труда разборщикам за сданные на посты сортировки неразрушенные детали.

Технологические мероприятия, обеспечивающие сохранность деталей, сводятся к исключению ручной или ударной разборки. Последняя разборка приводит к изломам деталей, трещинам в корпусных деталях, погнутости листовых деталей, разрушению резьб, забоинам на точных поверхностях, изогнутости длинных деталей и др. Такие повреждения увеличивают расход запасных частей до 15 % и объем восстановительных работ – до 20 %.

Оснащение постов сортировки необходимыми средствами и организация дополнительных слесарных работ по устранению несложных повреждений (забоин, погнутости и др.) приводит к значительному уменьшению затрат на ремонт агрегата.

2.1.4. Особенности проектирования разборочно-очистного участка. Санитарные требования

Разборочно-очистные работы обладают большим объемом механизированно-ручного труда по разборке резьбовых и прессовых сопряжений и перемещению предмета ремонта, загрязненностью помещения и повышенной влажностью воздуха.

При проектировании этого участка учитывают следующее:

- через участок перемещается вся масса ремонтного фонда;
- работы, выполняемые на участке, весьма разнообразны;
- работа очистных машин связана с обильным тепловыделением;
- на участке применяются и перемещаются десятки тонн очистного раствора;

- имеется сеть вентиляционных устройств,
- трудно поддается реконструкции, по сравнению с остальными участками ремонтного завода, поскольку очистные машины взаимодействуют с цеховой канализацией и вентиляцией, переделка и перемещение которых связаны с большими трудовыми и финансовыми затратами

Перемещение массы всего ремонтного фонда на начальной стадии его ремонта требует комплексного использования конвейеров, обслуживающих склад ремонтного фонда, разборочно-очистной и сортировочный участки и склад деталей, ожидающих восстановления. На агрегаторемонтном предприятии следует применять подвесные конвейеры с общей разборкой агрегатов непосредственно на этих конвейерах. Каждая позиция конвейера, в этом случае, состоит из поворотного разборочного стенда, перемещающегося вместе с конвейером, и подвески с ячейками для снятых сборочных единиц и деталей. Планировочное решение участка разборки и очистки агрегатов приведено на рис. 2.2.

Подвесной конвейер, который является и складом ремонтируемых объектов, позволяет перемещать их между пролетами производственного здания, изменять направления движения и полно использовать производственную площадь. Если подвесной разборочный конвейер выполнен в толкающем варианте с разветвительными (встречными) и собирательными (попутными) стрелками, то возможна остановка разборочного стенда с разбираемым изделием на разборочной позиции при движущейся тяговой цепи. Это позволяет организовать работы со свободным ритмом. Такая конвейерная система действует на 6-м авторемонтном заводе в Киеве.

Рабочие места оснащены средствами для узловой разборки резьбовых соединений (гайковертами) и прессовых соединений (съемниками), которые размещены на технологическом "потолке" и подвешены на пружинных или грузовых подвесках в непосредственной близости от постов разборки. Рабочий легко подводит подвешенное средство к разбираемому изделию, а после выполнения разборочного перехода отправляет это средство в исходное верхнее положение.

При выборе мощности разборочных средств необходимо учитывать, что моменты отворачивания резьбовых деталей после их длительной эксплуатации в 1,5...2 раза превышают значения моментов затяжки, а значения усилий для их разборки в 1,20...1,25 раза превосходят соответствующие значения сборочных усилий.

Разборочные позиции располагают по прямой линии. Крепежные детали падают на ленточный транспортер, грузовая лента которого совмещена с верхней плоскостью эстакады, на которой установлено разборочное оборудование и находятся рабочие, а холостая ветвь движется в технологическом "подвале". Ленточный транспортер подает собранные крепежные детали в очистную машину барабанно-погружного типа. Очищенные метизы поступают на стол сортировщика.

Наружные поверхности очищают от маслогрязевых отложений в конвейерной машине погружного типа. Подразобранные агрегаты очищают в проходной погружной машине с активацией очистного раствора.

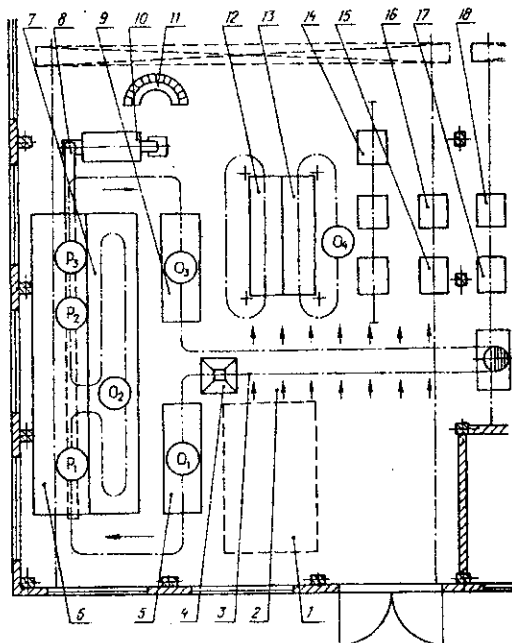


Рис. 2.2. Планировка разборочно-очистного участка:

1 – площадка ремонтного фонда; 2 – пост установки агрегатов на конвейер; 3 – подвесной конвейер; 4 – емкость для масла; 5, 7 и 9 – погружные машины для очистки; 6 – эстакада; 8 – ленточный транспортер для метизов; 10 – барабанно-шнековая машина для очистки метизов; 11 – стенд для сортировки метизов; 12 и 13 – машины для очистки деталей из черных и цветных металлов в расплаве солей и щелочей; 14 – машина погружного типа для очистки деталей; 15 – машина для очистки деталей косточковой крошкой; 16 – то же стеклянными шариками; 17 – машина для очистки деталей от накипи; 18 – машина для очистки масляных каналов в корпусных деталях; O_1 – очистка наружных поверхностей агрегатов; O_2 – очистка разобранных агрегатов; O_3 – общая очистка деталей; O_4 – очистка деталей от прочных загрязнений; P_1 – разборка; P_2 – общая разборка; P_3 – узловая разборка

Детали после разборки агрегата проходят общую очистку в потоке, а затем детали, имеющие прочные неомыляемые загрязнения, проходят от-

дельную очистку в специальных технологических машинах потоком твердых частиц (косточковой крошки фруктовых растений, стеклянными шариками диаметром 0,3...0,8 мм, частицами полиэтилена или полиамида, корундом, чугунной и стальной дробью, кварцевым песком). Среда переноса этих частиц – сжатый воздух, вода, растворы ТМС.

Шторки и открывающиеся крышки очистных машин находятся в зоне действия вентиляционных зонтов. Для рационального использования производственной площади сами вентиляторы выносят на крышу здания.

Детали сортируют в отдельном помещении. Сортировочный участок оснащается набором средств для измерения геометрических параметров и механических характеристик, определения трещин и течей.

Очистные машины имеют большие размеры (2...10 м и более), поэтому они устанавливаются друг от друга и от элементов здания на расстоянии не менее чем 1,2 м. Желательно их не устанавливать у окон помещения, чтобы не затемнять помещение.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите содержание операций разборки агрегатов, очистки и определения технического состояния деталей.
2. В чем заключается взаимодействие очистных и разборочных работ?
3. Актуальны ли мероприятия по ресурсосбережению очистных процессов? Приведите аргументы.
4. Опишите технологические и организационные мероприятия по сохранности деталей после разборки агрегатов, какое значение этих мероприятий?

Лекция 2.2. УЧАСТКИ И РАБОЧИЕ МЕСТА СВАРКИ, НАПЛАВКИ, НАПЫЛЕНИЯ И (ХИМИКО) ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

2.2.1. Тепловые процессы при нанесении покрытий и термической обработке деталей

Тепловые процессы применяются в восстановительных технологиях при нанесении швов и покрытий и для термической обработки деталей.

Сварка применяется в ремонтно-восстановительном производстве для соединения стыков и закрепления дополнительных ремонтных деталей, а наплавка, напыление и электроконтактная приварка – для создания

ремонтных заготовок в процессах восстановления деталей путем нанесения покрытий.

Сварка – один из основных способов создания ремонтных заготовок. В зависимости от вида источника тепла различают сварку электродугую (свободной дугой), плазменную (сжатой дугой), газоплазменную (теплом газового пламени), электрошлаковую (за счет прохождения электрического тока через расплавленный шлак), электронно-лучевую (энергией ускоренных электронов), лазерную (излучением лазера) и др. Наибольшее применение в ремонтном производстве получили первые три вида сварки.

Основные тепловые процессы нанесения покрытий – это наплавка, напыление и электроконтактная приварка металлического слоя.

Способы наплавки делятся также на группы в зависимости от видов наносимых материалов, характера легирования металла шва, способа защиты формируемого покрытия от влияния кислорода и азота воздуха и других признаков. Наибольшее распространение в ремонте при нанесении покрытий получили способы наплавки: электродугу под флюсом, в среде защитных газов и вибродугу; плазменная и газопорошковая. Перспективно применение электрошлаковой, электромагнитной, индукционной и лазерной наплавки и процесса намораживания металла путем погружения заготовки в расплав.

Напыление, в зависимости от вида энергии, расходуемой на нагрев частиц материала, и среды, их перемещающей, бывает: электродугу, газоплазменное, индукционное, плазменное, детонационное и др.

Электроконтактная приварка металлического слоя состоит в закреплении материала на изношенной поверхности мощными импульсами тока. Металлический слой создают из проволоки, порошков, ленты и их сочетаний.

В общем виде процесс нанесения покрытия состоит из подготовки поверхностей деталей, нанесения покрытия и последующей обработки.

В ремонтном производстве термическую обработку проходят 15.. 20 % восстанавливаемых деталей. Термическая обработка ремонтных заготовок включает их отжиг после сварки или наплавки, объемную закалку с отпуском, закалку ТВЧ. Из способов химико-термической обработки чаще применяют цементацию (твердым карбюризатором и газовую) и азотирование.

Тепловые процессы нанесения покрытий в общем случае включают подготовку восстанавливаемых поверхностей, нанесение покрытия и последующую обработку. Эти процессы энергоемкие, поэтому снижение расхода энергии на восстановление деталей представляет собой важную научно-техническую задачу.

2.2.2. Оборудование

Единая система обозначения электротехнического оборудования, используемого для сварки, наплавки и напыления, содержит в себе и элементы классификации. Классификация источников питания включает:

- тип (первая буква в обозначении): трансформатор (Т), генератор (Г), преобразователь (П), агрегат (А), выпрямитель (В), специализированный источник – установка (У);
- вид сварки (вторая буква): дуговая (Д), плазменная (П);
- способ сварки: в защитных газах (Г), под флюсом (Ф), универсальный (У), покрытыми электродами (без обозначения);
- вид внешней характеристики: жесткая (Ж), падающая (П);
- количество обслуживаемых постов: многопостовой (М), однопостовой (без обозначения);
- величина номинального тока (одна или две первые цифры означают округленную величину тока в десятках или сотнях ампер);
- климатическое исполнение (последняя буква): для стран с холодным климатом (ХЛ), умеренным (У) или тропическим (Т);
- категория размещения (последняя цифра): для работы на открытом воздухе (1), под навесом (2), в неотапливаемом помещении (3), в отапливаемом помещении (4).

Пример расшифровки обозначения трансформатора ТДФЖ-1002 УЗ:

Т – тип источника (трансформатор);

Д – вид сварки (дуговая);

Ф – способ сварки (под флюсом);

Ж – тип внешней характеристики (жесткая);

10 – номинальный ток в сотнях А (на 1000 А);

02 – регистрационный номер разработки;

У – климатическое исполнение (для стран с умеренным климатом);

3 – категория размещения (для работы в помещении).

Источники питания взаимодействуют со стендами для установки и технологического перемещения заготовок.

По приспособленности источников питания к внешним условиям их подразделяют на четыре категории размещения.

Источники питания, имеющие категорию размещения 1, могут эксплуатироваться на открытом воздухе. Они имеют собственную крышу и капот, защищающие их от дождя и снега. Источники питания, имеющие категорию размещения 2, могут работать под навесом. Они способны выдерживать колебания температуры и влажности воздуха, но не защищены от воздействия осадков. Большинство источников (трансформаторов, выпря-

мителей, преобразователей) относятся к 3-й категории размещения, они могут работать в закрытых помещениях без регулирования климатических условий. Оборудование, требующее установки в закрытых помещениях с регулированием климатических условий, относится к 4-й категории размещения.

Нашли применение для ручной сварки и наплавки выпрямители ВД-201УЗ, ВД-306УЗ, ВД-401УЗ; выпрямители для механизированной сварки и наплавки ВС-600, ВСЖ-303, ВДГ-302, ВДГ-601, ВДГ-1001, ВС-600, ВСЖ-303, ВДГ-302, ВДГ-601, ВДГ-1001, ВДУ-504; универсальные выпрямители ВДУ-1201УЗ, ВДУ-1601. Для многоступенчатой сварки применяют выпрямители ВКСМ-100-1-1, ВДМ-1001, ВДМ-1601, ВМГ-5000, ВДУМ-401. Для ручной сварки и наплавки применяют трансформаторы ТД-300, ТД-500, СТШ-500, СТШ-500-80, ТДМ-503УЗ; для механизированной сварки и наплавки применяют трансформаторы ТДФ-1001, ТДФ-1002, ТДФ-1601. Для сварки и наплавки выпускаются поличастотные источники питания ТДП-301-Ремдеталь и ТДП-302-Ремдеталь. Для плазменной наплавки и напыления выпускаются установки УМП-5, УПУ-3 и УПС-503. Для электроконтактной приварки металлического слоя имеются передвижные посты ППКС-01-74.

Для ручной сварки и наплавки применяют источники питания с крутопадающей характеристикой, для механизированной наплавки под флюсом – с пологопадающей и для механизированной наплавки в среде CO_2 – источники с жесткой характеристикой.

