

3.5
20
Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
"Полоцкий государственный университет"

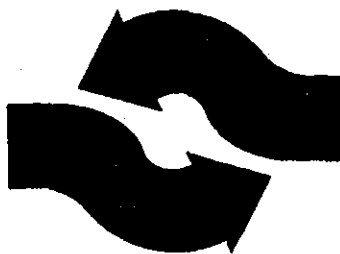
В.П. ИВАНОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Конспект лекций

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

Часть II



Новополоцк 2002

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования "Полоцкий государственный университет"

В.П. Иванов

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ
РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

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

Часть II

НБ УО "ПГУ"



1214010034857

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

БИБЛИОТЕКА ПДУ

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 II. – Новополоцк: ПГУ. – 64 с.

Приведены особенности проектирования участков и рабочих мест вспомо-
гательного и обслуживающего производств ремонтного завода с выделением
требований охраны труда, пожарной и экологической безопасности. Показаны
направления повышения технического уровня ремонтного завода на стадии про-
ектных решений.

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

ISBN 985-418-124-3

© УО "Полоцкий государственный университет", 2002

РАЗДЕЛ 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лекция 3.1. УЧАСТКИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ СООРУЖЕНИЙ, ОБОРУДОВАНИЯ, ОСНАСТКИ И СОДЕРЖАНИЮ ИХ В ИСПРАВНОМ СОСТОЯНИИ

3.1.1. Функции и состав участков

Функции изготовления оборудования, оснастки и содержания последней в исправном состоянии выполняет инструментальный участок (ИУ), содержания в исправном состоянии технологического и подъемно-транспортного оборудования – отдел главного механика (ОГМ), зданий и сооружений – ремонтно-строительный участок (РСУ).

Инструментальный участок изготавливает технологическое оборудование и оснастку по планам технологической подготовки производства, ремонтирует оснастку, а также ведет учет, заточку, хранение и выдачу инструмента. В своем составе ИУ имеет отделения: заготовительное, сварочно-термическое, слесарное, механическое, заточное, инструментально-раздаточные кладовые.

Отдел главного механика выполняет планово-предупредительный ремонт технологического и подъемно-транспортного оборудования и имеет в своем составе отделения: заготовительное, слесарное, механическое, обслуживания и ремонта грузоподъемных средств.

Ремонтно-строительный участок выполняет ремонт зданий и сооружений, изготовление несложных строительных конструкций, монтаж и ремонт изоляции на трубопроводах и имеет в своем составе деревообрабатывающее и строительное отделения.

3.1.2. Потребность в изготовлении, ремонте и обслуживании оборудования, оснастки и сооружений

Технологическая подготовка производства к ремонту машин связана с приобретением и изготовлением множества средств технологического оснащения. Универсальное и специализированное оборудование приобретают для механической и термической обработки, обкатки и динамической балансировки, точных измерений и преобразования энергии. Остальные средства создают во вспомогательном производстве ремонтных заводов. Силами этого производства, например, при освоении ремонта двигателей создают

50...300 единиц оборудования, которым почти полностью оснащены разборочно-очистные, комплектовочные, сборочные, окрасочные и испытательные участки. Несколько тысяч приспособлений расширяют технологические возможности приобретенного оборудования. Многие операции оснащены контрольно-измерительными средствами. Трудоемкость изготовления средств ремонта составляет 100...350 тыс. чел.-ч, что соответствует более чем полугодовому объему трудоемкости основного производства.

На создание разборочных средств приходится 3,1...6,6 % общей трудоемкости изготовления средств ремонта, очистных – 6,5...7,8 %, для определения технического состояния деталей – 1,3...2,1 %, для восстановления деталей – 51,2...64,9 %, комплектовочных средств – 2,2...2,8 %, сборочно-балансировочных – 15,3...24,1 %, окрасочных – 0,5...0,8 %, обкаточно-испытательных – 5,2...5,8 %.

Наибольшая доля средств создается для нанесения покрытий и обработки восстанавливаемых деталей.

Работы по изготовлению средств технологического оснащения включают механические, слесарно-сборочные и сварочные работы.

Наибольшее число деталей, образующих технологические машины, относится к трем подклассам классификатора ЕСКД: 713000 (24,8 %), 715000 (18,7 %), 741000 (36,6 %). Остальные 19,9 % деталей распределены в десяти подклассах этого классификатора.

Подкласс 713000 включает детали – тела вращения с наружной цилиндрической поверхностью. Подкласс 715000 – это тела вращения с наружной конической, криволинейной или комбинированной поверхностями. Подкласс 741000 состоит из плоскостных деталей с параллельными основными поверхностями.

Степенные зависимости трудоемкости T (мин) изготовления деталей трех подклассов от функции их массы m (рис. 3.1) выражаются формулами:

подкласс 713000

$$T_{713} = 16,26 m^{0,422}; \quad (3.1)$$

подкласс 715000

$$T_{715} = 12,43 m^{0,396}; \quad (3.2)$$

подкласс 741000

$$T_{741} = 21,33 m^{0,497}. \quad (3.3)$$

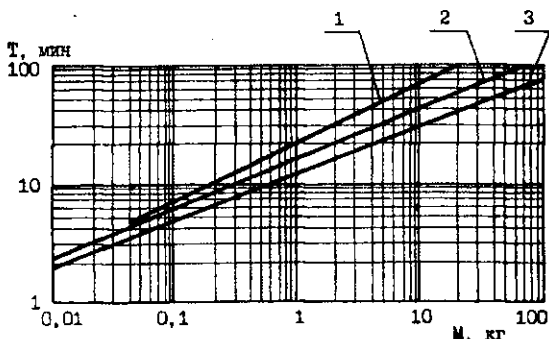


Рис. 3.1. Зависимость трудоемкости T изготовления деталей средств технологического оснащения от массы деталей m :
1 – подкласс 741000; 2 – подкласс 713000; 3 – подкласс 715000

Трудоемкость изготовления средств ремонта $T_{об}$ (ч) складывается из трудоемкости изготовления деталей, сборки технологической машины, ее испытания и определяется по формуле:

$$T_{об} = k_{сб} \cdot k_{исп} \left(\sum_1^{n_1} T_{713} + \sum_1^{n_2} T_{715} + \sum_1^{n_3} T_{741} + \sum_1^{n_{ост}} T_{ост} \right) / 60, \quad (3.4)$$

где $k_{сб}$ и $k_{исп}$ – коэффициенты, учитывающие трудоемкость сборки и испытания технологической машины; n_1 , n_2 , n_3 , $n_{ост}$ – соответственно количество деталей классов 713000, 715000, 741000 и остальных.

Суммарная трудоемкость изготовления деталей остальных подклассов составляет около 20 % от трудоемкости изготовления деталей подклассов 713000, 715000 и 741000.

Погрешность расчетов трудоемкости изготовления технологического оснащения составляет 22, 15, 6 и 3 % при числе составляющих деталей соответственно 10, 25, 50 и 100 единиц. Такая погрешность расчета удовлетворяет оценке разработок до технического проекта, а при оценке механизмов с количеством деталей более 50 – до рабочего проекта.

Заточка инструмента. С целью увеличения сроков службы и полного использования режущей способности инструмента необходима централизованная (в масштабах завода) его заточка.

Объем заточки инструмента данного вида определяется произведением числа его заточек до полного использования рабочей части на его годовое количество и на трудоемкость одной заточки. Годовой объем работ заточного отделения складывается из объемов заточек инструментов всех видов.

Количество заточных станков составляет примерно 4...6 % от общего количества обслуживаемых металлорежущих станков.

Заточное отделение следует располагать рядом с инструментальным складом.

Ремонт оборудования производится по плано-предупредительной системе. Эта система заключается в том, что ремонт проводится в заранее установленные сроки после определенной наработки оборудования. Система ремонта включает в себя периодически выполняемые обслуживание и осмотр, текущий, средний и капитальный ремонты. Обслуживание, которое включает промывку систем, смену и пополнение масла, проверку точности, регулировку механизмов и устранение мелких неисправностей, выполняет цеховой персонал во время перерывов в работе оборудования. Остальные виды работ выполняют ремонтные бригады ОГМ.

Структура ремонтного цикла в виде чередования осмотров *O*, текущих *T*, средних *C* и капитальных *K* ремонтов устанавливается применительно к условиям работы оборудования. Осмотр как вид технического диагностирования включает накопление информации о повреждениях в деталях и об изменении характера сопряжений, необходимой для подготовки предстоящего ремонта деталей.

Текущий ремонт оборудования служит для восстановления его работоспособности и состоит в замене или восстановлении отдельных его не основных частей.

Средний ремонт выполняется для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры.

Капитальный ремонт служит для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением любых его деталей, включая базовые.

Для металлорежущего оборудования, например, наиболее распространена структура ремонтного цикла вида

$$K - O - T - O - T - O - C - O - T - O - T - O - K$$

с одним средним, четырьмя текущими ремонтами и шестью осмотрами.

Для планирования работ и их трудоемкости устанавливают межремонтные циклы и трудоемкость каждого воздействия. Например, для металлорежущих станков нормальной точности межосмотровый период составляет 2...6 месяцев, а межремонтный - 5...16 месяцев. Длительность эксплуатации оборудования между капитальными ремонтами составляет 5...8 лет. Продолжительность пребывания оборудования в ремонте устанавливают (из рас-

чета на одну единицу ремонтосложности при работе ремонтной бригады в одну смену):

- при проверке на точность 0,1 суток;
(как самостоятельная операция)
- при малом ремонте 0,2 суток;
- при среднем ремонте 0,6 суток;
- при капитальном ремонте 1,0 суток.