Для автоматической наплавки под слоем флюса применяют наплавочные головки А-580М, ОКС-5523 ГОСНИТИ, ОКС-1031Б или наплавочные станки У-651, У-653, УД-209. Для вибродуговой наплавки применяют наплавочные головки с электромагнитным или механическим вибрационными устройствами ОКС-6569 ГОСНИТИ, ОКС-1252А, ВК-3 и др. На стационарных сварочных постах устанавливают полуавтоматы моделей А547У, А825М, ПДГ-305. Специально для ремонтных предприятий ИЭС им. Е.О. Патона выпускает переносной сварочный полуавтомат А1615, который комплектуется однофазным источником питания И-102, подключаемым к сети 220 В, и трехфазным И-103, подключаемым к сети 380 В.

В комплект оборудования для напыления деталей входят установки для дробеструйной обработки поверхностей, смесители для порошковых материалов и термостаты.

Специализированное оборудование ВНИТУВИД "Ремдеталь" имеет блочно-модульное строение (прил. 2.1). Оно служит для наплавки, напыления и электроконтактной приварки металлического слоя. Каждая тех-

нологическая машина состоит из вращателя детали, привода подачи, суппорта со сварочной головкой или горелкой, задней бабки с пневмопинолью, направляющих, пульта управления, механизма подачи материала.

Основные характеристики лазерных установок приведены в прил. 2.2.

Пост газовой сварки включает баллоны с горючим газом или ацетиленовый генератор, баллоны с кислородом, газовые редукторы, горелки для сварки, наплавки или резки, резиновые шланги, стол для сварочных работ с вентиляционным отсосом и оргтехоснастку. При помощи пропанокислородного пламени сваривают стальные листы толщиной до 6 мм, детали из чугуна, цветных металлов, выполняют пайку и резку. Пары керосина и бензина могут применяться при сварке легкоплавких металлов, пайки и резки.

Наибольшей производительности и лучшего качества газосварочных работ достигают при использовании ацетиленокислородного пламени. Ацетилен получают в ацетиленовых стационарных или переносных генераторах. В первом случае установку размещают в отдельном помещении, а ацетилен по трубам подают к каждому посту сварки. Во втором случае генератор располагают у сварочного поста. Кислородные баллоны устанавливают группами в рампах. Характеристика ацетиленовых генераторов приведена в прил. 2.3.

Детали сваривают на специальных столах, например ОКС-7523 ГОСНИТИ. Левая рабочая часть стола выложена огнеупорным кирпичом, здесь имеется вращающийся чугунный диск для поворота свариваемых деталей. Вторая половина стола закрыта чугунной плитой, на которой нанесены разметочные штрихи. Для хранения материалов стол оснащен откидной полкой.

Для нагрева металлических изделий при их термической обработке применяют шахтные и камерные печи. Характеристика камерных печей приведена в прил. 2.4.

Расшифровка обозначений тепловых печей следующая:

С – нагрев сопротивлением;

Н – камерная;

Ш – шахтная;

О – окислительная атмосфера;

З – защитная атмосфера;

Ц – цементационная атмосфера.

Цифры в числителе – размеры рабочего пространства, дм; цифра в знаменателе – рабочая температура, сотни °С.

2.2.3. Особенности составления планировок

Для расчета необходимого оборудования определяют производительность сварки и наплавки, которая зависит от величины тока и условий нанесения покрытия. Массу наплавляемого металла m (г) определяют по формуле:

$$m = a_n \cdot I \cdot t, \quad (2.1)$$

где a_n – коэффициент наплавки (масса наплавленного металла при силе тока, равной 1 А за 1 ч), г/А·ч; I – ток, А; t – время, ч.

Коэффициент наплавки при ручной наплавке тонкообмазанными электродами равен 7,8...8,5 г/А·ч, толстообмазанными – 10...14 г/А·ч, при наплавке под слоем флюса 14...16 г/А·ч, при вибродуговой наплавке – 8...10 г/А·ч, при наплавке ленточными электродами – 15...20 г/А·ч.

Производительность ручной сварки при толщине слоя 2...4 мм составляет 0,6...1,0 кг/ч или 3,5...4,5 дм²/ч, сварки и наплавки в защитных газах – соответственно 2,2...2,8 кг/ч или 3,5...4,5 дм²/ч, вибродуговой наплавки – 0,4...2,0 кг/ч или 4,6...6,2 дм²/ч, газовой – 0,3...1,8 кг/ч или 2,9...7,7 м³/ч.

Число сварочных постов n_n , исходя из трудоемкости работ, определяют по формуле:

$$n_n = \frac{T_{св}}{\Phi_{ср} \cdot k_{см} \cdot k_n}, \quad (2.2)$$

где $T_{св}$ – трудоемкость сварочных работ, чел.-ч; $k_{см}$ – коэффициент сменности; k_n – коэффициент использования поста во времени, принимается равным 0,85...0,90 при сварке постоянным током и 0,90...0,95 – при сварке переменным током.

Число сварочных постов n_n , исходя из массы наплавляемого металла, определяют по формуле:

$$n_n = \frac{m \cdot N_r}{\Phi_{рм} \cdot q k_{см} \cdot k_n}, \quad (2.3)$$

где N_r – годовое число ремонтов объектов; $\Phi_{рм}$ – годовой фонд рабочего времени поста при работе в одну смену; q – часовая производительность поста, кг/ч.

Рабочие места для нанесения покрытий наплавкой располагают на универсальных или специализированных участках в общем потоке, а для напыления – в отдельных помещениях. Рабочие места сварщиков, исполь-

зующих открытую электрическую дугу, выполняют или в виде кабин, или загораживают непрозрачными ширмами из негорючих материалов.

Размеры сварочных кабин для дуговой сварки деталей с наибольшим размером 500 мм составляют 3×3 м, а для деталей размером 1000 мм – 3×4 м. Расстояние от сварочного поста до стенок кабины составляет 0,8...1,0 м. При размещении источников у рабочих мест их устанавливают вблизи стен или колонн (на расстоянии не менее 0,5 м) с целью экономии производственной площади.

Источники питания размещают в отдельном помещении (машинном зале) или непосредственно у рабочих мест. В первом случае при концентрации производства улучшаются условия эксплуатации, обслуживания и ремонта, особенно многопостовых источников, но увеличивается расход сварочных кабелей и потери энергии. Пример планировки поста электродуговой сварки приведен на рис. 2.3.

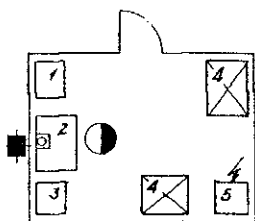


Рис. 2.3. Планировка поста электродуговой сварки:

- 1 – стол с машиной ручной шлифовальной электрической с гибким валом ИЭ-8201А; 2 – стол для электросварочных работ; 3 – выпрямитель сварочный ВДМ-504; 4 – подставка для деталей; 5 – трансформатор сварочный ТД-300

Источники питания не нуждаются в фундаменте и устанавливаются прямо на полу. Расстояние между однопостовыми трансформаторами и выпрямителями должно быть не менее 0,1 м, между агрегатами – не менее 0,8 м, а между многопостовыми источниками – не менее 1,5 м.

Сварочное оборудование питается от цеховой силовой трехфазной сети.

2.2.4. Охрана труда и санитарные требования

Производственную опасность для работающих на постах нанесения покрытий и термической обработки представляет электрическое напряжение, опасность взрыва, световое излучение, магнитное поле, звуковое давление и сварочные аэрозоли, возможность взрыва.

Электросварщики должны иметь группу по электробезопасности не ниже II. Напряжение холостого тока источников питания при номинальном напряжении сети не должно превышать 80 В эффективного значения для источников переменного тока ручной дуговой и полуавтоматической сварки, 140 В – для источников переменного тока автоматической дуговой сварки и 100 В – для источников постоянного тока. Заземляющая шина пункта питания должна быть соединена или с нулевым защитным проводом питающей линии в установках с глухозаземленной нейтралью, или с заземлением в установках с изолированной нейтралью. Расстояние от сварочных проводов до горячих трубопроводов и баллонов с кислородом должно быть не менее 0,5 м, до баллонов и трубопроводов с горючими газами – не менее 1 м.

Баллоны с газами хранятся в специальных открытых или закрытых складах.

В помещениях с электросварочными установками предусматривают достаточные по ширине проходы (не менее 1,0 м). Площадь отдельного помещения для электросварочных установок должна быть не менее 10 м², при этом площадь, свободная от оборудования, деталей и материалов, должна быть не менее 3 м² на каждый сварочный пост. Расстояние между однопостовыми источниками питания для сварки (резки, наплавки) плавлением должно быть не менее 0,8 м; между многопостовыми – не менее 1,5 м. Расстояние между сварочными трансформаторами, стоящими рядом в одной группе, должно быть не менее 0,1 м; между многопостовыми – не менее 1,5 м, от источников тока до стены – не менее 0,5 м; от сварочного трансформатора до ацетиленового генератора – не менее 3 м.

Для электросварочных работ выделяют вентилируемые помещения со стенами из материалов, не отражающих сварочные излучения. Высота стенок кабины сварщика должна быть не менее 2 м, зазор между полом и стенкой – 50 мм, а в случае сварки в среде защитных газов – 300 мм.

Допустимые уровни напряженности электрического поля и условия ее контроля на рабочих местах регламентированы ГОСТ 12.1.002-84. Измерения проводят в зоне индукторов высокочастотных установок. В случае необходимости эта зона ограждается металлическим экраном.

Работа установок для напыления поверхностей сопровождается сильным шумом. Уровень шума не должен превышать 90 дБ, при превышении принимают меры по звукоизоляции и шумопоглощению.

Для удаления сварочных аэрозолей со сварочных постов применяют общую приточно-вытяжную и местную вытяжную вентиляцию с зонтами у

сварочных постов. Пути движения аэрозолей должны проходить вдали от лица сварщика.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите место и назначение тепловых процессов в технологическом процессе восстановления деталей.
2. Какие основные правила выбора оборудования для сварки и наплавки деталей, как определить его необходимое количество?
3. Приведите правила размещения оборудования на территории участка.
4. Какие проектные мероприятия обеспечивают безопасность работ по сварке, нанесению покрытий и термической обработке деталей?

Лекция 2.3. УЧАСТОК НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

В ремонтном производстве наибольшее применение получили железнение, хромирование и цинкование. Первые два процесса обеспечивают получение износостойких покрытий, а последний – как износостойких, так и защитных. Цинк надежно защищает стальные изделия.

2.3.1. Технологический процесс нанесения покрытий.

Особенности технологических расчетов

Типовой процесс нанесения гальванических покрытий содержит подготовительные операции, осаждение металла и заключительные операции. Процесс должен обеспечить получение покрытий с заданными физико-механическими свойствами и достаточную прочность его соединения с основой.

Подготовительные операции включают механическую обработку восстанавливаемых поверхностей, их очистку, установку деталей на подвески и защиту мест, не подлежащих восстановлению, обезжиривание, травление и анодную обработку. Осаждение металла составляет основную часть процесса. Последующие операции состоят из промывки деталей в дистиллированной воде для сбора электролита на деталях, нейтрализации его остатков, промывки в горячей и холодной водах, снятия деталей с подвесок и удаления изоляции, сушки и термообработки (при необходимости).

Покрyтия наносят в стационарных ваннах, вращающихся барабанах или колоколах. При восстановлении шеек крупных деталей и поверхностей отверстий под подшипники в корпусных деталях применяют вневаннные способы нанесения покpутий.

Основное время осаждения электролитического осадка t_o (ч) определяют по формуле:

$$t_o = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{C \cdot D_k \cdot \alpha}, \quad (2.4)$$

где h — толщина покpутия, мм; γ — плотность осаждаемого металла, г/см³; C — электрохимический эквивалент, г/А·ч, $C = A \cdot Z \cdot F$, здесь A и Z — атомная масса и валентность осаждаемого элемента; F — число Фарадея, равное количеству электричества, которое нужно пропустить через электролит для выделения на электроде одного грамм-эквивалента вещества; D_k — плотность тока, А/дм², $D_k = I \cdot S_k$, здесь I — ток, А; S_k — площадь катода, дм²; α — коэффициент выхода по току.

Пример. Определить время t_o нанесения железного покpутия ($\gamma = 7,8$ г/см³) на восстанавливаемые поверхности деталей площадью $S_k = 3$ дм², толщиной $h = 0,3$ мм при токе $I = 45$ А, если выход по току составляет $\alpha = 0,85$.

Решение.

Электрохимический эквивалент железа равен:

$$C = m, F,$$

где m , — масса моля железа, равная $55,84 : 2 = 27,92$ г; F — число Фарадея, $F = 96484$ А·с/(моль-экв).

$$C = 27,92 : 96484 = 2,893 \cdot 10^{-4} \text{ г/А} \cdot \text{с} = 1,042 \text{ г/А} \cdot \text{ч}.$$

Катодная плотность тока

$$D_k = I : S_k = 45 : 3 = 15 \text{ А/дм}^2.$$

Согласно закону Фарадея время нанесения покpутия равно:

$$t_o = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{C \cdot D_k \cdot \alpha} = \frac{10 \cdot 0,3 \cdot 7,8}{1,042 \cdot 15 \cdot 0,85} = 1,76.$$

При нанесении покpутия во вращающихся барабанах или колоколах основное время, рассчитанное по формуле (2.4), увеличивают на 25 %.

При нормировании гальванических работ учитывают, что нанесение покpутий характеризуется длительным основным временем, большим ко-

личеством вспомогательных работ и возможностью совмещения во времени основных и вспомогательных работ, выполняемых в различных ваннах. Во время осаждения покрытия не требуется участия рабочего, который в это время может выполнять очистку деталей, изоляцию поверхностей от действия электролита, установку деталей на подвески, обезжиривание и промывку.

Многие подготовительные и заключительные операции (установка деталей на подвески и их снятие, изоляция, обезжиривание, нейтрализация и промывка) непосредственно не связаны с основной операцией и могут выполняться рабочим во время ее выполнения. Время вспомогательное и дополнительное (организационное и технического обслуживания), протекающее параллельно с основным временем нанесения покрытия, называется *перекрываемым временем*. Время, в течение которого рабочий занят только выполнением основной операции нанесения покрытия, называется *неперекрываемым*.

В условиях ремонтного производства все операции технологического процесса выполняют один или несколько рабочих, поэтому норму времени устанавливают на весь технологический процесс, а не на каждую операцию. Подготовительные и заключительные операции условно считают вспомогательными, а затрачиваемое на них время – вспомогательным (перекрываемым и неперекрываемым).

Количество гальванических ванн n_g определяют по формуле:

$$n_g = d \frac{\sum_i F \cdot N \cdot t_i}{f \cdot \Phi_{\text{об}}}, \quad (2.5)$$

где d – коэффициент, учитывающий время на загрузку и выгрузку деталей, l – количество деталей в объекте ремонта; F – поверхность детали, на которую наносится покрытие, дм^2 ; N – годового объём капитальных ремонтов; t_i – время обработки одной загрузки в ванне, ч; f – единовременная загрузка ванны, дм^2 .

Число явочных производственных рабочих $n_{\text{яв}}$ находят с помощью выражения:

$$n_{\text{яв}} = n_g \frac{(t_{\text{всп}} + t_{\text{ос}})}{(t_{\text{ос}} + t_o)}, \quad (2.6)$$

где n_g – число основных ванн; $t_{\text{всп}}$ и $t_{\text{ос}}$ – вспомогательное (перекрываемое и неперекрываемое) время, мин; t_o – основное время нанесения покрытия, мин.

2.3.2. Оборудование

До нанесения покрытий детали проходят механическую обработку на оборудовании механического цеха или на станках гальванического участка. Наибольшее применение получили универсальные шлифовально-полировальные станки 3А852, 3853, 3854, 3854А и 3855. Для ленточного шлифования и полирования деталей, имеющих форму тел вращения, применяют полуавтоматы 3841 и универсальные агрегаты типа ШП-А. Станки могут быть одно- и двухшпиндельные.

В качестве инструмента в шлифовально-полировальных станках применяют бесконечные ленты из шлифовального полотна, брезента или специальной ткани, на поверхности которых наклеены абразивные зерна.

Для очистки деталей от загрязнений применяют оборудование с вращающимися барабанами, колоколами, вибрационные установки, ванны для обезжиривания, химической и электрохимической обработки.

Применяют барабаны и колокола цилиндрической, многогранной, конусной или бочкообразной формы. В цилиндрических барабанах скорость обработки меньше, чем в граневых. Наилучшие результаты очистки достигаются при обработке в восьмигранных барабанах. Рабочее пространство барабана или колокола заполнено органическим растворителем или раствором технического моющего средства. Барабаны после заполнения их очищаемыми заготовками закрываются крышками, а загрузочное отверстие колокола при работе открыто.

Частоту вращения барабана или колокола n (об/мин) выбирают равной:

$$n = 21 \cdot \sqrt{d}, \quad (2.7)$$

где d – внутренний диаметр барабана, м.

Вибрационные установки служат для шлифования и полирования заготовок перед нанесением покрытия. Обработка основана на механическом воздействии абразива на поверхности деталей в процессе их взаимного перемещения. Детали и абразив помещаются не во вращающийся барабан, а в контейнер. Ему сообщаются вибрации с частотой 25...50 Гц при амплитуде 1...5 мм. В качестве абразива при шлифовании применяют бой абразивных кругов, а при полировании – порошки оксидов железа, хрома, алюминия, а также мрамор и мел. Детали занимают до 30 % вместимости контейнера, а абразив – до 60 %. Обработка протекает в растворах ТМС.

Для механического обезжиривания используют органические растворители и щелочные растворы с поверхностно-активными веществами (ПАВ).

При химическом обезжиривании детали погружают в горячий щелочной раствор (60...80 °С) и выдерживают их в течение 5...60 минут. Сущность электрохимической обработки заключается в том, что заготовки, погруженные в щелочной раствор, включаются в цепь электрического тока в качестве катода или анода. При этом на поверхности электродов бурно выделяются пузырьки водорода или кислорода, которые эмульгируют жиры и масла, разрывают и отрывают их пленки.

Для химического травления применяют ванны с кислотными растворами. Для ускорения процесса и уменьшения расхода кислоты к деталям и электродам прикладывают напряжение, и травление становится электрохимическим.

Наибольший объем работ по нанесению покрытий выполняют в стационарных гальванических ваннах, размеры которых нормализованы (прил. 2.5). Применяют также барабанные и колокольные ванны для покрытия мелких деталей, конвейерные автоматические комплексы в условиях крупносерийного и массового производства. Процессы железнения и хромирования ведут в стационарных ваннах, а цинкование, как правило, в барабанных или колокольных ваннах.

Стационарные ванны содержат запас электролита, катодные и анодные штанги, электроды, систему нагрева, фильтрации и перемешивания электролита, приборы регулирования температуры электролита и массовой доли основных составляющих.

Стальные части ванны, соприкасающиеся с кислотными электролитами, футеруют свинцом, резиной, полимерными и керамическими материалами.

Электрический ток к электродам подводится через продольные медные или латунные штанги диаметром 15...40 мм, монтируемые на бортах ванны в изоляторах. Одна пара штанг соединена с положительным полюсом источника, а другая – с отрицательным. На каждую пару штанг размещают по несколько поперечных штанг, свободное перемещение которых позволяет устанавливать нужное катодно-анодное расстояние. Ванны не заземляют, а устанавливают на изоляторах ОФ-6-375 или ОФ-10-750. Паровую и водяную арматуру также изолируют от ванн.

Нагрев или охлаждение раствора выполняют змеевики с теплоносителем. Если змеевики соприкасаются с горячими сернокислыми электролитами, то их изготавливают из титана, свинца, оцинкованной стали или нержавеющей стали. При внутреннем способе нагрева наблюдается неравномерность температуры электролита. Для нагрева хромовых электролитов, чувствительных к изменению температуры, применяют внешний их

нагрев посредством пропускания пара через пароводяную рубашку между двумя ваннами, вставленными одна в одну.

Чтобы повысить производительность процесса (увеличить допустимую плотность тока) и улучшить свойства покрытий, ванны снабжают устройствами для перемешивания и фильтрации электролита, встряхивания или качания катодных штанг.

Передвижные фильтрационные установки (УФ-0,5) содержат насос и фильтр из ткани (сукна, полотна, стеклоткани), который задерживает механические примеси. Насос изготовлен из химически стойких материалов. Например, насос ЦКН-7 выполнен из керамики, подача $7 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Ванны имеют бортовые вентиляционные отсосы с одной или с двух сторон.

Выпрямители различной мощности преобразуют (выпрямляют) переменный ток в постоянный. Выпрямитель включает понижающий трансформатор, полупроводниковые элементы, пускорегулирующую и измерительную аппаратуру.

Из германиевых, селеновых и кремниевых выпрямителей в ремонтном производстве наибольшее применение получили кремниевые выпрямители. Выпрямители плавно изменяют ток в пределах $10 \dots 100 \%$ с погрешностью $\pm 10 \%$.

Освоен выпуск более совершенных тиристорных выпрямителей серий ТЕ, ТЕР, ТВ, ТВР и ТВИ, обладающих меньшей пульсацией выпрямленного тока и меньшими габаритами, большим КПД и большей точностью стабилизации тока и напряжения. Буквы в названии серий обозначают: Е – охлаждение естественное воздушное; В – охлаждение водяное; Р – реверсивный; И – импульсный. Характеристика некоторых выпрямителей приведена в прил. 2.6.

2.3.3. Особенности составления планировок

Участок нанесения гальванических покрытий имеет свои особенности. Он включает блок помещений (рис. 2.4). В подготовительном помещении собирают и разбирают подвески с деталями, здесь имеются стеллажи, шкафы и оборудование химической лаборатории. Помещение, в котором установлены гальванические ванны, оборудовано канализацией, приточно-вытяжной вентиляцией, подводом воды, пара и электроэнергии. Контакт рабочих с гальваническими ваннами должен быть сокращен до минимального времени. В агрегатном отделении устанавливают источники тока, вентиляторы и калориферы. В бытовых помещениях должны быть предусмотрены чистка и сушка одежды и обуви.

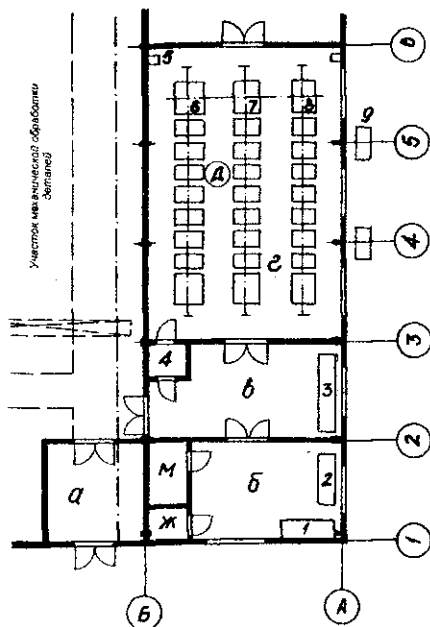


Рис. 2.4. Планировка участка нанесения гальванических покрытий:

а – тамбур; *б* – бытовое помещение; *в* – вспомогательное помещение; *г* – основное помещение; 1 – сушильный шкаф для одежды; 2 – стол бытовой; 3 – стол для подвесок; 4 – кладовая; 5 – умывальник; 6 – линия подготовки поверхностей деталей; 7 и 8 – линии нанесения покрытий; 9 – вентилятор

Наибольший объем проектных работ связан с процессами нанесения покрытий. Оборудование размещают в соответствии с протеканием технологического процесса и нормами технологического проектирования. Рекомендуется соблюдать следующие требования:

- расстояние от стены до оборудования – 0,5...0,6 м;
- при расположении рабочего между ванной и стеной – 1,2...1,5 м;
- расстояние между рядами оборудования:
 - при одностороннем обслуживании – 1,2...1,5 м;
 - при двустороннем – 1,5...2,0 м;
 - между оборудованием в одном ряду – 0,1...0,2 м;
- высота верхнего края ванны над уровнем напольных решеток – 800...900 мм, при превышении этой высоты должны быть площадки или ступенчатые приставки.

Для обеспечения обслуживания арматуры гальванических ванн, работающей в тяжелых условиях и требующей частой замены своих частей, ванны устанавливают на эстакаде, а в объеме этой эстакады устраивают подходы к арматуре.

Гальванические ванны, как правило, устанавливаются вдоль длинной стороны помещения в одну или две линии. Ванны группируют по видам наносимых материалов. Учитывая, что процессы железнения и хромирования содержат одинаковые операции в начале и в конце процессов, следует эти операции выполнять в одних и тех же ваннах, что позволит сократить потребность в производственной площади и упростить устройство вентиляции, канализации, водо- и энергоснабжения.

Установка выпрямителей непосредственно у ванн на расстоянии 200...300 мм обеспечивает минимальные потери электрической энергии.

2.3.4. Средства автоматизации процесса

В полуавтоматическом производстве участие рабочего исключается только в операциях нанесения покрытия, а подготовительные и заключительные операции выполняются вручную на верстаках или в ваннах.

В автоматических линиях все операции, за исключением установки деталей на подвески и снятия с подвесок, выполняются без участия рабочего по заданным режимам с помощью механизмов.

По принципу действия автоматические линии бывают перенастраиваемые и неперенастраиваемые. Первые предназначены для одного технологического процесса, а вторые позволяют изменять технологический процесс без переделки линии.

Над рядами ванн, с целью автоматизации процесса, на монорельсе устанавливают один или несколько автооператоров. Автооператор забирает подвески с деталями (или барабан) с монтажного стола, по определенной программе устанавливает их на катодные штанги, выдерживает над каждой из ванн, перемещает из ванны в ванну и устанавливает на верстак разборки подвесок (или барабана). Автооператор представляет собой транспортную тележку, оснащенную приводами горизонтального перемещения, подъема, поворота и опускания. Один автооператор обслуживает 8...10 ванн. Движениями автооператора управляет командоаппарат. Ванны, обслуживаемые автооператором, могут быть расставлены по прямой или окружности.

Поточное автоматизированное производство сокращает трудоемкость работ и создает безопасные условия труда на участке.

2.3.5. Охрана труда и обезвреживание отходов

При проектировании гальванического участка предусматривают возможность хранения рабочими в обеденный перерыв и в межсменное время спецодежды и обуви в шкафу.

На участке организуют приточно-вытяжную вентиляцию, включающую общую и местную (бортовые отсосы) системы. Местная вентиляция не предусматривается у ванн, которые заправлены холодными кислотными электролитами при активации и пассивировании поверхностей деталей.

Бортовые отсосы соединяют с вентилятором с помощью бетонных подпольных каналов и стальных воздуховодов. Каналы имеют уклон 1:150 к сборнику конденсата. Вентилятор выбрасывает загрязненный воздух через вытяжную шахту на высоту не менее 1,5 м выше конька крыши.

Разрежение, создаваемое вытяжной вентиляцией, компенсируется в летнее время естественным притоком воздуха через открытые окна и форточки, а в зимнее время – приточной вентиляцией, содержащей калорифер для подогрева воздуха. Количество нагнетаемого воздуха должно составлять 85...90 % от отсасываемого. Приточный воздух подается равномерно через воздухораспределительные короба, расположенные не ниже 2,5...3,0 м от поверхности пола.

Приточно-вытяжная вентиляция включается не позже, чем за 15 мин до начала работы и выключается через 15 мин после окончания смены. Ванны с вредными веществами по окончании работы закрываются крышками. Из ванны с горячим раствором выделяется меньше паров, если на поверхности раствора плавают пластмассовые шарики.

Пол и стены помещений облицовывают кислотостойкой плиткой. В цехе предусматривают аварийное освещение и размещают противопожарное оборудование и материалы.

Отходы гальванического производства представляют серьезную опасность для окружающей среды (почвы, воды). Сточные воды этого производства из ванн химической и электрохимической обработки и нанесения покрытий содержат различные токсичные химические соединения – свободные минеральные кислоты и щелочи, соединения шестивалентного хрома и др.

Применяют ионно-обменные (катионитовые и анионитовые) фильтры для очистки стоков с созданием замкнутых систем водопользования. При этом достигается не только очистка кислотных или щелочных стоков от ионов тяжелых металлов, но и значительное снижение общего солевого содержания.

Наиболее эффективно отходы гальванического участка (ионы тяжелых металлов, щелочи и кислоты) обезвреживаются в установке РВК 50-032М (рис. 2.5) с помощью гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_2$, который получают из стальных отходов путем электролиза. В производство возвращается до 70 % обезвреженной воды. Процесс обезвреживания отходов основан на их взаимодействии с гидроксидом железа с образованием смешанных кристаллов и химических соединений, а также с протеканием сорбционных процессов.