За единицу ремонтосложности принимают 0,1 трудоемкости ремонта станка 1К62. Средняя ремонтосложность металлорежущих станков – 6...10, литейного и кузнечно-прессового оборудования – 8...10, деревообрабатывающих станков – 4...5, подъемно-транспортного оборудования – 4...6.

С целью уменьшения времени пребывания оборудования в ремонте применяют агрегатный метод ремонта, который предусматривает замену неисправного агрегата запасным из оборотного фонда.

Обслуживание грузоподъемных средств организовано со структурой ремонтного цикла, который включает 8 текущих ремонтов и 36 осмотров. Здесь не предусмотрены средние ремонты, а конструкции кранов проходят диагностирование и техническое освидетельствование экспертами и инспекторами органов Проматомнадзора. Из числа заводских работников приказом по заводу определены ответственные лица по надзору за исправным состоянием и безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов.

Отделение имеет средства для статической и динамической проверки грузоподъемного оборудования, испытания и свивки канатов, проверки приборов безопасности. Трудоемкость работ определяют из плана планово-предупредительных ремонтов обслуживаемого оборудования.

Ремонт зданий и сооружений выполняют по результатам их осмотра после окончания отопительного сезона по планам подготовки для работы в предстоящих зимних условиях. Особое внимание обращают на состояние кровли, остекления, ворот и пола, ливневых стоков и канализации.

3.1.3. Численность рабочих, оборудования и площадь участка

Списочное количество рабочих $n_{сн}$ участков вспомогательного производства, занятых ручным и машинно-ручным трудом (слесарей ИУ, ОГМ и РСУ), находится по формуле:

$$n_{сн} = \frac{T_{об} \cdot k}{\Phi_{ар}}, \quad (3.5)$$

где k – доля трудоемкости, приходящейся на данную категорию работников.

Соотношение количества рабочих участков выбирается таким образом, чтобы одного слесаря обслуживали 1,5...2 станочника.

Распределения деталей СТО по форме, массе и точности изготовления определяют состав оборудования ИУ. Этот участок в составе завода по капитальному ремонту агрегатов должен иметь в своем составе станки (%):

- токарные	25...50;
- сверлильные (в т.ч. половина радиальных)	8...12;
- шлифовальные (в т.ч. плоскошлифовальные и один внутришлифовальный)	15...20;
- координатно-расточные	5...7;
- зубообрабатывающие (в т.ч. один зубодолбежный и один шевинговальный)	5...7;
- фрезерные	15...20;
- заточные	10...15;
- электроэрозионные	2.

Общее количество станков определяют по формулам (1.18) и (1.19).

Станки на чистовых операциях должны быть на 1-2 класса точнее оборудования, применяемого в основном производстве.

Для механической обработки восстанавливаемых деталей при ремонте заводского оборудования силами ОГМ предусматривают оборудование больших типоразмеров по сравнению с оборудованием, применяемым в основном производстве. Так, для обработки валов и маховиков прессов необходимы токарные станки с высотой центров до 500 мм, лобовые и карусельные станки. Для обработки зубчатых колес необходимы зубофрезерные станки. Корпусные детали обрабатывают на продольно-фрезерных станках, оснащенных шлифовальными головками для обработки направляющих, расточных и плоскошлифовальных станков. В состав группы станков для обработки корпусных и плоскостных деталей включают разметочные плиты.

Оборудование РСУ содержит деревообрабатывающие станки, оборудование для приготовления бетонных растворов, строительные леса, передвижные посты электрической и газовой сварки, для тепловой изоляции трубопроводов и др.

Оборудование участков вспомогательного производства подбирается из расчета, чтобы можно было изготовить или отремонтировать любые изделия внутризаводского применения. Однако разнообразие деталей, размеров, материалов и видов обработки этих изделий не позволяет иметь в наличии набор такого оборудования, поэтому в исключительных случаях заказы на изготовление или ремонт заводских СТО делают на других пред-

приятнях. Оборудование участков вспомогательного производства загружено меньше, чем в основном производстве, по причине неполной востребованности. Количество его определяют по формуле (1.19).

3.1.4. Планировки

Участки ИУ и ОГМ проектируют по правилам проектирования участков для механической обработки и сборки изделий, сварки и наплавки деталей. На небольших заводах эти участки или объединены, или существует по одному в отдельных помещениях. На крупных заводах ОГМ содержит в своем составе бригады для обслуживания и ремонта оборудования отдельных цехов. Такие бригады имеют помещения в крайних пролетах цеховых зданий недалеко от участков с обслуживаемым оборудованием.

Участки ИУ и ОГМ имеют в своем составе рабочие места слесарей. При размещении этих участков в отдельных пролетах здания вдоль окон устанавливают ряд слесарных верстаков, затем следует ряд оборудования, обслуживаемого слесарями (сверлильные станки вертикальные и радиальные, прессы), и ряды металлорежущего оборудования. Координатно-расточные станки размещают в отдельных термоконстантных помещениях с температурой в них 20 ± 3 °С.

Инструментально-раздаточные кладовые расположены у обслуживаемых участков, их площадь устанавливают из расчета 3 м^2 стеллажей (в том числе 1 м^2 для приспособлений и 2 м^2 для инструмента) на каждый металлорежущий станок. При этом площадь стеллажей распределяют в 8...10 ярусах хранения оснастки. Площадь проходов превышает площадь, занятую стеллажами, в три раза.

Подразделения РСУ разрабатывают по правилам проектирования строительных и деревообрабатывающих участков.

Вопросы для самоконтроля

1. Какая роль участков вспомогательного производства по содержанию в исправном состоянии средств ремонта, зданий и сооружений и какие функции этих участков?
2. Приведите структуру ОГМ и ИУ.
3. Как определяется объем работ участков вспомогательного производства?
4. Какие особенности составления планировок участков?

Лекция 3.2. ОТДЕЛ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

Обеспечение энергией, некоторыми материалами и содержание инженерных сетей в исправном состоянии является важной и ответственной функцией вспомогательного производства ремонтного завода. Эту функцию выполняет отдел главного энергетика (ОГЭ).

3.2.1. Определение потребности в электрической и тепловой энергии, сжатом воздухе, горючих газах и кислороде

Электрическая и тепловая энергия, сжатый воздух, технологический холод, производственная и питьевая вода, горючие, инертные и окислительные газы представляют собой *производственные ресурсы* (в экономике составляют часть оборотных средств). Они необходимы для текущего обеспечения производства. Обоснованные материальные нормативы производственных ресурсов, учет и контроль их потребления служат предпосылкой эффективности ремонтного производства.

Расход электроэнергии определяется расчетом силовой и осветительной нагрузки.

Годовой расход $W_{\text{сил}}$ (кВт·ч) силовой нагрузки:

$$W_{\text{сил}} = N_{\text{ус}} \cdot \Phi_{\text{до}} \cdot k_{\text{сп}} \cdot k_2, \quad (3.6)$$

где $N_{\text{ус}}$ – установленная мощность токоприемников по видам оборудования, кВт; $k_{\text{сп}}$ – коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы потребителей, при укрупненных расчетах принимается равным 0,3...0,5; k_2 – коэффициент загрузки оборудования, принимают равным 0,75.

Чтобы определить осветительную нагрузку, необходимо знать площади производственных, складских, вспомогательных и административно-бытовых помещений и нормы расхода электроэнергии в соответствии с условиями работы.

Годовой расход электроэнергии для нужд освещения $W_{\text{осв}}$ (кВт·ч) всего предприятия определяется по формуле:

$$W_{\text{осв}} = R \cdot t_{\text{ос}} \cdot F_{\text{ос}}, \quad (3.7)$$

где R – норма электрической мощности осветительных приборов, приведенных к одному квадратному метру пола освещаемого помещения, кВт/м²; $t_{\text{ос}}$ – средняя продолжительность работы электрического освещения в течение года, ч; $F_{\text{ос}}$ – площадь пола освещаемых помещений, м².

Общий расход электроэнергии за год равен сумме $W_{\text{си}}$ и $W_{\text{осв}}$.

Расход сжатого воздуха для производственных нужд определяют исходя из его потребления отдельными потребителями. Потенциальную энергию давления сжатого воздуха потребляют гайковерты, клепальные машины, пневмоцилиндры приспособлений, установки для окрашивания, нанесения металлов и пластмасс, дробеструйные машины, установки для очистки деталей косточковой крошкой. Сжатый воздух применяют также для испытания радиаторов и топливных баков, накачивания шин и перемешивания растворов. Давление подаваемого сжатого воздуха обычно находится в пределах 0,4...0,8 МПа.

Производительность компрессоров определяют исходя из минутного расхода сжатого воздуха, по которому находят и годовой его расход. Минутный расход сжатого воздуха $Q_{эм}$ (м³/мин) находят как сумму расходов разными потребителями:

$$Q_{эм} = (1,3...1,4) q_e \cdot n \cdot k_{сп}, \quad (3.8)$$

где q_e – удельный расход сжатого воздуха одним потребителем при его непрерывной работе, м³/мин; n – количество одноименных потребителей; $k_{сп}$ – коэффициент спроса, учитывающий фактическую продолжительность работы потребителей и неодновременность их работы.

Числовой коэффициент (1,3...1,4) учитывает эксплуатационные потери воздуха вследствие его утечек из сетей.