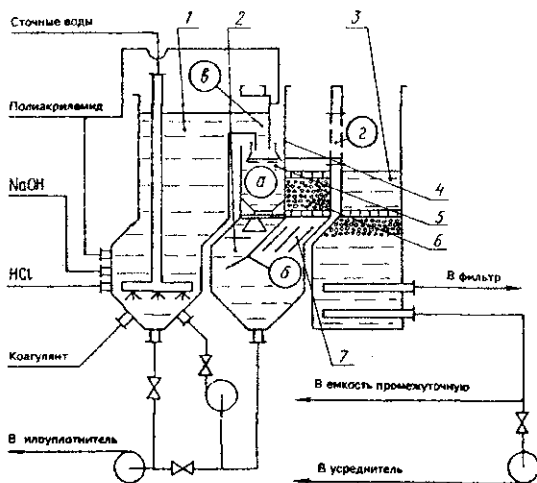


Рис. 2.5. Схема установки для обезвреживания отходов гальванического производства: *a* – зона флокуляции; *б* – зона фильтрования; *в* – патрубок подачи жидкости; *г* – окно; 1 – камера реакции; 2 – камера флокуляции; 3 – камера фильтрации; 4 – перегородка; 5 – флокулятор; 6 – фильтр отражательный; 7 – отстойник тонкослойный

Вопросы для самоконтроля

1. Для каких деталей тепловых двигателей и станков целесообразно использование гальванических способов нанесения покрытий?
2. Какие меры технологического характера направлены на повышение производительности процесса и качества покрытий?
3. Как определяется количество оборудования участка и необходимость его автоматизации?
4. В чем заключается возможный вред окружающей среде от работы гальванического участка, как обеспечивается его экологическая безопасность?

Лекция 2.4. УЧАСТКИ И РАБОЧИЕ МЕСТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

На ремонтном заводе организуют как самостоятельный участок механической обработки деталей, так и рабочие места на универсальных и специализированных участках восстановления деталей и во вспомогательном производстве.

2.4.1. Механическая обработка в процессах восстановления деталей

Механическая обработка ремонтных заготовок применяется для подготовки поверхностей под нанесение покрытий, обеспечения геометрической точности восстанавливаемых элементов, а также для упрочнения поверхностей. Эта обработка является основным средством достижения точности геометрических параметров деталей (их номинальных и ремонтных размеров, формы, взаимного расположения, шероховатости и волнистости поверхностей). На операции механической обработки приходится от 50 до 60 % общей трудоемкости восстановления деталей.

Механическая обработка деталей с покрытиями включает следующие блоки операций: черновые, чистовые и отделочные. Восстанавливаемые поверхности в зависимости от толщины и твердости снимаемого слоя проходят лезвийную и (или) абразивную обработку. В соответствии с видами технологических операций применяют технологическое оборудование.

Лезвийная обработка резцами из быстрорежущих сталей или твердых сплавов применяется в том случае, когда припуск на обработку превышает 0,25 мм на сторону и твердость материала не превышает 3000 МПа (HRC 35...45). Если твердость ремонтной заготовки не позволяет применить лезвийную обработку или когда необходимо получить высокую точность детали с малой шероховатостью поверхностей, то применяют абразивную обработку.

Участок механической обработки состоит из основного и обслуживающих отделений. В основной части участка размещают металлорежущее оборудование, которое обслуживается такими отделениями, как заготовительное, приготовления и раздачи СОЖ, переработки стружки, цеховой склад материалов и заготовок, инструментально-раздаточный склад инструментального участка.

Заготовительное отделение служит для получения заготовок из листового и профильного проката.

При механической обработке наибольшее применение находят масляные и эмульсионные СОЖ. Масляные СОЖ – это минеральные масла с присадками (или без них) различного назначения. Эмульсионные (водосмешиваемые) СОЖ содержат минеральные масла, эмульгаторы, ингиби-

торы коррозии, биоциды, противоизносно-противозадирные присадки, антипенные добавки, электролиты, связующие и другие органические и неорганические вещества. Централизованное снабжение металлорежущих станков СОЖ организуют таким образом. В отделении ее приготовления и раздачи имеются емкости и установки для хранения и приготовления СОЖ. По системе СОЖ поступает к отдельным станкам.

2.4.2. Оборудование

На универсальных участках механической обработки деталей формируют по видам и точности обработки группы станков: токарные, фрезерные, сверлильные, долбежные, зубообрабатывающие и шлифовальные.

На специализированных участках восстановления деталей применяют специализированное оборудование, полученное путем заводской модернизации универсальных металлорежущих станков.

Имеется специальное оборудование, изготовленное по заказу на станкозаводах и предназначенное для обработки детали одного наименования. К такому оборудованию относятся, например, станки для шлифования или полирования шест коленчатых валов, растачивания отверстий коренных опор или отверстий под гильзы блока цилиндров, растачивания отверстий во втулках шатунов.

При выборе металлорежущего оборудования учитывается соответствие основных размеров деталей возможностям станков и их производительности; количество деталей, обрабатываемых в течение года; степень точности обработки. Выбранные станки должны полно использоваться по мощности и по времени.

Количество необходимого количества универсальных станков каждого вида определяют по формуле (1.18). Количество единиц n_{oc} специального оборудования равно:

$$n_{oc} = \frac{N \cdot t_{шк} \cdot k_o}{60 \cdot \Phi_{до}}, \quad (2.8)$$

где $t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время, мин; k_o – коэффициент выполнения операций.

Если расчетное количество необходимого оборудования меньше единицы, то приобретают один станок и принимают меры по его загрузке.

Коэффициент загрузки оборудования η_z , значение которого равно отношению расчетного количества станков к принятому, определяют по формуле:

$$\eta_z = \frac{\sum_1^{n_{oc}} t_{шк}}{\Phi_{до} \cdot n_o}. \quad (2.9)$$

Использование отдельных станков по основному времени оценивают коэффициентом η_o , равным отношению основного времени к штучно-калькуляционному:

$$\eta_o = \frac{t_o}{t_{шт}} \quad (2.10)$$

Значение η_o будет тем больше, чем меньше вспомогательное, дополнительное и подготовительное время. Необходимо, чтобы в серийном производстве его значение было не менее 0,70...0,75.

Станки устанавливают непосредственно на полу или на отдельных или общих для нескольких станков фундаментах.

На полу устанавливают станки массой до 7 т с уравновешенным ходом, жесткой станиной, от которых не требуется высокая точность работы. Возникающая вибрация от них не должна передаваться на другие станки.

Пол под станки должен удовлетворять следующим требованиям:

- бетонный пол должен иметь толщину 150...200 мм (с песчаной или шлаковой подкладкой такой толщины);
- кирпичный – толщину 120 мм (с подкладкой толщиной до 150 мм в виде утрамбованного гравия);
- пол из торцовой шашки – толщину 60...100 мм;
- уложенный на бетонное основание – толщину 100 мм.

Перед установкой станка делается цементная подливка (толщиной 1,0...1,5 см), которая распределяет нагрузку от веса станка по площади пола. Станки без фундамента легко и быстро перемещаются по полу при изменениях технологического процесса.

Отдельные фундаменты обеспечивают равномерное распределение на грунт динамических усилий и предотвращают колебания станин. Колебания от станков, в таком случае, не передается на другое оборудование. На фундаменты устанавливают оборудование для точной механической обработки, например, шлифовальные и расточные станки.

Материал фундаментов – камень, бут, бетон. Размеры отдельных фундаментов в плане соответствуют опорной поверхности оборудования. Высота фундамента для станков массой до 10 т составляет 0,6 м, для станков массой 10...12 т – 1,0 м, а для станков большей массы – 1,5...2 м.

Расстояние между соседними фундаментами составляет 1,5...2,0 глубины их заложения.

2.4.3. Перемещение и переработка стружки

При механической обработке ремонтируемых изделий образуется большое количество стружки. Это количество определяется разностью массы ремонтных заготовок и деталей, которые проходят через участок в течение года.

Стружка сортируется по видам и маркам материала: ГОСТ 2787-86 "Металлы черные вторичные. Общие технические требования" и ГОСТ 1639-78 "Лом и отходы цветных металлов и сплавов". Отдельно собирается стружка черных и цветных металлов. В свою очередь, выделяют стальную и чугунную стружку, стружку нержавеющей сталей, алюминиевых сплавов, бронзы, латуни. Разделение стружки черных и цветных металлов -- магнитное сепарирование.

На участке выделяется место сбора стружки. Удельный объем стружки (особенно стальной витой) может превосходить в несколько раз удельный объем исходного материала. Это необходимо учитывать при расчете объема тары. Стружка от станков к сборным коробам или бункерам, расположенным у цеховых проездов, обычно доставляется вручную. На металлической таре под стружку приводятся сведения о виде и марке собираемой стружки. Стружка может быть загрязненной маслом, такая стружка собирается в тару с двойным дном для сбора стекающего масла. При больших объемах образования стружки в технически обоснованных случаях такое перемещение стружки может быть механизировано. Применяют ленточные или скребковые, или шнековые транспортеры. На токарных станках применяют стружколоматели, дробящие витую стальную стружку.

Стружка в сборных коробах вывозится заводским транспортом или на склад металлолома, или на рабочее место ее переработки. Процесс переработки стружки включает такие операции, как дробление витой стружки, очистка и брикетирование. Стружка с большим количеством масляных загрязнений может проходить центробежную или струйную очистку растворами технических моющих средств. При большом объеме переработки стружки целесообразно организовать ее брикетирование. Это повышает цену отходов и позволяет применять стружки цветных металлов для переплава в заводских условиях.

Чугунную стружку и отходы шлифования применяют в качестве материалов для изготовления порошков, которые, в свою очередь, служат материалом для напыления восстанавливаемых деталей.

2.4.4. Группирование оборудования и планировка рабочих мест

Металлорежущее оборудование входит в состав специализированных и универсальных участков восстановления деталей и заводских механических цехов или участков.

На специализированных участках восстановления деталей рабочие места с металлорежущими станками занимают свои места среди другого оборудования соответственно общему порядку следования технологических операций. При размещении станков в линии необходимо предусмотреть кратчайшие пути движения деталей и не допускать обратных или кольцевых движений, создающих встречные потоки и затрудняющих перемещение восстанавливаемых деталей.

На универсальных участках восстановления деталей и механических участках станки располагают группами в соответствии с последовательностью обработки большинства деталей. Наибольшее количество деталей представляют собой тела вращения, поэтому для первых операций применяют токарные станки. Затем идут группы фрезерных, сверлильных, долбежных и зубообрабатывающих станков.

Отдельную группу станков представляют токарные автоматы для изготовления крепежных деталей, многочисленных пальцев, осей, втулок и др.

Группы шлифовальных, полировальных и суперфинишных станков располагают в конце участка.

Расположение станков должно обеспечивать прямоточность производства и наилучшее использование подкрановых площадей. Вне площади, не обслуживаемой кранами, можно размещать станки, на которых обрабатываются детали, перемещаемые вручную.

При расстановке станков руководствуются нормативами расстояний между станками в продольном и поперечном направлениях и расстояниями от станков до элементов зданий (прил. 2.7). Эти расстояния гарантируют удобство выполнения работ на станках, свободу движения людей и транспортных средств, возможность выполнения ремонта и, главное, безопасность рабочих.

Станки располагаются группами по видам в пролете в два, три или четыре ряда в зависимости от размеров станков и ширины пролета. При расположении станков вдоль пролета в два ряда между рядами оставляют проезд для транспорта, при трех рядах станков продольных проездов может быть два. Возле одного проезда может быть расположен сдвоенный ряд станков.

Станки могут быть установлены вдоль пролета, поперек него или под углом. Наименьшей площади требует планировка при расположении

станков поперек пролета, но наиболее удобное расположение станков – вдоль пролета. Расположением станков регулируют длину производственного участка) Расположение в шахматном порядке под углом $15...30^\circ$ к оси пролета применяют для оборудования (автоматов, токарно-револьверных станков), работающего с прутковым материалом, и длинных станков (продольно-, шлифовально-, строгально-фрезерных). Расположение токарных станков в затылок друг другу, но под углом к оси пролета, повышает безопасность работ: вырвавшаяся из патрона заготовка во время работы не травмирует людей, работающих на соседних станках.

В поточных линиях станки ставят параллельно или перпендикулярно рольгангу или конвейеру. В условиях многостаночной работы размещение одновременно работающих станков обеспечивает удобное для рабочего расположение органов управления всех станков и минимальную затрату времени на переходы от станка к станку. Для обеспечения последнего условия станки могут быть расположены по сторонам прямоугольника.

Рациональная планировка и организация каждого рабочего места имеет большое значение для повышения производительности труда. При этом устраняется время на ненужное хождение, лишние движения и обеспечивается удобное положение тела рабочего.

При обработке одиночных крупных деталей и партий деталей необходимо предусматривать места для расположения этих деталей у станков. Детали, подлежащие обработке, находятся под левой рукой рабочего, обработанные – под правой.

У станка устанавливают рабочий столик (лучше подвижный), на котором располагают необходимые для работы инструменты, чертежи и инструкционные карты. Весь инструмент должен быть разделен на группы, и для каждой группы должно быть отведено особое место.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите назначение операций механической обработки технологического процесса восстановления деталей.
2. Какие особенности выбора оборудования для механической обработки деталей?
3. Определите необходимость сбора и переработки стружки.
4. Приведите особенности группирования и расстановки металлорежущего оборудования.

Лекция 2.5. УЧАСТКИ СБОРКИ, ОБКАТКИ И ИСПЫТАНИЯ АГРЕГАТОВ И МАШИН

2.5.1. Технологический процесс сборки, обкатки и испытания

В процессе сборки последовательно устанавливают на валы, оси, корпуса сопрягаемые детали, образуют разъемные и неразъемные соединения с достижением нормативных параметров точности.

Структура резьбосборочной операции приведена на рис. 2.6. Основные сборочные переходы: подача, установка, ориентирование деталей, силовое замыкание сопряжений и межпозиционное перемещение. Силовому замыканию подлежат как резьбовые, так и прессовые сопряжения. В составе прессового сопряжения отсутствуют крепежные детали, а сборочное усилие прикладывается к комплектующей детали.

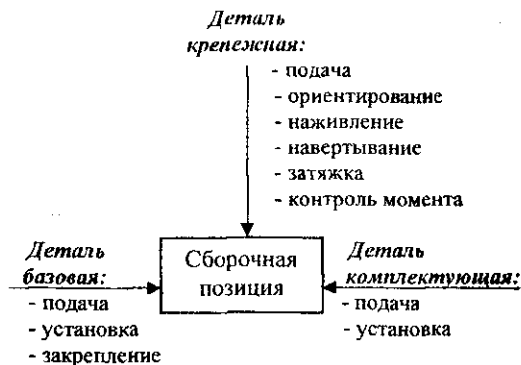


Рис. 2.6. Схема резьбосборочной операции

Повышение прочности соединений с натягом обеспечивают способы теплопрессовой сборки. Установлено, что прочность посадок, полученных нагреванием перед сборкой охватывающей детали или охлаждением охватываемой, в 2...2,5 раза выше прочности соединений, полученных без нагрева. Объясняется это тем, что в первом случае микронеровности при формировании сопряжений не сглаживаются, а располагаются между микронеровностями сопрягаемой детали.

Сборка с нагревом рекомендуется для сопряжений, у которых предусмотрены значительные натяги, а также в случае, когда охватывающая деталь выполнена из материала с высоким коэффициентом линейного рас-

ширения, а узел в агрегате подвержен воздействию повышенных температур. Если такие соединения собрать без нагрева, то в процессе эксплуатации прочность их значительно снижается. В процессе сборки нагревают, например, венец маховика при установке его на маховик и поршень – перед установкой поршневого пальца, а седло клапана охлаждают в жидком азоте перед установкой его в блок или головку цилиндра.

Объектом *узловой сборки* является составная часть машины, а *общей сборки* – машина в целом. Узловую сборку ведут на специализированных стендах. Общая сборка бывает неподвижной (стендовой) или подвижной (конвейерной). Стендовую общую сборку ведет один сборщик на стенде, поворачивая при необходимости предмет ремонта вокруг вертикальной или горизонтальной оси. При объемах ремонта более 2,5 тыс. агрегатов в год эффективна конвейерная сборка, которая предполагает специализацию рабочих мест, оснащение их необходимыми средствами, что дает снижение трудоемкости операций.

При узловой сборке выполняют статическую и динамическую балансировку деталей и сборочных единиц с целью их уравнивания.

Процесс обкатки готовит ремонтируемый агрегат или машину к предстоящей эксплуатации. Наиболее сложным является процесс обкатки теплового двигателя, который может включать четыре ее стадии: холодную без нагрузки, холодную под нагрузкой, горячую на холостом ходу, горячую под нагрузкой. Каждый технологический переход операции обкатки определяется частотой вращения валов агрегата, моментом нагрузки и длительностью воздействия.

Достижение нормативной точности сборки, герметичности стыков, уравниваемости деталей и проведение приработки сопряжений по установленному режиму служит необходимым условием достижения агрегатом нормативной наработки в эксплуатации.

Испытания агрегата или машины – это комплексная проверка качества ремонта агрегата или машины, работающих в эксплуатационном режиме. Систематически повторяющиеся во время испытаний дефекты изучаются, выявляются их причины и разрабатываются меры предупреждающего и корректирующего характера.

2.5.2. Оборудование и планировка

Общую сборку агрегатов и машин чаще ведут на вертикально-замкнутом конвейере, холостая ветвь которого проходит под полом. Такая конструкция конвейера обеспечивает наилучшее использование производственной площади.

В собираемых агрегатах присутствует множество однотипных несложных деталей типа иголок, шайб, винтов, болтов и гаек, подача которых на технологические позиции и установка могут быть механизированы или автоматизированы. Для подачи этих деталей применяют вибрационные бункеры с отсекателями и транспортными вибрационными или гравитационными лотками. Автоматизация подачи и предварительной установки этих деталей на технологические позиции сборки снижают трудоемкость сборочных работ в 1,5...2,2 раза.

В качестве резьбозавертывающих средств применяют электромеханические гайковерты собственного изготовления или промышленные одношпиндельные гайковерты с электро- или пневмоприводом. Электрогайковерты питаются переменным током под напряжением 36 В и частотой 200 Гц. Для затяжки резьб с помощью ударно-вращательных импульсов применяют механизмы, которые делятся на частоударные (16...40 ударов в секунду) и редкоударные (до 3 ударов в секунду). Редкоударные гайковерты производят затяжку за 4...15 ударов. У редкоударных инструментов энергия отдельного удара не изменяется во времени. При затяжке частоударными гайковертами энергия меняется от удара к удару в течение 100...200 периодов.

Около 20 % резьбовых сопряжений двигателя требуют затяжки тарированным моментом, значение которого установлено Руководством по капитальному ремонту. Это относится, например, к сборке разъемных крышек подшипников, головок цилиндров, маховика с валом.

При ручной сборке ограничение момента затяжки обеспечивает применение специальных ключей, которые бывают двух видов: предельные и динамометрические. В предельном ключе связь между рукояткой и шпинделем разрывается при достижении необходимого момента затяжки. Динамометрический ключ имеет упругий элемент и шкалу со стрелкой, значения момента затяжки вычитывают на шкале.

Большой экономический эффект дает применение многошпиндельных гайковертов для одновременной сборки групп резьбовых сопряжений с ограничением момента затяжки. Вес гайковертов, расположенных на технологическом "потолке", уравнивается силой упругости пружин или противовесами. Если гайковерт установлен на поворотной консоли, то его шпиндель выполняется подвижным в направлении оси собираемого сопряжения.

В качестве прессосборочных агрегатов при усилиях сборки до 2,5 кН целесообразно применять пневмоприводы с диаметрами цилиндров до 125 мм, использующих потенциальную энергию сжатого воздуха под дав-

лением 0,5...0,8 МПа, а при больших сборочных усилиях – гидроприводы с диаметром цилиндров 63...125 мм с подачей масла под давлением 8...10 МПа.

Представитель оборудования для теплопрессовой сборки – стенд для сборки шатунно-поршневых групп (рис. 2.7) – предназначен для нагрева поршней и сборки их с шатунами и поршневыми пальцами. Механизированные технологические переходы: нагревание поршней до 90 °С, перемещение их на сборочную позицию, взаимное ориентирование деталей, сборочное перемещение поршневого пальца. Переходы, выполняемые вручную: загрузка поршней в лоток, предварительное базирование деталей при сборке, снятие собранного узла, установка стопорных колец поршневого пальца.

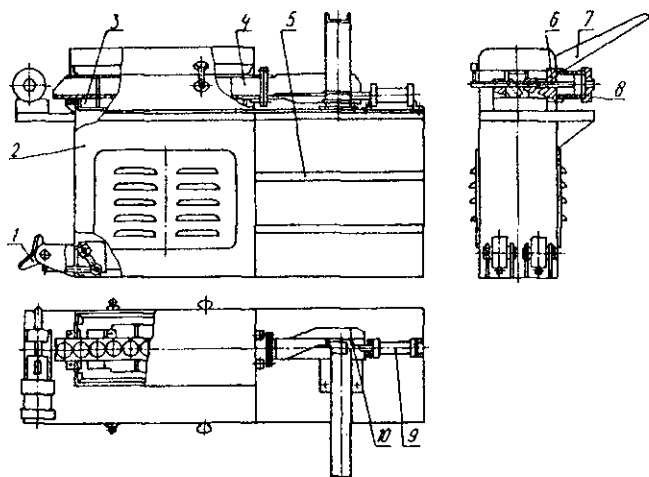


Рис. 2.7. Стенд для сборки шатунно-поршневой группы:

1 – педальный привод; 2 – корпус; 3 – нагреватель; 4 – лоток; 5 – стеллаж; 6 – прессосборочный механизм; 7 – питатель; 8 и 9 – пневмоцилиндры; 10 – отсекаль

Балансировку ведут на горизонтальных призмах, роликах, балансировочных весах и на станках. Статически балансируют маховики, нажимные и ведомые диски сцеплений, чугунные шкивы и другие детали. Статическую балансировку в динамическом режиме выполняют на станке модели 9765. Направление и величину дисбаланса при динамической балансировке на каждом конце вала определяют на балансировочных станках моделей, например, 4274 или МС-9716. Динамической балансировке подвергают сборочные единицы, вращающиеся при работе агрегата в двух и более опорах.

Обкатку и испытания агрегатов ведут на обкаточно-тормозных стендах. Например, один из распространенных стендов КИ-2139Б для обкатки тепловых двигателей включает электрическую балансирную машину АКБ 82-4 с фазным ротором, установочные элементы и механизм передачи крутящего момента (рис. 2.8). Стенд обеспечивает создание тормозной мощности до 150 л.с. и пределы регулирования частоты вращения ротора электромашин в режиме двигателя 500...1400 об/мин и в режиме генератора 1600...3000 об/мин.

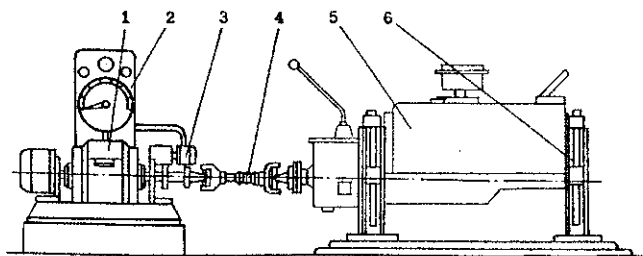


Рис. 2.8. Стенд для обкатки и испытания двигателей:

1 – асинхронный электродвигатель; 2 – щиток с приборами; 3 – привод тахометра; 4 – соединительный вал; 5 – испытуемый двигатель; 6 – опоры для установки двигателя

Комплектовочный и сборочный участки располагают параллельно друг другу, но перпендикулярно пролетам здания и линиям восстановления деталей (рис. 2.9). Это расположение дает преимущество в том, что детали, восстановленные на участках в пролетах цеха, цеховыми кранами или тележечным транспортом перемещаются на участки комплектования и сборки по кратчайшим путям.

Корпусная деталь, которая первой устанавливается на сборочный конвейер, называется базовой. Базовые детали с участка их восстановления поступают сразу на сборочный участок. Остальные детали следуют со своих участков восстановления в комплектовочное отделение. Эти детали попадают на поворотные стеллажи, оси которых находятся в плоскости перегородки, которая ограничивает комплектовочное отделение. После пересчета деталей и сдачи их комплектовщику стеллаж с деталями поворачивается на 180° вокруг вертикальной оси, и детали оказываются на территории комплектовочного отделения. Таким же образом детали выдаются с комплектовочного отделения на участок сборки агрегатов.

Рабочие места узловой сборки и балансировки деталей и сборочных единиц располагают на пути следования деталей с комплектовочного от-

деления на сборочный конвейер. Процесс узловой сборки и балансировки организуют таким образом, чтобы ось основной детали в каждой сборочной единице при ее перемещениях была параллельна оси этой детали на сборочном конвейере. Предусматривают места и оргтехоснастку для хранения запаса комплектующих и крепежных деталей.

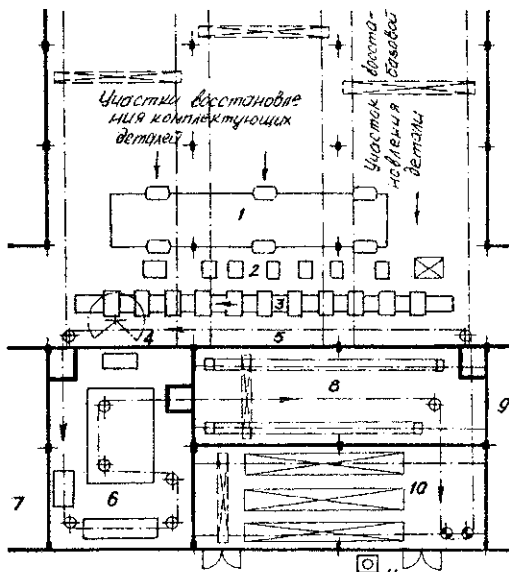


Рис. 2.9. Схема расположения участков комплектования деталей, сборки, окрашивания и обкатки агрегатов, обслуживающих отделений и склада сбыта:

1 – участок комплектования деталей, 2 – рабочие места узловой сборки, уравнивания и очистки от технологических загрязнений; 3 – сборочный конвейер, 4 – кран-укосина; 5 – подвесной конвейер; 6 – окрасочно-сушильный участок; 7 – склад ЛКМ; 8 – обкаточно-испытательный участок; 9 – отделение очистки масла и подогрева воды; 10 – склад отремонтированных агрегатов; 11 – дымосос

Технологически связанные участки сборки агрегатов, их окрашивания, обкатки, консервации, устранения дефектов и склад готовой продукции обслуживаются одним подвесным конвейером. Этот конвейер выполняет огромную транспортную работу, потому что перемещает на большое расстояние (десятки или сотни метров) все ремонтируемые объекты.

2.5.3. Организация поточной сборки

Особенность проектирования участков сборки ремонтируемых объектов заключается в поточном методе их организации. Этот метод становится экономически обоснованным при небольших объемах ремонта, например, при ремонте 500 машин в год или при организации сборки не менее чем на трех постах. Процесс поточной сборки требует, чтобы обеспечивалась взаимозаменяемость деталей, выполнялись условия предшествования операций, каждый переход выполнялся только в одной позиции, а каждая операция включала определенное количество позиций, продолжительность каждой операции не превышала такт линии и обеспечивалась регулярная и своевременная поставка к технологическим позициям инструментов, деталей и материалов. Поточная сборка становится оправданной, если ее объем распределяется не менее чем между тремя сборочными позициями.

Эффективность поточной сборки обусловлена следующими факторами. Рабочие специализируются на выполнении отдельных операций, при этом лучше используется их квалификация, уменьшается время выполнения каждой операции, удешевляется сборка и повышается ее качество. При одном и том же оснащении увеличивается производительность сборочного участка, а выпуск изделий становится более ритмичным. Площадь участка требуется меньшая. Однако, задержка выполнения работ даже на одной позиции из-за плохого обеспечения, неисправности оборудования или недостаточной сноровки исполнителя приводит к остановке всей поточной линии.