Годовой расход сжатого воздуха $Q_{гс}$ (м³/год) определяют исходя из минутного расхода и действительного годового фонда времени оборудования:

$$Q_{гс} = 60 Q_{эм} T_{фдо}. \quad (3.9)$$

Производственный пар под давлением 0,4...0,5 МПа расходуется на разогрев растворов в очистных машинах и масел для обкатки агрегатов, на приготовление СОЖ, на отопление и вентиляцию, и другие цели.

Средний расход пара на подогрев растворов и воды при укрупненных расчетах принимают равным 70...100 кг/ч на 1 т обрабатываемых деталей. Расход пара на разогрев составляет ориентировочно 200...250 % к среднечасовому эксплуатационному расходу. Расход пара на приготовление СОЖ при давлении 0,25 МПа составляет 0,15...0,20 кг на 1 л расходуемой жидкости.

Необходимое количество пара $P_{ос}$ (т) для отопления и вентиляции:

$$P_{ос} = \frac{P_n \cdot V_3 \cdot T}{2,3 \cdot 1000}, \quad (3.10)$$

где P_n – потери тепла из объема здания 1 м³ в час, кДж; V_3 – объем всех отапливаемых зданий, м³; T – продолжительность отопительного сезона, ч; 2,3 – значение теплоотдачи 1 кг пара, кДж; 1000 – переводной коэффициент.

Расчет потребности в ацетилене, кислороде и природном газе.

Ацетилен и кислород применяют на сварочных работах. Исходные данные для определения расхода этих газов выбирают из технических характеристик газовых горелок, годового объема работ и коэффициента спроса.

Годовой расход $Q_{2 \text{ ац}}$ ($\text{м}^3/\text{год}$) ацетилена равен:

$$Q_{2 \text{ ац}} = q_{\text{ч ац}} \cdot T_{\text{г}} \cdot k_{\text{сп}}, \quad (3.11)$$

где $q_{\text{ч ац}}$ – годовой расход ацетилена одной горелкой, $\text{м}^3/\text{ч}$; $T_{\text{г}}$ – годовой объем работ, ч; $k_{\text{сп}}$ – коэффициент спроса, который ориентировочно равен 0,5.

Расход кислорода принимают на 15 % больше, чем расход ацетилена.

Природный газ расходуют в качестве топлива в нагревательных печах и для обкатки двигателей. Расход газа в нагревательных печах согласуется с их производительностью и временем работы. Расход газа на стендовую обкатку двигателей принимают из расчета 0,7...0,8 $\text{м}^3/\text{кВт}\cdot\text{ч}$, исходя из теплотворной способности газа 26400...27200 $\text{кДж}/\text{м}^3$.

Вода расходуется на производственные, бытовые и противопожарные нужды.

Производственная вода расходуется на очистку машин, агрегатов и деталей, на охлаждение работающих двигателей и компрессоров, деталей при термической обработке, на гидравлическое испытание корпусных деталей, радиаторов и топливных баков, на заполнение систем охлаждения собранных машин, для создания завес в фильтрах окрасочных камер и в других случаях.

По признаку прерывности потребления потребители воды подразделяются на три группы.

Первую группу потребителей воды составляют очистные машины, ванны, баки с периодической доливкой и сменой. Годовой расход воды $Q_{\text{св}}$ (м^3) с учетом емкости потребителя q_n и количества смен воды в баках за год $n_{\text{см}}$ с учетом ежедневной доливки, выраженной в процентах от объема емкости, равен

$$Q_{\text{св}} = 1,25q_n \cdot n_{\text{см}}. \quad (3.12)$$

Вторую группу потребителей с нормированным расходом воды на одно изделие представляют установки для гидравлических испытаний, системы охлаждения собранных двигателей и др. Если норма расхода воды на одно изделие q_u , а годовой объем ремонтируемых изделий N , то годовой расход воды равен

$$Q_{\text{св}} = q_u \cdot N. \quad (3.13)$$

Третью группу потребителей составляют ванны для непрерывной промывки деталей в проточной воде. Годовой расход воды на их функционирование составляет

$$Q_{ca} = \frac{q_s \cdot \Phi_{\infty} \cdot k_{cn}}{1000}, \quad (3.14)$$

где q_s – непрерывный расход воды, л/ч; k_{cn} – коэффициент спроса.

3.2.2. Структура и функции энергохозяйства

Функции ОГЭ заключаются в обеспечении основного производства электроэнергией, горячей водой и паром (носители тепловой энергии), сжатым воздухом (носитель механической энергии), питьевой водой, горючими, окислительными и защитными газами, обслуживании и ремонте энергетического оборудования и инженерных сетей, содержании очистных сооружений.

В соответствии с назначением отдел включает: отделение трансформаторных подстанций, электроремонтное отделение, котельную и тепло-ремонтное отделение, газовую службу, вентиляционное и сантехническое отделения, штат работников для получения (распределения) ацетилена и сжатых газов, обслуживания компрессорной и узла связи.

Обеспечение электроэнергией ремонтного предприятия допускается от одного электроприемника. При этом перерыв электроснабжения, необходимый для замены или ремонта поврежденного элемента, не должен превышать одних суток. Исключение составляют электродвигатели насосов установок автоматического пожаротушения и котельных, которые подключены к самостоятельному вводу электропитания.

Источником питания электроэнергией ремонтных предприятий являются сети высокого напряжения районных энергосистем. Электроэнергия от внешних сетей поступает в распределительное устройство, расположенное в центре заводской нагрузки, и распределяется без трансформации по комплектным трансформаторным подстанциям (КТП), в которых происходит понижение напряжения до рабочего.

Комплектные трансформаторные подстанции размещают в производственных корпусах вблизи центров цеховой нагрузки или в отдельно стоящих зданиях. Такая схема электроснабжения обеспечивает минимальные потери энергии на ее передачу внутри завода.

Комплектные трансформаторные подстанции имеют номинальную мощность 400, 630, 1000 и 1600 кВ·А.

Площадки для размещения КТП имеют следующие размеры: КТП400 – 6 × 4,5 м; КТП630 и КТП1000 – 9 × 4,5 м.

С учетом размещения магистральных шинопроводов мощностью 0,4 кВ·А высота помещения для КТП должна быть не менее 3,2 м.

Внутри помещения КТП размещают в отдельном помещении у наружной стены здания или за сетчатыми перегородками.

При создании КТП необходимо учитывать возможность замены трансформаторов, поэтому одна из сторон КТП примыкает к проезду. Комплектные трансформаторные подстанции целесообразно размещать в "мертвых зонах", не обслуживаемых кранами.

Мощность трансформаторов $N_{тр}$ (кВт) определяется по формуле

$$N_{тр} = N_{уз} \cdot k_{сн} \cdot k_{з}, \quad (3.15)$$

затем ее округляют до ближайшего целого значения из ряда значений мощности трансформаторов. На предприятии следует применять КТП одинаковой мощности.

В электроремонтном отделении ремонтируют электродвигатели и трансформаторы. Сложные и разнообразные повреждения электромашины можно разделить на две группы: механические износы и поломки, специфические повреждения токопроводящих частей (разрушение изоляции, обрывы обмоток, пробой диодов и др.). Объем работ по устранению повреждений второй группы занимает наибольшую часть трудоемкости.

Замену обмоток производят в следующей последовательности:

- выжигают изоляцию обмоток в электрической печи в течение 3...4 ч;
- удаляют старую обмотку;
- промывают и окрашивают корпус;
- укладывают в пазы изоляцию из электротехнического картона;
- устанавливают витки обмотки в пазы в соответствии с ее обмоточными данными;
- забивают в каждый паз клин, изготовленный из гетинакса или текстолита;
- начало обмоток зачищают, облуживают и припаивают к выводам;
- проверяют обмотку на предмет замыкания на корпус и межвиткового замыкания под напряжением 220...500 В;
- обмотку пропитывают лаком и сушат.

Таким образом, в электроремонтном отделении применяют разборное, ремонтное, сборочное, пропиточное, термическое и испытательное оборудование.

Мощность паровых или водяных котлов должна превышать мощность энергоприемников. Наибольшая эффективность применения котлов достигается при полном использовании их мощности. Проектирование котельной с отделением ремонта тепловой арматуры, компрессорной, установок для получения (распределения) ацетилен и сжатых газов с развод-

кой этих газов, а также очистных сооружений выполняют специализированные проектные организации, имеющие соответствующие лицензии.

Вентиляционное отделение изготавливает газоходы, монтирует вентиляционные установки и выполняет их ремонт.

Сантехническое отделение обслуживает водяные и паровые сети, канализационные коллекторы и очистные сооружения.

3.2.3. Численность персонала. Расчет оборудования и площади

Численность ОГЭ укрупненно определяется в процентном отношении от числа основных производственных рабочих, точно – расчетом потребного дежурного персонала (машинистов и слесарей котельной, электриков, телефонистов, сантехников) по числу обслуживаемых объектов и числу смен, а также монтажников и ремонтников – по трудоемкости монтажно-ремонтных работ.

Оборудование для получения сжатого воздуха подбирается по минутному его расходу из ряда его производительности. Например, компрессор 2ВМ10-63/9 производительностью 63 м³/мин представляет собой оппозитную горизонтальную крейскопфную поршневую машину двухступенчатого сжатия с двукратным охлаждением воздуха. Унифицированная база компрессора – М10 (поршневое усилие – 10 тс). На компрессоре применен электродвигатель СДК2-16-24-10К мощностью 400 кВт. Напряжение потребляемого тока – 6000 В, частота – 50 Гц. Расход охлаждающей воды с температурой 15 °С на входе под давлением 0,3 МПа составляет 0,00236 м³/с. Компрессорные оснащаются градирнями для охлаждения воды.