При организации поточной сборки составляют ее схему, рассчитывают трудоемкость с распределением работ, относящихся к узловой и общей сборке. Проектный такт сборочной поточной линии τ_n (мин) определяется из выражения:

$$\tau_n = \frac{\Phi_{до}}{N_n}, \quad (2.11)$$

где N_n – число объектов, собираемых на поточной линии в течение года.

Количество сборщиков на поточной линии $n_{сб}$ определяют по формуле:

$$n_{сб} = \frac{60 \cdot T_n}{N_n \cdot (\tau_n - t_n)}, \quad (2.12)$$

где T_n – годовая трудоемкость работ, выполняемых на поточной линии, чел.-ч; t_n – время перемещения ремонтируемого объекта между позициями, мин, формула (1.27).

Сборщиков распределяют по технологическим позициям из расчета, чтобы они не мешали друг другу. При сборке крупных объектов (автомобилей, станков) за позицией можно закрепить по 3...4 человека, при общей сборке агрегатов и сборке узлов за позицией закрепляют только одного сборщика.

На следующем шаге организации распределяют работы между технологическими позициями (операциями) и определяют их такты τ_o (мин):

$$\tau_o = \frac{t_{\text{ук}}}{n_p}, \quad (2.13)$$

где n_p – количество рабочих на посту.

Поточная линия правильно организована в том случае, если фактический такт каждой операции τ_o равен такту линии τ_a . Синхронизация поточной линии заключается в обеспечении равенства тактов линии и каждой из составляющих операций. Это равенство тактов достигают перераспределением работ между смежными операциями, изменением числа позиций или изменением количества рабочих на постах.

Эффективность синхронизации оценивается коэффициентом использования рабочего времени на поточной линии η :

$$\eta = \frac{60 \cdot T_u}{n_{co} \cdot \tau_a}, \quad (2.14)$$

где T_u – трудоемкость сборки изделия, чел.-ч;

Чем ближе значение η к единице, тем лучше организован процесс сборки.

В качестве транспортирующего средства при поточной сборке применяют вертикально или горизонтально замкнутые конвейеры с устройствами для установки и технологического поворота собираемых изделий. Каждая технологическая позиция оснащается средствами для подачи комплектующих изделий, ориентирования их относительно базовой детали и силового замыкания резьбовых и прессовых сопряжений.

2.5.4. Особенности проектирования обкаточно-испытательных участков

Обкаточно-испытательные участки для тепловых двигателей размещают в отдельных помещениях со звукоизоляцией и звукопоглощением. Рабочие места содержат обкаточно-тормозные стенды, нагрузочные реостаты, управляющую и контрольно-измерительную аппаратуру. Эти средства приводят на планировке участка. Рабочие места располагают рядами вдоль пролетов помещения с проходами. Подвесной конвейер, связываю-

щий участки сборки, обкатки и окрашивания, проходит вдоль обкаточных стенов. Рядом с конвейером расположены стеллажи для хранения двигателей. Перемещение двигателей между подвесным конвейером, стеллажами и обкаточными стендами выполняют с помощью кран-балки.

Время обкатки двигателей составляет 40...120 мин, количество обкаточных стенов рассчитывается по формуле (1.20).

Пример. Определить количество обкаточно-тормозных стенов для обкатки тепловых двигателей, если годовой объем их ремонта $N_{кр} = 10$ тыс. в год, время операции $t_{мо}$ включает 15 мин на установку (с подготовкой) двигателя на стенд, 115 мин на обкатку и 14 мин на снятие технологических приборов и снятие двигателя, число смен работы $n_{см} = 2$, коэффициент неравномерности $k_n = 1,1$.

Решение

Действительный фонд работы оборудования:

$$\Phi_{до} = \Phi_{но}(1 - k_p),$$

где k_p — коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования ($k_p = 0,05$):

$$\Phi_{до} = 4016(1 - 0,05) = 3815 \text{ ч.}$$

Время операции составляет:

$$t_{мо} = 15 + 115 + 14 = 144 \text{ мин} = 2,4 \text{ ч.}$$

Количество стенов равно:

$$n_o = k_n \frac{N_{кр} \cdot t_{мо}}{\Phi_{до}} = 1,1 \frac{10000 \cdot 2,4}{3815} = 6,92.$$

Принимаем 7 стенов.

Если уровень звукового давления от работающего двигателя превышает 90 дБ (для двигателей мощностью более 200 л.с.), то обкаточно-тормозные стенов устанавливают в отдельных звукоизолированных боксах (кабинах). В этом случае вне боксов размещают управляющие элементы и контрольно-измерительные приборы.

С целью уменьшения производственной площади, занимаемой участком, нагрузочные реостаты размещают на антресолях над обкаточно-тормозным стендом.

Современные требования к обкатке агрегатов требуют применения системы автоматизации их нагружения.

Обкатка агрегатов связана с их питанием очищенным смазочным маслом, водой и топливом и удалением отработавших газов. Централизованные системы подачи масла располагают в отдельных помещениях.

Система подачи масла обеспечивает также очистку масла путем отстаивания, контактного фильтрования и очистки в центрифугах. Масло отстаивается в емкостях объемом 5...10 м³. Применяют полнопоточные поверхностные фильтры ФГТ-30 производительностью очистки 15 т масла в час. Емкость полости фильтра равна 50 л. Однако контактная очистка вместе с загрязнениями отделяет от масла и присадки, добавляемые к ним. В качестве очистных устройств применяют сепараторы УОВ-602К-2А производительностью 4...5 т/ч, НСМ-4 производительностью 3 т/ч и СЧ-3А производительностью 0,3 т/ч.

Вода, подаваемая в системы охлаждения обкатываемых двигателей, подогревается до 60...70 °С, а при интенсивной работе обкаточных стендов – охлаждается в градирнях. Производительность водяной системы охлаждения Q (кг/ч) рассчитывают по расходу топлива:

$$Q = \frac{0,28 \cdot \zeta \cdot s \cdot n \cdot k}{c(T_2 - T_1)}, \quad (2.15)$$

где 0,28 – коэффициент тепловых потерь двигателя; ζ – теплотворная способность топлива, кДж/кг; s – средний расход топлива одним стендом, кг/ч; n – число стендов; k – коэффициент одновременной работы стендов, 0,75...0,85; c – теплоемкость воды, кДж/кг·К; T_2 – температура отходящей от двигателя воды, 353...363 К; T_1 – температура поступающей воды из смесительного бака, 333...343 К.

Сборники воды и масла и необходимые насосы размещают в технологическом подвале.

Топливные резервуары и колонки устанавливают снаружи здания. Обкаточные стенды оснащают приборами измерения часового расхода топлива.

Для удаления отработавших газов применяют одну из двух систем: индивидуальную к каждому стенду или централизованную. В первом случае газоход от каждого стенда выведен наружу здания. При централизованной системе газоходы от отдельных стендов в объеме здания подсоединяются к общему коллектору, из которого газы удаляются в атмосферу посредством вытяжного вентилятора. Средний объем отработавших газов для дизельных двигателей составляет 10...13 м³, а для карбюраторных двигателей – 7...10 м³ на 1 кВт·ч работы. Скорость газов в системе выхлопа принимают 1,5...2,0 м/с. Для снижения уровня шума в подземном газоходе

через 7...8 м его длины устраивают колодцы диаметром 1000 мм и высотой 1100 мм.

При размещении оборудования назначают расстояния: от тыльной или боковой стороны стенда до стены – 800 мм; от реостата до боковой стороны стенда – 500 мм; между боковыми сторонами рядом расположенных стендов и между торцами – 1500 мм при обслуживании их одним обкатчиком и 2500 мм – при обслуживании стендов двумя обкатчиками.

С целью сбережения энергии, расходуемой на обкатку двигателей, актуальны мероприятия по использованию механической энергии, вырабатываемой двигателями при их горячей обкатке.

Вопросы для самоконтроля

1. В какой части производственного корпуса и как должен быть расположен участок сборки ремонтируемых агрегатов или машин, как он взаимодействует со складами и производственными участками?

2. Приведите основные принципы организации узловой и общей сборки.

3. В чем заключается поточная сборка, при каких условиях она эффективна, как она организуется?

4. Приведите особенности проектирования обкаточно-испытательных участков.

Лекция 2.6. УЧАСТОК ОКРАШИВАНИЯ

2.6.1. Технологический процесс окрашивания и сушки

Технологические операции окрашивания обычно завершают технологию капитального ремонта машин. Процесс окрашивания включает подготовку поверхности, нанесение покрытий и его сушку. При этом на окрашиваемые поверхности последовательно наносят грунты, шпатлевки и эмали.

Качество окрашивания зависит от свойств применяемых лакокрасочных материалов, технологии их нанесения и сушки. При разработке технологического процесса окрашивания устанавливают состав, вязкость и способ нанесения материалов, толщину слоев покрытия, способ, температуру и время их сушки.

Окрашиваемые поверхности очищают от загрязнений в растворах ТМС под давлением 0,5...10 МПа в струйных очистных машинах или пу-

тем протирания поверхностей ветошью, смоченной органическими растворителями (например, бензином-растворителем или сольвентом каменноугольным).

Поверхности с ржавчиной, окалиной и старой краской очищаются механизированными инструментами (щетками и шкурками). Старые краски эффективно снимаются в течение 30...60 мин в 5...10 %-ном растворе каустической соды при температуре 80...90 °С. Применяют также смывки АТФ-1, СЭУ-1 и СЭУ-2 для облегчения снятия масляных, нитроцеллюлозных и перхлорвиниловых покрытий. Смывку наносят кистью или пульверизатором, спустя 20...40 мин покрытие набухает, и его соскабливают скребком или смывают раствором ТМС.

Основные способы нанесения лакокрасочных покрытий: пневматическое распыление, безвоздушное распыление под высоким давлением, струйный облив, окунание, распыление в электростатическом поле высокого напряжения и электроосаждение.

Наиболее распространено пневматическое распыление лакокрасочных материалов (ЛКМ) без подогрева или с подогревом.

Пневматическое распыление без подогрева с помощью пневматических краскораспылителей применяют для нанесения почти всех пленкообразующих материалов на все поверхности за исключением внутренних полостей. Однако процесс сопровождается туманообразованием с потерей 20...40 % ЛКМ и требует применения специальных окрасочных камер со сложными устройствами для вытяжки и очистки воздуха, выбрасываемого в атмосферу.

Пневматическое распыление с нагревом ЛКМ протекает без дополнительного разведения разбавителями. Нагрев уменьшает вязкость и поверхностное натяжение ЛКМ. Этот способ уменьшает расход растворителей на 30...40 %, позволяет применять материалы с высокой исходной вязкостью, повышает укрывистость материала, уменьшает потери на его туманообразование вследствие уменьшения содержания растворителя в ЛКМ и увеличивает глянец покрытия, а также обеспечивает распыление битумных лаков, глифталевых, нитроцеллюлозных и перхлорвиниловых лаков и эмалей.

Безвоздушное распыление ЛКМ применяют с их нагревом и без нагрева. Распыление с нагревом состоит в том, что ЛКМ нагревают до температуры 40...100 °С и под давлением 4...10 МПа подают к распылительному устройству. Факел распыления формируется за счет перепада давления при выходе ЛКМ из сопла распылителя и последующего быстрого испарения части нагретого растворителя, которое сопровождается значительным его расширением. Потери материала при этом составляют только 5...12 %. Фа-

кел наносимых материалов при безвоздушном распылении имеет четкие границы и защищен от окружающей среды оболочкой из паров растворителя. По сравнению с пневматическим распылением этот способ обеспечивает уменьшение потерь на туманообразование на 20...35 % и расхода растворителя на 15...25 % с сокращением времени окрашивания.

Безвоздушное распыление без нагрева производят при температуре ЛКМ 18...23 °С и давлении 10...25 МПа. Способ рекомендуется при окрашивании крупногабаритных изделий.

Струйный облив заключается в том, что изделия покрывают ЛКМ, вытекающим из сопел душевого устройства. Изделия после облива могут выдерживаться в парах растворителя. Выдержка протекает в отдельной камере (паровом тоннеле). Температура паров составляет 20 °С, а их атмосфера создает благоприятные условия для стекания ЛКМ с равномерным распределением его по поверхности изделия, в результате чего покрытие получается гладким и равномерным. Расход материалов при этом в 2...3 раза меньше, чем при окрашивании пневматическим распылением.

Сущность распыления в электростатическом поле высокого напряжения заключается в переносе заряженных частиц ЛКМ на поверхность изделия в этом поле, которое создается между электродами. Одним из электродов является коронирующее краскораспылительное устройство, другим – окрашиваемое изделие. Раздробленные частицы ЛКМ, попадая в электростатическое поле и двигаясь вдоль него, осаждаются на поверхность окрашиваемого изделия. При напряжении между электродами 60...130 кВ поддерживается напряженность 2,4...6,5 кВ/см и рабочий ток 20...70 мА на один распылитель. Способ дает возможность осадить 95...98 % материала, увеличить производительность труда и улучшить его санитарно-гигиенические условия. Окрашивание в электростатическом поле выполняется в стационарных камерах или при помощи передвижных ручных установок типа УЭРЦ-1, УЭРЦ-4. В электростатическом поле наносят грунты, нитроэмали, пентафталевые, глифталевые, меламиноалкидные и перхлорвиниловые эмали.

Электроосаждение взвешенных частиц ЛКМ в жидкости (деминерализованной воде) заключается в переносе их под напряжением между электродами, одним из которых является окрашиваемое изделие.

Аэрозольное распыление позволяет производить подкраску техники.

Сушка лакокрасочного покрытия – это процесс образования его пленки. Во время сушки термопластичных материалов из них испаряется растворитель, а во время сушки терморезактивных материалов происходит их полимеризация и поликонденсация.

Сушка лакокрасочных покрытий может быть холодной (температура 12...20 °С) и горячей (температура 40...300 °С). Распространенные виды сушки: конвекционная, терморadiационная, ультрафиолетовым излучением.

Конвекционная сушка заключается в нагреве изделия в сушильной камере нагретым воздухом или продуктами сгорания топлива. При выборе режима сушки учитывают тип ЛКМ, толщину покрытия, теплопроводность и толщину окрашиваемого материала, температуру и влажность воздуха, интенсивность теплообмена. При увеличении толщины покрытия и окрашиваемого материала процесс сушки замедляется. При увеличении интенсивности обдува изделий процесс сушки ускоряется, но при этом уменьшается эластичность покрытия. Это необходимо учитывать при сушке маслосодержащих продуктов, для образования пленки которых необходим кислород.