Электроремонтное и электромонтажное оборудование содержит слесарные верстаки, оборудование для разборки и сборки электротехнических изделий и ремонта обмоток (термические печи, намоточная и пропиточная оснастка), сварочное и паяльное оборудование.

Для изготовления и ремонта вентиляционного оборудования и обслуживания сантехнических сетей имеются верстаки и столы, механическое оборудование для резки и просечки листового и профильного проката, зигмашины, оборудование для ручной и контактной сварки.

3.2.4. Размещение и планировки

Котельные и компрессорная размещаются в отдельных зданиях.

Остальные отделения ОГЭ, как правило, размещают в отдельных помещениях. В одном помещении размещают отделение электротехнических работ: дежурный персонал по обслуживанию низковольтной и высоко-

ковольтной аппаратуры, ремонтников и монтажников. Во втором помещении организуют вентиляционные и сантехнические работы.

Вопросы для самоконтроля

1. Что относится к производственным ресурсам предприятия, и каково значение их нормированного расходования?
2. Приведите особенности расчета производственных ресурсов различных видов.
3. Определите требования к расположению трансформаторных подстанций и распределению электроэнергии между производственными участками.
4. Направления снижения потребления производственных ресурсов.

Лекция 3.3. ЗАВОДСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

3.3.1. Функции, структура, персонал

Заводская лаборатория, как технические отделы и участки вспомогательного производства, входит в подчинение главного инженера завода.

Цель деятельности заводской лаборатории заключается в разработке мер по непрерывному совершенствованию материальной базы и технологии производства, обеспечивающих повышение качества продукции и эффективности производства.

Функции заводской лаборатории:

- научно-исследовательская работа по разработке новых материалов, средств ремонта и процессов и взаимодействие с научными учреждениями;
- испытания новых средств ремонта и технологических процессов;
- совершенствование организации труда на рабочих местах;
- контроль и испытание материалов, их химический и металлографический анализ;
- учет, ремонт и поверка средств измерений;
- проведение сложных измерений при контроле качества выпускаемой продукции;
- наблюдение за испытаниями ремонтируемой продукции и за наработкой и дефектами продукции в гарантийный период эксплуатации;
- выработка рекомендаций предупреждающего и корректирующего характера.

Заводская лаборатория имеет в своем составе такие подразделения (бюро): научно-исследовательское, технологическое, организации труда, металловедческое и механических испытаний, химическое, средств измерений, надежности.

Штаты заводской лаборатории определяются характером и масштабом производства. В зависимости от числа работающих на предприятии организуют малые, средние и крупные лаборатории. На заводах с числом работающих до 500 человек организуют малые лаборатории, от 500 до 800 – средние, а при числе работающих свыше 800 человек – крупные лаборатории.

В зависимости от планируемого объема работ каждую функцию лаборатории выполняет один или несколько человек. Если годовая трудоемкость работ по профилю деятельности отдельных работников не превышает их действительного годового фонда времени, то такие работы объединяются и закрепляются за одним работником.

Малая лаборатория – это объединенное подразделение с частями механико-технологического, физико-химического подразделений и организации труда.

Средняя лаборатория включает самостоятельные подразделения: механико-технологическое, физико-химическое, организации труда и надежности.

Крупная лаборатория содержит в своем составе лабораторные подразделения: научно-исследовательское, технологическое, организации труда, металловедческое и механических испытаний, химическое, средств измерений, надежности.

Научно-исследовательское подразделение выполняет научно-исследовательские работы как заводского масштаба, так и работы, включенные в региональные и отраслевые программы. Работа подразделения планируется на 3...5 лет вперед. Подразделение оснащается оборудованием для металлографических, износных, усталостных и других исследований (по направлению тематики).

Деятельность научно-исследовательского подразделения направлена на совершенствование конструкции ремонтируемых машин совместно с машиностроительными заводами, исследование и внедрение новых материалов, технологий и организации производства.

Технологическое бюро имеет набор технологического оборудования различных видов, на котором испытывают новые приспособления и инструменты, отработывают технологические режимы обработки.

БИБЛИОГРАФИЯ

Бюро организации труда разрабатывает и внедряет заводские нормы организации труда на рабочих местах.

Подразделение металловедческое и механических испытаний осуществляет контроль, испытания и анализ физико-механических свойств металлов.

Подразделение химического анализа определяет составы применяемых материалов и массовые доли их составляющих, готовит некоторые материалы (например, прирабочные присадки и дистиллированную воду).

Бюро средств измерений выполняет надзор, заводскую поверку, ремонт, и аттестацию контрольно-измерительных устройств и обеспечивает единство измерений.

Бюро надежности ведет надзор за ремонтируемой продукцией на заводе и проданной продукцией в условиях эксплуатирующих предприятий. В первом случае налаживается учет и систематизация дефектов, выявленных при испытаниях ремонтируемой продукции. Во втором случае на договорной основе собираются сведения о послеремонтной наработке машин и отказах (в основном в гарантийный период эксплуатации). Обобщение сведений служит основой для выработки мер по повышению надежности отремонтированных машин.

Бюро надежности на собственном оборудовании ведет контрольные разборки отремонтированных агрегатов с измерением размеров деталей и замыкающих размеров сопряжений. По заказу технологического отдела ведутся испытания на надежность работающих агрегатов.

В штате заводской лаборатории имеются работники инженерной квалификации и рабочие. К первой категории работников относятся исследователи, технологи, организаторы, материаловеды, химики и метрологи.

3.3.2. Оборудование и площадь лаборатории

Для определения количества потребного оборудования необходимо знать наименования и объем соответствующих работ (анализы, испытания, проверки и др.).

Для испытания металлов необходимы микроскопы и оборудование для подготовки и обработки образцов и микрошлифов, оборудование для выполнения фоторабот, твердомеры, стилоскопы, машины разрывные, испытательные стенды.

Химическое подразделение оснащено оборудованием для анализа лакокрасочных, полимерных, горючесмазочных и других материалов, электролитов, растворов и эмульсий, установкой для получения дистиллированной воды.

Бюро средств измерений имеет оборудование и контрольно-измерительные приборы для ремонта, поверки и юстировки инструментов контрольно-измерительной оснастки, а также для контроля сложных деталей.

Бюро надежности оснащено испытательным и разборочно-сборочным оборудованием для ремонта агрегатов.

Необходимое количество оборудования лаборатории $n_{об}$ определяют по формуле

$$n_{об} = \frac{\sum_1^n N_i \cdot T_i}{\Phi_{до}}, \quad (3.16)$$

где $i = 1, \dots, n$ – виды испытаний; N_i – годовое число испытаний i -того вида; T_i – трудоемкость одного испытания i -того вида.

Количество рабочих (лаборанты, слесаря, операторы) определяют по трудоемкости соответствующих работ (поверки, анализы, испытания) и фондам рабочего времени по формулам (1.12), (1.13).

Производственная площадь заводской лаборатории определяется по суммарной пощади, занятой оборудованием, с учетом мест хранения изделий и материалов и проходов, или укрупненно – по площади на одного работающего.

3.3.3. Аккредитация

Ряд функций лабораторий требуют лицензионного разрешения на право их выполнения. К таким функциям относятся испытания продукции, ремонт и поверка средств измерений и измерение ряда параметров. В свою очередь, право на выдачу лицензий дано отраслевому органу.

Существует система метрологического надзора средств измерений с целью обеспечения единства и достоверности измерений и поддержания средств измерений в исправном состоянии. Этот надзор включает поверку средств измерений, метрологическую ревизию и экспертизу. Обязательной государственной поверке подлежат все средства измерений, используемые в качестве образцовых, и некоторые рабочие средства измерений. Ведомственной поверке подлежат все средства измерений.

Право ведомственной поверки дается в результате аттестации заводской лаборатории органами Госстандарта Республики Беларусь. Аттестация включает комплекс контрольных мероприятий по определению состояния лаборатории и ее возможности производить поверку средств в соответствии с требованиями нормативной документации. Разрешение на

проведение поверочных работ выдается при условии наличия средств измерений; лиц, допущенных к проведению поверки – прошедших обучение и проверку знаний и имеющих необходимые документы; всех нормативных документов и календарных графиков поверки; помещения, обеспечивающего необходимые условия поверки.

Аттестации подвергают все рабочие места (операции), по результатам которой принимают решение о состоянии всей лаборатории.

К аттестации готовят паспорт лаборатории и положение о ней. В паспорте приводят сведения об испытательном оборудовании, средствах измерений, производственном помещении и кадровом составе. В паспорте также определяют область аттестации лаборатории и аттестационные требования. Положение о лаборатории содержит цель лаборатории, выполняемые функции, виды испытаний и продукции, закрепленные за лабораторией, порядок взаимодействия ее с другими подразделениями, права и ответственность.

В результате аттестации лаборатории производят проверку нормативной, конструкторской и технологической документации, состояние оборудования и оснастки, проверку знаний и способность рабочих обеспечить требования технологической документации.

При проверке конструкторской документации устанавливают достаточность требований к качеству выпускаемой продукции. Далее устанавливают, все ли требования конструкторской документации учтены технологической документацией и обеспечиваются ею.

Квалификационный разряд рабочих по ремонту средств измерений должен быть не ниже, чем того требует технология. Проверяют знания в объеме квалификационных требований, а также знания устройства ремонтируемого объекта, возможных причин дефектов и мер по их предупреждению и технологии его ремонта.

3.3.4. Примерные планировки лабораторных отделений

В административных помещениях размещают руководителя лаборатории и бюро организации труда.

Технологическую лабораторию размещают или на ИУ, или на одном из универсальных участков восстановления деталей.