Терморadiационная сушка окрашенного изделия протекает в инфракрасных лучах. Применяют темные и светлые излучатели. Их выбор определяется видом применяемого лакокрасочного покрытия. Если плотность падающего потока от светлого излучателя равномерная, то доля поглощаемой энергии покрытием зависит от его цвета. Светлые покрытия нагреваются и высыхают медленнее, а темные покрытия – быстрее. При использовании темных излучателей коэффициент поглощения инфракрасных лучей практически не зависит от цвета лакокрасочного покрытия.

Сушка ультрафиолетовым излучением применяется для ЛКМ на основе пленкообразующих смол (например, полиэфирных лаков), растворенных в мономере, когда имеются ограничения температурного характера как для покрытия, так и для подложки. Если ультрафиолетовое облучение производить в атмосфере, насыщенной озоном, то продолжительность сушки сокращается в несколько раз.

При конвекционном способе сушки быстро затвердевает верхний слой краски и его корка задерживает испарение растворителя, что приводит к образованию в пленке пор и других дефектов. При терморadiационной сушке лучистая энергия поглощается металлом под краской, поэтому летучая часть покрытия сначала испаряется из нижнего слоя. Высыхание покрытия начинается интенсивнее с поверхности металла и постепенно доходит до верхнего слоя ЛКМ, который затвердевает последним. Все это повышает прочность и другие качества лакокрасочного покрытия.

Окончательная отделка покрытий заключается в придании поверхности декоративного блеска. Для этого покрытие шлифуют шкуркой зернистостью 4...8 с последующей промывкой водой и обдувом. Затем слой покрывают разбавителем № 648 для сглаживания штрихов и мелких царапин.

После сушки поверхность полируют пастами с дисперсностью абразива 20...40 мкм, используя полировальные машины, и протирают фланелью.

Контролируют толщину и эластичность пленок, прочность покрытия при ударе и его блескость.

2.6.2. Особенности окрашивания

В отличие от капитального окрашивания на специализированном ремонтном предприятии с полным удалением старого лакокрасочного покрытия, в ремонтных мастерских применяют частичное окрашивание при разрушении до 50 % поверхности покрытий.

Особенностью частичного окрашивания является в необходимых случаях нанесение ЛКМ на отдельные поверхности с разрушенным покрытием. Поврежденный участок шлифуют до грунта или до металла. Обнаженный металл грунтуют, поверхность выравнивают шпатлевкой, а затем покрытие шлифуют до выведения следов перехода. Быстросохнувший слой эмали наносят из аэрозольного баллончика или с помощью краскораспылителя. При выборе ЛКМ должна быть обеспечена совместимость по составу последующих слоев материала с предыдущими.

Трудоемкость работ окрасочного участка определяется количеством окрашиваемых машин и их составных частей и площадью их окрашиваемых поверхностей. При определении размеров окрашиваемых поверхностей применяют способ удвоенной суммы площадей трех проекций объекта. Эти проекции описывают простейшими геометрическими фигурами (прямоугольником, квадратом, кругом и т.д.). Например, если габаритные размеры агрегата $1200 \times 1000 \times 700$ мм, то поверхность окрашивания равна $2 \times (12 \times 10) + 2 \times (10 \times 7) + 2 \times (12 \times 7) = 548 \text{ дм}^2$. Площадь окрашиваемой поверхности, например, 4-тонного автомобиля составляет 40...50 м², его двигателя – 2...3 м², кабины и оперения – 30...35 м².

2.6.3. Оборудование

При объемах ремонта свыше 3 тыс. агрегатов в год применяют специальные агрегаты для снятия старых лакокрасочных покрытий

Окрасочно-сушильное оборудование включает окрасочные камеры, краскоприготовительное и распылительное оборудование, сушильные камеры.

Оборудование для воздушного распыления без подогрева состоит из краскораспылителей и красконагнетательных бачков. ЛКМ подаются с помощью краскораспылителей, характеристика которых приведена в прил. 2.8.

Применяются также окрасочные агрегаты, которые состоят из красконагнетательного бачка, шлангов и распылителя (прил. 2.9).

Окрасочный агрегат СО-74 служит для окрашивания поверхностей небольших размеров. Воздух к окрасочным агрегатам, бачкам и краскораспылителям подается от центральной заводской компрессорной или от автономных передвижных компрессоров.

Для подогрева ЛКМ при пневматическом распылении применяют, например, установку во взрывобезопасном исполнении типа УГО-5М, мощность нагревателя которой 0,8 кВт, температура выходящего материала при длине шланга 4 м составляет 70 °С, давление – 0,1...0,4 МПа; температура воздуха 50 °С, давление – 0,2...0,4 МПа.

Для безвоздушного распыления применяют установки УРБ-2, УРБ-3 или УРБ-150П с распыляющими устройствами 1Б, 2Б, 3Б, 4Г или 5А, дающие ширину окрасочного факела от 100 до 410 мм. Расход ЛКМ составляет 320...1000 г/мин.

Для безвоздушного распыления ЛКМ без их нагрева и с нагревом применяются установки (прил. 2.10).

ЛКМ наносятся в окрасочных камерах, которые имеют экран. По экрану непрерывно стекает пленка воды. Окрашиваемое изделие помещают между краскораспылителем и экраном, который улавливает избыток распыливаемого материала. Количество окрасочных камер n_o определяют по формуле:

$$n_o = \frac{t_o \sum_{i=1}^{i=m} N_i \cdot f_i}{\Phi_{до} \cdot p_o} \quad (2.16)$$

где t_o – продолжительность окрашивания 1 м² поверхности с учетом времени на загрузку и выгрузку изделий, ч; N_i – годовая программа ремонта i -того изделия; f_i – площадь окрашивания i -того изделия; $i = m$ – количество видов окрашиваемых изделий; p_o – производительность окрашивания, м²/ч.

При расчете количества окрасочных камер учитывают время высыхания покрытий (прил. 2.11).

Использование инфракрасных лучей сокращает время сушки в 3...5 раз.

Количество сушильных камер n_c определяют по формуле:

$$n_c = \frac{t_c \sum_{i=1}^{i=m} N_i \cdot f_i}{\Phi_{до} \cdot p_c} \quad (2.17)$$

где t_c – продолжительность сушки слоя с учетом времени на загрузку и выгрузки изделий, ч; p_c – производительность сушки, м²/ч.

При окрасочных работах относительная влажность воздуха не должна превышать 75 %, а его температура находится в пределах 12...30 °С. Участок окрашивания машин оснащают приборами для контроля указанных параметров.

Производительность окрашивания повышается за счет применения окрасочных роботов, например РБ-11, с программным управлением. В этом случае человек выводится из опасной зоны.

2.6.4. Планировка участка, ресурсосбережение и требования безопасности

На участке размещают очистное, окрасочное и сушильное оборудование, которое технологически связано проходящим подвесным конвейером (см. рис. 2.9). Этот конвейер связывает окрасочно-сушильный участок со смежными участками, выпускающими ремонтируемые объекты на окрашивание и принимающими их.

При проектировании участков окрашивания назначают увеличенную ширину проходов и проездов и расстояние между оборудованием и элементами зданий. Проход для рабочих должен быть 1,4...1,6 м, проезд при одностороннем движении тележек – 1,6...2,0 м, при двустороннем – 2,0...3,5 м.

Ресурсосбережение при окрашивании складывается из экономии ЛКМ и энергии. Потребление ЛКМ сокращается за счет нанесения покрытий минимальной толщины и применения способов, исключающих потери материала при его распылении.

Наиболее энергоемкими являются процессы сушки покрытий, а направления энергосбережения сводятся к уменьшению температуры и длительности сушки. Длительность сушки зависит от типа и толщины покрытия, температуры и влажности воздуха, интенсивности теплообмена, толщины и теплоемкости металла. Например, при терморрадиационном способе сушки время сокращается в 1,5...2 раза по сравнению с конвекционным.

Безопасность жизнедеятельности при окрашивании и консервации объектов ремонта. Помещение малярного участка должно удовлетворять следующим требованиям:

- высота помещения должна быть не менее 5,4 м;
- покрытие пола выполняют из мозаичной плитки или бетона, оно должно быть масло- и бензостойким;
- стены и потолок окрашивают масляной или полимерцементной краской;

- для электрических ламп применяют взрывобезопасную арматуру, электровыключатели устанавливают в закрытых шкафах вне помещения;
- электродвигатели выполняют во взрывобезопасном исполнении;
- помещение оборудуют вытяжной вентиляцией;
- освещенность малярного участка должна быть не менее 75 лк.

Окрасочные работы по взрыво- и пожароопасности относятся к производству категории А, они должны быть обеспечены необходимыми средствами автоматического пожаротушения. Вход конвейера на участок окрашивания и выход этого конвейера должны быть выполнены в виде тамбуров со средствами сигнализации (дымовыми или световыми датчиками) и средствами пожаротушения. Площадь остекления помещения должна составлять 25 % к площади пола. Помещение должно иметь легко сбрасываемую крышу из шифера.

Рабочие места шлифовальных работ размещают на расстоянии не менее чем 5 м от дверей окрасочного участка.

Установка вентиляционного оборудования в помещениях окрашивания и сушки не допускается.

На участке хранят не более сменного запаса ЛКМ в закрытой таре. Для предохранения кожи рук рекомендуется пользоваться защитными пастами ИЗР-1, ХИОТ-6 и др., которые после работы легко смываются водой. Очень удобна паста "Биологические перчатки", которая за 30...40 секунд образует на руках защитную пленку, стойкую к органическим растворителям. После работы пленка смывается теплой водой с мылом. Если ЛКМ попали на тело, то их следует снимать уайт-спиритом, скипидаром, этиловым спиртом или ацетоном. При работе с эпоксидными олигомерами необходимо пользоваться резиновыми перчатками и защитными очками. При шлифовально-полировальных работах пользуются респиратором. Категорически запрещается хранить и принимать пищевые продукты на участке окрашивания.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите основные операции технологического процесса окрашивания и сушки деталей, агрегатов и машин.
2. Особенности расчета количества необходимого оборудования участка окрашивания и сушки.
3. Необходимость и содержание ресурсосбережения окрасочно-сушильного участка.
4. Чем обусловлены требования безопасности работ окрасочно-сушильного участка и как они обеспечиваются?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАЗДЕЛУ

Проектирование участков основного производства

Участки основного производства связаны с переработкой и выпуском товарной продукции для обмена и продажи. От себестоимости этой продукции зависит прибыль предприятия, а от ее качества – конкурентоспособность и позиции на рынке.

Для унификации методов расчета количества оборудования и числа рабочих профессор В.А. Шадричев разделил участки основного производства на три класса в зависимости от вида расчетной единицы ремонтируемых объектов:

- для разборочных, сборочных и слесарно-механических участков – это количество объектов;
- для очистных и термических – это масса объектов;
- для окрасочных, гальванических и других участков нанесения покрытий – это площадь поверхности деталей.

Две транспортные системы, перемещающие всю массу ремонтируемых объектов, связывают блоки производственных участков. Первая транспортная система связывает склад ремонтного фонда с разборочно-очистным участком, рабочими местами определения технического состояния деталей и складом деталей, ожидающих восстановления. Вторая система связывает сборочный конвейер с окрасочно-сушильным участком, участками обкатки, устранения дефектов и складом сбыта.

С целью повышения производительности труда и уменьшения трудовых затрат стремятся внедрить поточную организацию разборочных, очистных, восстановительных, сборочных и окрасочных работ.

Расположение участков основного производства согласуют с концепцией компоновки производственного корпуса, при этом организуют взаимодействие их между собой и складами.

Основные закономерности и понятия

После изучения материала раздела студент должен знать:

1. Назначение, структуру и функции основного производства.
2. Взаимодействие участков основного производства между собой и с участками обслуживающего производства.
3. Основные процессы, протекающие на участках, и применяемое оборудование.

4. Расчетные зависимости определения количества оборудования, числа рабочих на участках и производственной площади участков.
5. Основы организации поточного производства.
6. Основы ресурсосбережения при организации участков.
7. Требования техники безопасности, охраны труда и экологической безопасности, учитываемые при проектировании участков.