Лаборатория надежности должна иметь лицензию, выданную отраслевым органом аккредитации, на право испытаний на надежность отремонтированной продукции, должна быть полностью оснащена оборудованием, контрольно-измерительными приборами и инструментами. Эта лаборатория

располагается в отдельном помещении и размещается около участка цеховой обкатки и испытания агрегатов или машин (рис. 3.2).

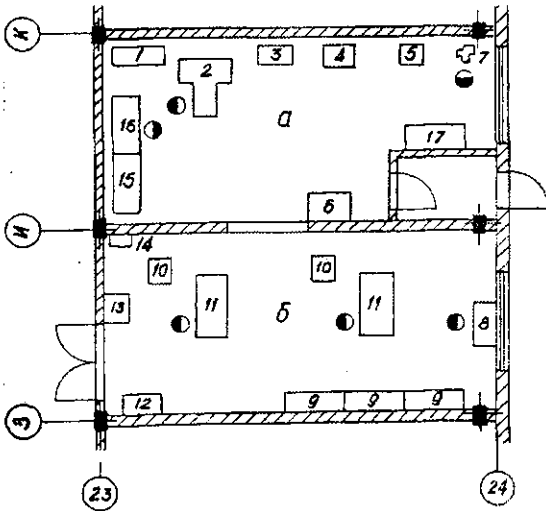


Рис. 3.2. Планировка лаборатории надежности:

a – помещение слесарное; *б* – помещение для испытания агрегатов; 1 – стеллаж; 2 – стенд разборочно-сборочный; 3 – поверочная плита; 4 – подставка под приборы; 5 – твердомер ТК-2; 6 – шкаф; 7 – станок настольно-сверлильный 2Н112; 8 – верстак слесарный; 9 – стеллаж; 10 – реостат нагрузочный; 11 – стенд обкаточно-тормозной; 12 – пост противопожарный; 13 – выпрямитель; 14 – электро-распределительный щит; 15 – стеллаж; 16 – верстак; 17 – шкаф

Работы, выполняемые в лабораториях, группируются по однородности и организуются в отдельных помещениях.

Химическое подразделение имеет установку для получения дистиллированной воды и оборудование для химического анализа и приготовления некоторых химикатов.

Бюро средств измерений – образцовые средства для линейных и угловых измерений и отделение ремонта средств измерений.

Материаловедческое бюро имеет микроскопы для металлографического анализа и оборудование для определения содержания элементов в металлах.

Вопросы для самоконтроля

1. Определите роль заводской лаборатории в повышении качества ремонта техники.
2. Опишите взаимодействие заводской лаборатории с отделами заводоуправления и участками основного производства завода.
3. Приведите структуру и функции структурных подразделений заводской лаборатории.
4. Определите цель метрологического надзора и опишите порядок проведения этого мероприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАЗДЕЛУ

Проектирование участков вспомогательного производства

Необходимое число работников, оборудования и помещений для организации участков вспомогательного производства определяется функциями этих участков и количеством производственных ресурсов, перерабатываемых в основном производстве.

Загрузка ИУ определяется количеством и трудоемкостью изготавливаемых средств технологического оснащения (по планам технологической подготовки производства), ремонтируемой оснастки и перетачиваемого инструмента.

Трудоемкость работ ОГМ определяется на основании графика планово-предупредительных ремонтов. Работы РСУ выявляются при обследовании зданий и сооружений и при разработке годовых планов подготовки предприятия к зиме.

Производственные ресурсы (электрическая и тепловая энергия, сжатый воздух, технологический холод, производственная и питьевая вода, горючие, инертные и окислительные газы и др.) составляют 20...30 % себестоимости продукции. Расход этих ресурсов нормирован и строго регламентирован по времени.

Участки вспомогательного производства размещают в отдельных зданиях или в крайних пролетах основного производственного здания. Оборудование этих участков точнее оборудования, применяемого в основном производстве, оно более разнообразно и, как правило, больших типоразмеров.

Основные функции заводской лаборатории – послеремонтное наблюдение за эксплуатацией отремонтированных машин; определение состава и свойств материалов; организация проведения измерений; поверка и

ремонт средств измерений; совершенствование организации основного производства.

На стадии проектирования определяют состав испытательного оборудования, количество работников и помещений.

Основные закономерности и понятия

После изучения материала раздела студент должен знать:

1. Назначение, структуру и функции вспомогательного производства.
2. Взаимодействие участков вспомогательного производства между собой и с участками основного и обслуживающего производства.
3. Основные работы, выполняемые на участках, и применяемое оборудование.
4. Расчетные зависимости определения количества оборудования, числа рабочих участков на участках и их производственной площади.
5. Меры по снижению расхода производственных ресурсов.
6. Требования техники безопасности, охраны труда и экологической безопасности, учитываемые при проектировании участков вспомогательного производства.

Основные навыки

Студент должен уметь:

1. Определять состав и трудоемкость работ, выполняемых на любом участке вспомогательного производства.
2. Подбирать оборудование участка и рассчитывать количество этого оборудования.
3. Рассчитывать количество рабочих на участке.
4. Определять расход производственных ресурсов предприятием.
5. Определять производственную площадь участка укрупненными и точными методами.
6. Составлять планировку любого участка вспомогательного производства.

РАЗДЕЛ 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Лекция 4.1. ЗАВОДСКИЕ И ЦЕХОВЫЕ СКЛАДЫ

4.1.1. Назначение и виды складов

Склады необходимы предприятию для хранения и предпроизводственной обработки материальных ресурсов.

На складах ремонтного завода хранятся: ремонтный фонд, запасные части, основные и вспомогательные материалы, металлы, лакокрасочные материалы, химикаты, лесоматериалы, смазочные материалы, топливо, горючие и защитные газы, промышленные отходы и утиль, отремонтированная (товарная) продукция.

Функции складов заключаются в накоплении и хранении нормативных запасов материалов, запасных частей, полуфабрикатов, комплектующих изделий готовой продукции, организации погрузочно-разгрузочных работ, связанных с получением, отправкой и внутризаводской переработкой грузов и расконсервацией деталей.

В зависимости от функционального назначения склады ремонтных предприятий делятся на четыре группы:

- материально-техническое обеспечение (хранение запасных частей, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий);
- хранение ремонтного фонда, поступившего на завод;
- технологическое назначение (хранение деталей, ожидающих восстановления, межоперационных запасов заготовок и изделий – промежуточные склады);
- сбыт (хранение готовой продукции – отремонтированных машин или агрегатов, или комплектов восстановленных деталей).

В зависимости от вида хранящихся изделий и материалов склады могут размещаться в закрытых отапливаемых или не отапливаемых помещениях, на открытых площадках или под навесами.

Склады ремонтного предприятия, условия хранения различных материалов на них и изделий приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Склады ремонтного предприятия и условия хранения материалов и изделий

Склады	Материалы и изделия	Условия хранения	
		Вид помещения	Температура в помещении, °С
Запасных частей	Запасные части, комплектующие изделия	Отапливаемое помещение	18/10 *
Утиля	Негодные после разборки детали, стружка, отходы производства	Неотапливаемое помещение	—
Ремонтного фонда	Агрегаты и детали	То же	—
Готовой продукции	Агрегаты и детали Машины	То же Открытые площадки	— —
Основных и вспомогательных материалов	Текстильные, резиновые, бумажные, асбесто-картонные	Отапливаемое помещение	18/10
Автомобильных шин	Покрышки и камеры	То же	18/10
Металла	Качественные и инструментальные стали, пружинная проволока, цветные металлы, тонколистовой металл толщиной менее 0,8 мм.	То же	18/10
	Тонколистовой металл, мелкосортный металл, проволока, мелкие поковки и штамповки.	То же	18/10
	Толстолистовой металл, прокат крупных профилей, крупные отливки, поковки и штамповки	Открытые площадки, навес	—
Химикатов	Кислоты, щелочи	Отапливаемое помещение	18/10
Лакокрасочных материалов	Лаки, краски, растворители	То же	18/10
Смазочных материалов	Жидкие и консистентные смазки	То же	18/10
Сжатых и сжиженных газов	Сжатые и сжиженные газы в баллонах (кислород, аргон, углекислый газ, ацетилен, пропан-бутан)	Открытые площадки, навес	—
Жидкого топлива	Бензин, керосин, дизельное топливо	Открытые площадки (в подземных емкостях)	—
Твердого топлива	Уголь, дрова	Открытые площадки	—
Леса	Пиломатериалы: - сухие - влажные	Навес, открытые площадки	—
Карбида кальция	Карбид кальция в барабанах	Неотапливаемое помещение	18/10

* В числителе указана температура при размещении склада в производственном корпусе, а в знаменателе — при размещении склада в отдельном корпусе.

По принадлежности склады бывают заводские, цеховые и участковые (кладовые). Склады, перечисленные в табл. 4.1, обслуживают весь завод. Склады деталей, ожидающих восстановления, и комплекточные склады обслуживают цеха, инструментальные склады – участки цехов.

В складах ремонтного предприятия применяют три основных способа хранения штучных грузов: *штабельный, стеллажный и подвижный*. Выбор способа хранения зависит от характеристики грузов и технологии их переработки, которая зависит от масштаба производства.

Для *штабельного хранения* грузов выделяют площадку. Грузы укладывают на подкладки с прокладками между рядами, а также хранят на поддонах, в кассетах или любой другой таре, установленной в несколько рядов.

При *стеллажном хранении* грузы укладывают в отдельные ячейки (отсеки) или в тару.

При *подвижном хранении* предусматривается непрерывное или прерывистое перемещение грузов, для чего используются устройства гравитационного или конвейерного типа.

Штабельный способ является целесообразным для сортового хранения однотипных грузов при их значительном количестве, а также для хранения тяжеловесных грузов. В складах ремонтного предприятия штабельное хранение применяют для хранения на поддонах агрегатов, крупногабаритных корпусных деталей. С подкладками и прокладками штабельным способом хранят листовую и профильный прокат. Штабельная укладка грузов обеспечивает при небольшой высоте хранения удельные нагрузки на пол в два с лишним раза большие, чем при других способах хранения.

Стеллажный способ является наиболее эффективным при хранении штучных грузов. Этот способ обеспечивает наилучшие условия выполнения комплекса складских операций, связанных с адресованием, поиском и комплектованием грузов. Использование при этом способе хранения стеллажей большой высоты (свыше 10 м) при относительно небольшой ширине проходов (проездов) между ними обеспечивает высокий коэффициент использования объема складских помещений. Стеллажный способ применяют для хранения запасных частей, основных и вспомогательных материалов.

Подвижное хранение грузов находит применение на складах при участках комплектования (приводные стеллажи элеваторного типа) и для межоперационного хранения отдельных деталей на производственных участках (гильз цилиндров, валов, ступиц) и с использованием гравитационных стеллажей. Наибольшее применение гравитационные стеллажи нашли на участках механической обработки деталей и сборки агрегатов.

4.1.2. Расчет складских запасов и площади помещений

Для проектирования складов необходимы сведения о производственной программе предприятия и нормах запаса и расхода хранимых объектов.

Запас материалов (изделий) Q (т), хранимых на складе, определяется по формуле

$$Q = \frac{N_p \cdot T}{365 \cdot 1000}, \quad (4.1)$$

где N – годовая программа предприятия, капитальных ремонтов; p – норма расхода материалов (деталей) на один капитальный ремонт, кг; T – норма запаса, дни (прил. 4.1).

Площадь F (м²), необходимая для непосредственного хранения материала (изделия) одного наименования, определяется по формуле

$$F = \frac{Q}{q}, \quad (4.2)$$

где q – удельная нагрузка на пол при высоте хранения 1 м, т/м².

Высота хранения зависит от принятого способа хранения изделий, высоты помещения и применяемых средств их перемещения. Высота хранения материалов и деталей при их ручной загрузке и выгрузке не должна превышать 2 м.

Общая площадь склада определяется сумой площадей, необходимых для хранения различных материалов, прохода и проезда, приемных (отпускных) площадок и конторок.

Площадь площадок для приемки и сортировки F_{np} (м²) и отправления F_{om} (м²) грузов определяют из расчета размещения на них материалов или изделий среднесуточного поступления:

$$F_{np} = \frac{P_{np} \cdot k_{np}}{m \cdot q \cdot k_u}, \quad (4.3)$$

$$F_{om} = \frac{P_{om} \cdot k_{om}}{m \cdot q \cdot k_u}, \quad (4.4)$$

где P_{np} и P_{om} – годовые количества поступающих и отправляемых грузов соответственно, т; k_{np} и k_{om} – коэффициенты неравномерности поступления и отправления грузов ($k_{np} = 1,2 \dots 1,5$; $k_{om} = 1,1 \dots 1,2$); m – годовое количество дней работы склада (определяется режимом работы предприятия); q – удельная нагрузка на площадь склада при высоте укладки грузов 1...1,5 м, т/м²; k_u – коэффициент использования площади, равный 0,5...0,6.

4.1.3. Взаимодействие складов и производственных участков. Складское оборудование

Склад металла обслуживает заготовительный участок механического цеха, склад запасных частей – комплектовочно-сборочный участок, склад химикатов – гальванический участок, склад лакокрасочных материалов – участок окрашивания.

Основная масса ремонтируемых объектов относится к категории штучно-тарных грузов. Их транспортировка и хранение как при штабельном, так и стеллажном способах хранения производится в таре (на поддонах).

Организация складирования грузов и их перемещения требует применения различных типоразмеров многооборотной тары, удовлетворяющей основным требованиям:

- тип тары должен соответствовать роду груза;
- емкость тары должна быть согласована с размером партии груза;
- тара должна обеспечить возможность многоярусного хранения в штабелях с использованием вилочных и крюковых погрузчиков для ее перемещения;
- масса тары не должна превышать 0,12 массы ее с грузом.

Многооборотная производственная тара пригодна как для штабельного, так и для стеллажного способа хранения, она может перемещаться всеми видами транспорта, допускать возможность подъема крюками и вильчатыми захватами.

Для хранения агрегатов необходимо применять специальную тару, которую можно перевозить в кузове грузового автомобиля на внешних перевозках.

Применяемые на складах стеллажи подразделяются на стационарные и передвижные. В зависимости от назначения стеллажи могут быть универсальными и специальными. Специальные стеллажи предназначены для хранения определенной группы изделий или материалов.

По конструктивным признакам стеллажи различают полочные, каркасные, стоечные и консольные. Стоечные и консольные стеллажи применяют для хранения металла.

Автоматизированные склады предназначены для хранения грузов, уложенных в тару, большой номенклатуры с автоматической установкой на места хранения, учетом грузов и мест хранения и извлечением тары с грузом в необходимое время и помещением ее на стол выдачи груза в цех. Такие склады оснащают кран-штабелерами типа СА, предназначенными для перемещения грузов в таре. Выпускают кран-штабелеры СА-0,1; СА-0,25; СА-0,5 и СА-1,0 грузоподъемностью соответственно 0,1; 0,25; 0,5 и 1,0 т.

Грузоподъемные средства оснащены системой электроавтоматики, которая предусматривает управление краном-штабелером в ручном режиме из кабины, в полуавтоматическом режиме – с пульта управления, в автоматическом – через ПЭВМ.

Например, кран-штабелер СА-0,25 обеспечивает высоту подъема грузов 3,53; 4,73; 5,93; 7,13; 8,33 и 9,53 м. Габариты тары – 800 × 600 × 300 мм. Высота обслуживаемых стеллажей – 4,4; 5,6; 6,8; 8,0; 9,2; 10,4 м. Максимальное количество адресов по горизонтали – 60, по вертикали – 30.

Явочное количество складских рабочих $n_{яв}$ определяют по формуле

$$n_{яв} = \frac{Q_z \cdot k_n}{c \cdot d}, \quad (4.5)$$

где Q_z – годовое количество поступающих материалов, полуфабрикатов или изделий, т; k_n – коэффициент грузопереработки материалов, 2...6; c – норма переработки грузов одним рабочим в смену, т; d – число дней работы склада в течение года.

4.1.4. Планировочные решения

Планировка склада включает рабочие места приемки, сортировки и отправления грузов, расконсервации (консервации) деталей и сборочных единиц, их непосредственного хранения и отпуска. Предусматриваются конторские места кладовщиков для оформления, учета и отпуска грузов.

Для расконсервации деталей, поступающих на завод, применяют специализированную установку, состоящую из нагревательного шкафа для оплавления консистентных смазок, моечной машины и сушильного отсека. Установку обслуживает подвесной конвейер периодического действия. Изделия загружают в сетчатую тару. Приблизительно площадь рабочего места назначают из расчета 0,10...0,15 м² на одну тонну деталей.

Рабочие места консервации располагают при складах готовой продукции. Приблизительно площадь рабочего места консервации назначают из расчета 0,015...0,020 м² на один силовой агрегат.

Наибольшая площадь склада непосредственно приходится на хранение грузов. Определяют места штабельного и стеллажного хранения грузов. Для обслуживания стеллажей с грузами применяют кран-штабелеры подвесные, опорные и кран-штабелеры, опирающиеся на стеллаж.

Стеллажный способ хранения изделий позволяет наиболее полно использовать объем здания (вместе с грузоподъемными средствами – до низа несущих конструкций). Стеллажи (табл. 4.2) располагаются вдоль или по-

перек склада. Продольное расположение стеллажей закрывает доступ света через окна в стенах здания. При таком расположении стеллажей образуется несколько продольных проездов или проходов, что понижает использование площади здания.

Таблица 4.2

Типовой ряд стеллажей склада

Модель	Высота, м	Длина, м	Количество ячеек по го- ризонтали	Количество ячеек по вертикали	Количество секций	Длина склада, м	Масса, т
00	5,35	28,88	38	8	3	36	50,6
01	5,35	22,80	30	8	2	30	41,8
02	5,35	16,72	22	8	1	24	32,6
03	5,35	10,64	14	8	1	18	21,0

Расстояние между стеллажами (0,8...1,2 м) выбирается из расчета возможности перемещения консоли крана-штабелера с грузом. При высоте помещения до 7,2 м кран-штабелер управляется с пола, при большей высоте – из кабины. Процесс поиска свободных ячеек стеллажей, установки в них тары с грузом, учета загруженных ячеек, поиска и снятия необходимо груза легко автоматизируется.

Материалы, требующие одинаковых условий хранения по температуре, или опасные хранят в отдельных помещениях. Это относится к химикатам, лакокрасочным и смазочным материалам, топливу, автомобильным шинам, карбиду кальция, баллонам с газом и др.

Ввиду большой массы хранимого и перемещаемого груза большое внимание при организации складских работ уделяют выбору грузоподъемных средств.

Ширину транспортных проездов в складах B (м) определяют по формулам:

для одностороннего движения

$$B = v_1 + 2v_2;$$

для двустороннего движения

$$B = 2v_1 + 3v_2,$$

где v_1 – ширина транспортного средства, м; v_2 – ширина зазора между транспортными средствами, между ними и стеллажами, и штабелерами, 0,15...0,20 м.