Основные навыки

Студент должен уметь:

1. Определять состав и трудоемкость работ, выполняемых на любом участке основного производства.
2. Выбирать режим работы участка и рассчитывать фонды времени.
3. Подбирать оборудование участка и рассчитывать количество этого оборудования.
4. Рассчитывать количество рабочих участка.
5. Определять производственную площадь участка укрупненными и точными методами.
6. Составлять планировку любого участка основного производства.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.1

ЦВЕТА ТРУБОПРОВОДОВ

Вещество	Цвет
Вода (питьевая, техническая, для отопления)	Зеленый
Пар (низкого давления, насыщенный, перегретый, отопления)	Красный
Воздух (атмосферный, кондиционированный, циркуляционный)	Синий
Газы (горючие и защитные)	Желтый
Кислоты, их растворы и соли	Оранжевый
Щелочи, их растворы и жидкости щелочной реакции	Фиолетовый
Остальные жидкости (горючие и негорючие)	Коричневый
Прочие вещества	Серый

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.2

КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ МИКРОКЛИМАТА
НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Параметры	Значения
Температура воздуха, °С	18...20
Относительная влажность воздуха, %	40...60
Наличие в воздухе газов, мг/л:	
- CO ₂	0...0,6
- CO	0...0,01
Наличие в воздухе взвешенных частиц, мг/м ³ :	
- кремниевой пыли	0...1
- дыма (в том числе табачного)	0...1
- паров бензина	0...0,5
- аэрозоли	0...0,2
Скорость движения воздуха, м/с	0...0,3

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ РЕМОНТА АГРЕГАТОВ
ПО ВИДАМ РАБОТ**

Виды работ	Доля, %
Очистка	4...6
Предремонтное диагностирование	1...2
Разборка:	
- общая	3...4
- узловая	3...4
Определение технического состояния и сортировка деталей	2...4
Нанесение восстановительных покрытий	20...30
Механическая обработка	25...30
Комплектование деталей	2...3
Уравновешивание деталей и сборочных единиц	0,5...1
Сборка:	
- узловая	5...10
- общая	10...15
Окрашивание	1...2
Обкатка	5...6
Испытания	0,5...1
Устранение дефектов	1...2
Консервация	0,5...1
Перемещение	1...3

**РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ВНИИГТУВИД "РЕМДЕТАЛЬ" ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ**

Обозначение	Назначение	Восстанавливаемые детали
011-1-00	Наплавка	Валы
011-1-01	Газопламенное напыление	Валы
011-1-02	Электроконтактная приварка слоя на наружные и внутренние поверхности	Тела вращения
011-1-04	Электроконтактная приварка слоя на наружные поверхности, в том числе на шлицы	Тела вращения
011-1-05	Электроконтактная приварка слоя на наружные поверхности, в том числе на резьбы	Тела вращения
011-1-06	Электроконтактная приварка слоя на внутренние поверхности гильз цилиндров	Гильзы цилиндров
011-1-07	Электроконтактная приварка слоя на наружные поверхности гильз цилиндров	Гильзы цилиндров
011-1-08	Электроконтактная приварка слоя на внутренние поверхности отверстий шатунов	Шатуны двигателей
011-1-09	Газопламенное напыление порошковых материалов	Тела вращения
011-1-10	Электроконтактная приварка слоя на внутренние поверхности стаканов подшипников	Стаканы подшипников
011-1-11	Электроконтактная приварка слоя на внутренние поверхности отверстий корпусных деталей	Корпусные детали

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.2

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛАЗЕРОВ

Модель	Рабочее вещество	Длина волны, мкм	Режим генерации	Габаритные размеры, м	Мощность, кВт
Кардамон	CO ₂	10,6	непрерывный	6,3×0,45×1	0,8
Катунь	CO ₂	10,6	непрерывный	6,4×0,7×1,2	0,9
ЛТ-1-2	CO ₂	10,6	непрерывный	4×2×3	5,0
ЛТН-102	АИГ	1,06	непрерывный	1×0,2×0,2	0,1
Юпитер-1,0	CO ₂	10,6	непрерывный	2,5×0,3×0,3	1,0
Квант-16	Стекло с неодимом	1,06	импульсный	1,2×1×0,45	30

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.3

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЦЕТИЛЕНОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Показатели	АСМ-1,25-3, АСМ-1-1-66	МГ-65	ГНВ-1,25, АНВ-1-66	ГРВ-1,25М	АСК-1	АСК-3
Производительность, м ³ /ч	1,25	2...2,5	1,25	1,25	5	10
Рабочее давление ацетилена, кПа	10...30	4	2,5...3	8...15	15...30	70
Единовременная загрузка карбида кальция, кг	22	5	4	4	12...16	40...50
Масса генератора (сухая), кг	16	65	42	54	147	650

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАМЕРНЫХ
И ШАХТНЫХ ПЕЧЕЙ**

Тип	Назначение	Мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса садки, кг
СНО-3.6.2/10Н	Нагрев под закалку и нормализацию	14,6	1420×2500×2050	220
СНЗ-3.6.2/10М1	Нагрев под закалку и отжиг	14	1150×1575×1570	100
СНЗ-2.3.2/13И1	Термообработка высоколегированных и быстрорежущих сталей	15	1194×2000×1930	30
СНЦ-5.10.5/10С1	Цементация, нагрев под закалку	149	2530×5300×3800	366
СШО-6.6/10М1	Нагрев под закалку	70	600×600×600	600
СШЗ-6.6/7М1	Высокий и низкий отпуск	37,2	600×600×600	600

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.5

ТИПЫ И ПАРАМЕТРЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ВАНН

Тип	Внутренние размеры, мм			Рабочий объем, л
	длина	ширина	высота	
01	600	550	800	250
02	800	700	800	400
03	1200	700	800	600
04	1500	700	800	750
05	800	700	1000	550
06	1200	700	1000	800
07	1500	700	1000	1000
08	1500	1000	1000	1300
09	2200	700	1000	1400
10	2200	1000	1000	2000
11	3000	700	1000	2000
12	3000	1000	1000	2700
13	800	450	800	270
14	800	450	1000	350

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.6

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Выпрямители	Номинальные параметры		КПД, %	Габариты в плане, мм	Масса, кг
	ток, А	напряжение, В			
<i>Кремниевые</i>					
ВАК-100-12У4	100	12/6	78	850×570	190
ВАКР-100-12У4	100	24/12	78	850×570	190
ВАКР-320-18У4	320	18/9	79	870×530	230
ВАК-630-24У4	630	24/12	88	1085×600	550
ВАК-1600-12У4	1600	12/6	82	870×530	260
ВАК-3200-12У4	3200	12/6	83	1290×820	1100
<i>Тиристорные</i>					
ТЕ1-100/12Т-0	100	12	78	600×400	135
ТЕ1-400/12Т-0	400	12	82	1000×400	315
ТЕ1-800/12Т-0	800	12	83	1000×600	380
ТВ1-1600/12Т-0	1600	12	83	1000×600	510
ТЕР1-400/12Т-0	400	12	82	1000×400	345
ТВР1-1600/24Т-0	1600	12	83	1000×600	525
ТВИ1-1600/24Т-0	1600	24	87	1000×600	670

**МИНИМАЛЬНЫЕ РАССТОЯНИЯ
МЕЖДУ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИМИ СТАНКАМИ
И ЭЛЕМЕНТАМИ ЗДАНИЯ**

Расстояния, мм	Наибольший размер станка в плане, м		
	до 1,8	1,8...4,0	4,0...8,0
Между станками вдоль длинной стороны	700	900	1500
Между задними (тыльными) сторонами	700	800	1200
Между задней или боковой стороной и стеной или колонной	700	800	900
Между передней (фронтальной) сторо- ной и стеной или колонной	1300	1500	2000
Между одношпиндельными токарными автоматами или револьверными станка- ми для прутковой работы, размещенны- ми в затылок при поперечном распо- ложении к проезду	1300	1500	2000
Между прочими станками, размещенны- ми в затылок при поперечном распо- ложении к проезду	1300	1500	2000
Между станками при поперечном распо- ложении к проезду фронтом друг к другу:			
- при обслуживании каждого станка од- ним рабочим,	2000	2500	3000
- при обслуживании одним рабочим двух станков	1300	1500	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.8

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАСКОНАГНЕТАТЕЛЬНЫХ БАЧКОВ

Показатели	СО-12	СО-42	СО-13	СО-52
Тип бачка	БКР-16	БКП-40	БКП-60	БКП-100
Емкость, л	16	40	60	100
Наибольшее давление воздуха, МПа	0,4	0,4	0,4	0,4
Количество подключаемых краскораспылителей	1	2	2	2
Габаритные размеры (диаметр бака × высота), мм	350×670	450×790	450×1030	525×1020
Масса, кг	20	32	37	60

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.9

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРАСОЧНЫХ АГРЕГАТОВ

Показатели	СО-5	СО-4	СО-75	СО-74
Наибольшая производительность, м ² /ч	400	400	400	50
Наибольший расход воздуха, м ³ /ч	30	30	20	3
Давление воздуха при распылении, МПа	0,3...0,5	0,3...0,5	0,2...0,3	—
Давление воздуха на краску, МПа	0,05...0,2	0,05...0,2	0,3...0,3	—
Масса, кг	30	170	180	22,5
Марка компрессорной установки	—	СО-7А	СО-7А	СО-45А
Марка краскораспылительного бачка	СО-12	СО-12	СО-12	—
Краскораспылитель	—	—	СО-71	СО-19А

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.10

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВОК
БЕЗВОЗДУШНОГО РАСПЫЛЕНИЯ ЛКМ**

Показатели	Без нагрева ЛКМ			С нагревом ЛКМ	
	УБРХ-1М	Радуга-063	УРБ-01	УРБ-2	УРБ-3
Производительность: - по расходу краски, кг/мин	1,7	0,6	0,3...2,0	0,3...0,6	0,3...1,2
- по площади поверхности, м ² /ч	350...400	300...350	350...650	350...400	350...400
Максимальное давление краски при выходе из сопла, МПа	19	12...20	14...28	4...7	4...10
Мощность нагревателя, кВт	-	-	-	2,6	3,0
Масса установки, кг	50	22,5	40	230	110
Масса распылителя, кг	0,85	-	-	0,46	0,58

ВРЕМЯ ПОЛНОГО ВЫСЫХАНИЯ ПОКРЫТИЙ, ч

Материал	Температура, °С				
	18...20	50...60	75...85	100...110	120...140
Грунтовка на свинцовом сурике и цинковых белилах	14...16	-	1,5	-	-
Грунтовка глифталевая ГФ-020	48	-	-	0,5...1,0	-
Грунтовка алкидная АЛГ-1, АЛГ-7, АЛГ-8	12	-	2	-	-
Шпатлевка глифталевая	-	-	-	1	-
Нитрошпатлевка	2,5	0,8	-	-	-
Нитроэмали разные	0,5...2,0	0,5...0,7	-	-	-
Пентафталевые эмали	-	-	-	2	-
Меламиноалкидная эмаль МЛ-12	0,1	-	-	-	-
Бензостойкая эмаль МЛ-729	-	-	-	-	0,5...1,0
Глифталевые эмали типа НБГ, ЗИЛ	48	-	0,8...1,0	-	-
Краски масляные	16...24	-	4...6	2,5...3,0	-
Лаки глифталевые	72	7...8	-	3...4	-

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Раздел 1. Основы проектирования участков ремонтных предприятий.....	5
Лекция 1.1. Ремонтное производство: структура, развитие и проектирование....	5
— 1.1.1. Особенности и состав ремонтного предприятия, функции его производств и участков.....	5
— 1.1.2. Развитие ремонтного производства.....	8
— 1.1.3. Понятие проектирования ремонтного производства.....	9
— 1.1.4. Технологические, организационные и экономические задачи проектирования.....	11
Вопросы для самоконтроля.....	13
Лекция 1.2. Потребность в ремонте техники и расчеты производственной мощности предприятия.....	13
— 1.2.1. Расчеты потребности в ремонте техники.....	13
— 1.2.2. Специализация, концентрация и кооперация ремонтного производства.....	14
— 1.2.3. Маркетинговые исследования рынка продукции и услуг.....	16
— 1.2.4. Производственная мощность ремонтного предприятия и его участков.....	17
Лекция 1.3. Устройство промышленного здания и классификация производств по пожарной и взрывной опасности.....	22
— 1.3.1. Классификация зданий.-Сетка колонн.-Элементы здания и их унификация.....	22
— 1.3.2. Инженерные сети.....	27
— 1.3.3. Условные обозначения оборудования, элементов здания и подводов производственных ресурсов.....	28
— 1.3.4. Классификация производств по пожарной и взрывной опасности. Санитарные требования.....	28
Вопросы для самоконтроля.....	33
Лекция 1.4. Расчет количества работающих, оборудования и производственной площади.....	33
— 1.4.1. Трудоемкость ремонта.....	34
— 1.4.2. Режим работы предприятия, фонды времени и число работающих.....	35
— 1.4.3. Количество оборудования.....	38
1.4.4. Площадь участков.....	42
Вопросы для самоконтроля.....	45

Лекция 1.5. Порядок проектирования производственного участка	45
— 1.5.1. Содержание и последовательность проектирования	45
— 1.5.2. Основные принципы компоновки производственного здания	46
— 1.5.3. Правила изображения оборудования на планировке	49
— 1.5.4. Заполнение объема здания	50
— 1.5.5. Критерии качества планировок	52
Вопросы для самоконтроля	53
Заключение по разделу	54
Раздел 2. Проектирование участков основного производства	56
Лекция 2.1. Участок разборочно-очистной и определения технического состояния деталей	56
2.1.1. Технологический процесс	56
— 2.1.2. Оборудование	58
2.1.3. Ресурсосбережение	62
— 2.1.4. Особенности проектирования разборочно-очистного участка. Санитарные требования	63
Вопросы для самоконтроля	66
Лекция 2.2. Участки и рабочие места сварки, наплавки, напыления и (химико) термической обработки	66
2.2.1. Тепловые процессы при нанесении покрытий и термической обработке деталей	66
2.2.2. Оборудование	68
2.2.3. Особенности составления планировок	71
2.2.4. Охрана труда и санитарные требования	72
Вопросы для самоконтроля	74
Лекция 2.3. Участок нанесения гальванических покрытий	74
— 2.3.1. Технологический процесс нанесения покрытий. Особенности технологических расчетов	74
— 2.3.2. Оборудование	77
— 2.3.3. Особенности составления планировок	79
— 2.3.4. Средства автоматизации процесса	81
— 2.3.5. Охрана труда и обезвреживание отходов	82
Вопросы для самоконтроля	83
Лекция 2.4. Участки и рабочие места механической обработки деталей	84
2.4.1. Механическая обработка в процессах восстановления деталей	84
2.4.2. Оборудование	85
2.4.3. Перемещение и переработка стружки	87

2.4.4. Группирование оборудования и планировка рабочих мест.....	88
Вопросы для самоконтроля.....	89
Лекция 2.5. Участки сборки, обкатки и испытания агрегатов и машин.....	90
2.5.1. Технологический процесс сборки, обкатки и испытания.....	90
2.5.2. Оборудование и планировка.....	91
2.5.3. Организация поточной сборки.....	96
2.5.4. Особенности проектирования обкаточно-испытательных участков.....	97
Вопросы для самоконтроля.....	100
Лекция 2.6. Участок окрашивания.....	100
2.6.1. Технологический процесс окрашивания и сушки.....	100
2.6.2. Особенности окрашивания.....	104
2.6.3. Оборудование.....	104
2.6.4. Планировка участка, ресурсосбережение и требования безопасности.....	106
Вопросы для самоконтроля.....	107
Заключение по разделу.....	108
Приложения.....	110

СВЕДЕНИЯ ПДУ

Учебное издание

Владимир Петрович Иванов

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ
РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

для студентов специальности 36 01 04 – "Машины и технологии
высокоэффективных процессов обработки материалов"

Часть I

Подписано в печать 12.06.02	Формат 60x84/16	Печать офсетная
Усл. печ. л. 7,19	Уч. изд. л. 7,28	Тираж 50
		Заказ 251

Отпечатано на ризографе ПГУ
211440 г. Новополоцк, ул. Блохина, 29