Отапливаемые конторки кладовщиков служат для ведения складского делопроизводства. Они располагаются около входных ворот склада, представляют собой остекленные помещения со столами и оргтехоснасткой.

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение складов, их классификация.
2. Обоснуйте значение создания складских запасов оптимальной величины.
3. Приведите метод расчета складских запасов материалов и полуфабрикатов.
4. Приведите возможные пути автоматизации складских работ.

Лекция 4.2. ВНУТРИЗАВОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

Работы по технологическому перемещению ремонтируемых объектов обладают большой трудоемкостью, от их организации и вида применяемых погрузочно-разгрузочных и транспортных средств зависит общий уровень производительности труда на предприятии, затраты и эффективность производства. На транспортных работах в ремонтном производстве занято 5...8 % рабочих.

Транспорт ремонтного предприятия обслуживает *внешние и внутренние перевозки*. В результате внешних перевозок на предприятие доставляют ремонтный фонд, материалы, запасные части, полуфабрикаты комплектующие изделия, топливо и отремонтированные изделия по кооперации, а также вывозят готовую продукцию и отходы производства. Внутренние перевозки ведут между складами и цехами и внутри цехов.

4.2.1. Виды и характеристика внутризаводского транспорта

Межцеховой транспорт перемещает ремонтный фонд, материалы, запасные части, полуфабрикаты, комплектующие изделия, части ремонтируемых изделий и отремонтированные машины между цехами (участками) и складами.

Внутрицеховой транспорт служит для перемещения грузов между участками, промежуточными складами и рабочими местами. В ряде случаев транспортное перемещение изделий обеспечивается технологическим оборудованием.

Внутрицеховой транспорт перемещает груз в горизонтальном, вертикальном и комбинированном направлениях. По признаку прерывности этот транспорт подразделяется на циклический и непрерывный. Непре-

рывный транспорт перемещает грузы между участками, цехами и складами и между рабочими местами.

Для горизонтального перемещения грузов применяют автомобили, авто- и электропогрузчики, электрокары, конвейеры и монорельсы. Для вертикального перемещения грузов предназначены подъемники (электрические, пневматические и гидравлические) и тали. Для комбинированного перемещения грузов используют краны различных видов, в том числе кран-балки и кран-штабелеры.

Перемещение одних и тех же грузов в общем случае возможно различными средствами, поэтому выбор оптимального из них для конкретных условий производится путем технико-экономического анализа с учетом характеристики груза, объемов перевозок, видов обслуживаемых производственных участков, стоимости оборудования и затрат на его эксплуатацию.

Автомобили доставляют ремонтный фонд на разборочно-очистной участок и выполняют межцеховые перевозки. Работа автомобилей внутри помещения нежелательна по причине выделения большого количества отработавших газов. Загрузка автомобилей на внутризаводских перевозках, как правило, неполная.

Электро- и автопогрузчики способны поднимать груз на вилах или на крюке и перевозить его. Грузоподъемность электропогрузчиков составляет 0,35...5 т, а автопогрузчиков – 1...10 т. Угол наклона рамы грузоподъемника составляет: вперед 3°, назад 8...10°.

Электропогрузчики грузоподъемностью 350...630 кг широко применяются на складских работах. Однако их эксплуатация требует создания взрывоопасных участков для зарядки аккумуляторных батарей.

Автопогрузчики как средства большей грузоподъемности, чем электропогрузчики, применяют во вспомогательном производстве для снятия, перевозки и установки оборудования.

Электрокары представляют собой самоходные управляемые тележки, приводимые в движение от электродвигателя постоянного тока, получающего энергию от аккумуляторной батареи. Наиболее распространены электрокары с неподвижной платформой грузоподъемностью 600...1000 кг.

Подвесные грузонесущие конвейеры ГН-12, ГН-80Р, ГН-100Р, ГН-160 и ГН-200Д-50 выпускаются Львовским производственным объединением "Конвейер". Конвейеры оснащаются автоматическими погрузочно-разгрузочными устройствами АКП-125, АКП-320 грузоподъемностью соответственно 125 и 320 кг, для передачи грузов в стандартной таре с одного грузонесущего конвейера на другой. Автоматическую загрузку и раз-

грузку многополочных подвесок конвейеров для транспортировки однотипных грузов в виде тел вращения массой до 50 кг выполняют манипуляторы типа МАК-1 с гидравлическим приводом.

Подвесные толкающие конвейеры КТ-80 и КТ-100 отличаются наличием сцепа и тяговой цепи, разветвительных (встречных) и собирательных (попутных) стрелок. Конвейеры позволяют перемещать грузы, их сортировать и комплектовать по заданной программе, останавливать грузы для выполнения различных операций, создавать системы конвейеров любой длины и полностью ликвидировать перегрузочные операции.

Грузоведущие конвейеры предназначены для перемещения и автоматического распределения штучных и тарных грузов по сложным горизонтальным трассам. Грузоподъемность тележек составляет 50, 1215, 250, 500 кг и более. Скорость перемещения грузов – 0,3...47,5 м/с, а преодолеваемые подъемы и спуски – до 15°. Преимущества грузонесущих конвейеров заключаются в отсутствии заглоблений в полу и в простоте изменения трассы.

У конвейера ГВК-100 ходовой путь выполнен подвесным. Щелевой напольный тележечный конвейер ШК-450 выполнен таким образом, что его тяговая цепь расположена ниже уровня пола, тем самым позволяет движение по полу любого транспорта. Грузоподъемность тележки конвейера – 250 кг, скорость ее перемещения – 25 м/мин.

Монорельсовый транспорт может быть немеханическим и механическим. В первом случае тележка с грузом перемещается за счет мускульной энергии рабочего, во втором случае – с помощью электротельфера. Недостаток этого вида транспорта состоит в том, что он обслуживает узкую полосу площади. Применяется для передачи ремонтируемых изделий между рабочими местами.

Шагающие конвейеры циклического действия перемещают ремонтируемые объекты с позиции на позицию при их разборке или сборке.

Краны козловые обслуживают склады ремонтного фонда машин и металлов вне помещений. Эффективность таких кранов увеличивается, если в зоне их действия имеется железнодорожный путь, по которому поступают на завод грузы.

Краны мостовые подвесные и опорные обслуживают цеховые пролеты. С помощью этих кранов могут обслуживаться все рабочие места, расположенные в пролете, и прибывающий туда транспорт.

Краны консольно-поворотные (краны-укосины) обслуживают большую круговую площадь. Они эффективны при обслуживании рабочих

мест, расположенных у конвейеров, когда предмет ремонта перемещается между конвейером и оборудованием.

Краны-штабелеры обслуживают складские помещения со стеллажами. С помощью этих средств возможна полная автоматизация складских работ.

Транспортно-накопительные системы обслуживают поточно-механизированные линии и сборочные участки. Распространены системы гравитационного типа, которые не требуют энергии на перемещение на рабочие позиции изделий, установленных на гравитационные лотки.

Для ручного перемещения изделий между рабочими местами используют **склизы и рольганги**.

Характеристика оборудования для подъемов и перемещения ремонтируемых объектов и область его применения приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Классификация подъемно-транспортного оборудования
и область его применения

Назначение	Вид	Грузоподъемность, т						Длина транспортного пути, м
		0...0,125	0,125...0,5	0,5...10	1...2	2...3	3...5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Транспортирование	Конвейеры	+	+	+				20...70
	Краны	+	+	+	+			70...150
	Автомобили	+	+	+	+	+	+	180...600
Транспортирование с выполнением технологических операций	Поточно-механизированные линии	+	+	+				8...30
	Эстакады с тележками	+	+	+				8...30
	Конвейеры: - подвесные	+	+	+				20...70
	- напольные	+	+	+				20...70
Подъем	Подъемники	+	+	+	+	+		1...24
	Стационарные тельферы	+	+	+	+	+	+	1...12
	Лебедки	+	+					1...12
Подъем и транспортирование	Монорельсы	+	+	+				1...20
	Краны:							
	- мостовые	+	+	+	+	+	+	1...20
	- штабелеры	+	+	+	+	+	+	1...20
	- поворотные консольные	+	+	+				1...4,5
	- козловые	+	+	+	+	+	+	1...500
	Погрузчики	+	+	+	+			150...200
Манипуляторы	+						3	
Поворот	Кантователи	+	+	+				-

Окончание табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Транспортирование и хранение	Стеллажи:							
	- наклонные	+	+					5...10
	- вращающиеся	+						-
	Склизы	+	+					10...20
	Специальные тележки	+	+	+	+			6...60
	Тара	+	+	+				-
Монорельсы с крюками	+	+	+				-	
Удержание	Захваты	+	+	+	+	+	+	-
	Подвески	+	+					-
Подъем и хранение	Стеллажи элеваторные	+	+	+	+	+	+	1...10
	Накопители вертикальные	+	+					1...6

Внутренний грузооборот обусловлен объемом межцеховых и внутрицеховых перемещений грузов для каждого производственного участка.

Каждый отдельный участок стремятся разместить на площади одного пролета здания. Изделия перемещаются вдоль пролета от одной единицы оборудования к другой прямолинейно или зигзагообразно через проход. Передача изделий из одного пролета в другой вызывает затруднения и допускается лишь в случае крайней необходимости, например, при наличии в соседнем проеме недогруженного оборудования. Передача изделий из пролета в пролет выполняется следующими средствами: ручной или приводной тележкой, поворотным консольным краном, роулангом, тельфером на монорельсовом подвесном пути, вращающейся укосиной на мостовом кране.

Типовая конструкция производственной тары для механизированного перемещения и многоярусного хранения грузов определена межгосударственными стандартами ГОСТ 20185-74 и ГОСТ 16141-75. Наибольшее применение нашла тара с размерами в плане 800 × 600 мм. Конструкция производственной тары обеспечивает многоярусное хранение и подъем ее с пола или подставки вилочным или крюковым захватом погрузчика или кран-штабелера.

4.2.2. Грузопоток и грузооборот

Грузопоток перевозок определяется перемещаемого массой груза, а *грузооборот* – транспортной работой по его перемещению. Транспортная работа – это произведение массы перемещаемого груза на длину пути между грузоотправителем и грузополучателем.

Грузопоток и грузооборот могут быть наглядно представлены в виде эпюры. Оси абсцисс совмещают с траекториями перемещения груза, пер-

пендикулярно им на осях ординат откладывают значения массы перемещаемого груза, отнесенной к одному ремонтируемому объекту. Площадь эпюры – это значение грузооборота, отнесенного к одному ремонтируемому изделию. Эпюру грузооборота совмещают с планировкой производственного участка, анализ ее позволяет выявить уровень организации грузооборота: перемещаются ли грузы по траекториям минимальной длины, имеются ли взаимные пересечения грузопотоков и имеются ли ненужные перегрузки?

4.2.3. Выбор и определение количества транспорта

Выбор вида внутризаводского транспорта обусловлен типом производства, поскольку каждому типу производства соответствует своя форма организации производственного процесса. На участках массового и крупносерийного производства с поточным методом организации технологических процессов ремонтируемые объекты перемещаются конвейерным транспортом. На участках серийного производства с циклическим характером производства более рационально применение транспортного оборудования циклического действия.

При выборе вида подъемно-транспортного оборудования учитывают:

- годовой объем перемещаемых грузов, ритмичность и частоту их подачи;
- расстояния и условия перемещения, условия погрузки-разгрузки, величину транспортной партии;
- характеристику транспортных средств;
- требования к сохранности грузов, санитарно-гигиенические условия, безопасность выполнения работы.

Количество подъемно-транспортного оборудования $n_{нмо}$ определяют по формуле:

$$n_{нмо} = \frac{Gk}{\Phi_{до} \cdot q}, \quad (4.6)$$

где G – масса перемещаемого в течение года груза данным видом оборудования, т; k – коэффициент неравномерности грузопотока (в среднем $k = 1,2$); q – производительность оборудования, т/ч.

Если принять затраты на транспортную работу в 1 т-км на перемещение предмета ремонта с помощью подвешенного тянущего конвейера за единицу, то затраты на такое перемещение электрокарами, автомобилями и вручную составляют соответственно 3,3; 4,2 и 75 единиц.

4.2.4. Оптимизация внутривозовских перевозок

Процесс внутривозовского перемещения грузов оптимизируют методом линейного программирования транспортной задачи.

Полагаем, что на предприятии имеется n подразделений – отправителей груза (их количество равно i) и m подразделений – его получателей (их количество равно j). Обозначим через a_i массу груза, отправляемого i -тым отправителем, а через b_j – массу груза, получаемого j -тым получателем. Расстояние между i -тым и j -тым пунктами равно l_{ij} , транспортная работа по перемещению груза между этими пунктами – m_{ij} , количество единиц подъемно-транспортного оборудования, перемещающего груз между этими пунктами – X_{ij} , а стоимость перевозки единицы груза – C_{ij} . Требуется составить такой план перевозок, при котором или общий грузооборот, или общая стоимость транспортной работы будут минимальными при полном удовлетворении спроса на перемещение груза и соблюдении графика перевозок.

Экономико-математическая модель этой задачи может быть составлена в виде системы уравнений:

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, \dots, n); \quad (4.7)$$

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j;$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = b_j;$$

$$C_n = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min.$$

Условие задачи записывают в матричной форме (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Матрица задачи оптимизации внутривозовского транспорта

	b_1	b_2	...	b_m
a_1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	...	C_{1m} X_{1m}
a_2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	...	C_{2m} X_{2m}
...
a_n	C_{n1} X_{n1}	C_{n2} X_{n2}	...	C_{nm} X_{nm}

Для нахождения оптимального решения рассматриваем последовательность основных решений в виде $m + n - 1$ значений неизвестных $X_{ij} \geq 0$, расположенных в таких клетках, которые не образуют между собой ни одной замкнутой цепи, т.е. последовательно переходим к решениям с меньшим значением выражения

$$C_n = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} C_{ij} X_{ij}, \quad (4.8)$$

и через конечное число шагов приходим к оптимальному решению.

Оптимизация процесса перемещения грузов при минимальных транспортных затратах обеспечивает минимальную протяженность порожних пробегов, простоев оборудования в ожидании погрузки-разгрузки и самого времени погрузочно-разгрузочных работ. Оптимизация транспортного процесса может потребовать изменения планировки участка или компоновки производственного корпуса.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию заводского транспорта.
2. Какие результаты получают в результате анализа эпюры грузооборота производственного участка?
3. Как выбирают вид транспорта для перемещения грузов в пределах участка?
4. В чем заключается оптимизация внутризаводских перевозок?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАЗДЕЛУ

Проектирование участков обслуживающего производства

Функции обслуживающего производства заключаются в обеспечении основного и вспомогательного производств материалами, полуфабрикатами, запасными частями в необходимые моменты времени. Для этого в его составе имеются заводские и цеховые склады, оргтехника и транспортные средства.

При проектировании склада определяют объем хранения материалов и изделий, выбирают способ их хранения и по удельной допустимой нагрузке на пол определяют площадь, занятую средствами хранения. Следует оценить возможность создания стеллажного склада, обслуживаемого кранами-

штабелерами, со средствами автоматизации загрузки и выгрузки, поиска и учета хранимых материалов и изделий.

На складах находится большая масса материальных ценностей (оуществленных оборотных средств предприятия), поэтому должна быть организована их сохранность от порчи и хищений.

Внутризаводскому перемещению подлежат ремонтный фонд, материалы, запасные части, ремонтируемые изделия и готовая продукция. Некоторые изделия перемещаются несколько раз, поэтому объем перевозок велик. Сокращению затрат на перемещение предметов ремонта способствует правильный выбор транспортных средств и оптимизация объема перевозок.

Основные закономерности и понятия

После изучения материала главы студент должен знать:

1. Назначение и место заводских складов в производственном процессе ремонтного завода.
2. Методы расчета складских запасов материалов и полуфабрикатов.
3. Складское оборудование, метод его выбора и определения необходимого количества.
4. Средства автоматизации складских работ.
5. Назначение и классификацию внутризаводского транспорта.
6. Методы расчета грузопотоков и грузооборота на площади производственного участка.
7. Методы расчета количества внутризаводского транспорта.
8. Требования техники безопасности, охраны труда и экологической безопасности, учитываемые при проектировании участков обслуживающего производства.

Основные навыки

Студент должен уметь:

1. Рассчитывать значения складских запасов и площади складских помещений.
2. Разрабатывать планировку склада.
3. Составлять эпюру грузопотока и грузооборота на производственной площади производственного участка.
4. Выбирать вид внутризаводского транспорта для обслуживания потребности участка в перемещении грузов.
5. Оптимизировать протяженность и очередность перевозки грузов.

Раздел 5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лекция 5.1. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

5.1.1. Элементы технологической подготовки ремонтного производства

Создание или совершенствование участков или рабочих мест ремонтного производства происходит в результате его технологической подготовки (ТП). Эта подготовка представляет собой необходимое множество работ, которое приводит производство в состояние готовности к ремонту изделий определенной модели и комплектности, заданного объема, к установленному сроку, с установленными показателями качества и с наименьшими затратами. Номенклатура, объемы выпуска, показатели качества отремонтированных машин и сроки освоения являются ограничительными параметрами (они должны выполняться неукоснительно), а затраты на освоение ремонта являются параметром оптимизации (они должны быть наименьшими). Достижение состояния готовности ремонтного производства и представляет собой цель его технологической подготовки.

Признаки технологической готовности производства:

- подготовлено производственное помещение с инженерными сетями для подвода энергетических и технологических ресурсов, вентиляцией, отоплением и освещением;
- установлены и введены в эксплуатацию средства технологического оснащения;
- имеется комплект технологической документации на все операции ремонта;
- отремонтирована первая партия изделий и доказана возможность достижения с заданной производительностью требований к продукции, установленных нормативно-технической документацией.

Структура плана ТП ремонтного производства показана на рис. 5.1. Этот план содержит проектно-технологические работы, подготовку производственной площади, проектирование и изготовление средств технологического оснащения (СТО) силами собственного вспомогательного производства, приобретение покупных СТО, монтаж оборудования с подключением его к цеховым коммуникациям, испытание и ввод в эксплуатацию СТО. В развернутом плане ТП выдерживают соответствие "предмет ремонта – технологическая операция – СТО – мероприятия – сроки – исполнители". Соответст-

Мероприятия должны быть конкретными, объективными, однозначными, согласованными с исполнителями и соответствовать производственным мощностям служб вспомогательного производства. Мероприятия – основные элементы плана ТП – содержат словесные формулировки задач; от четкости, полноты и взаимосвязи их зависит своевременное и полное выполнение. Правильная постановка задачи – залог успешного ее решения.

5.1.2. Сроки и трудоемкость реконструкции

Длительность цикла ТП ремонтного производства как один из важнейших показателей эффективности производства зависит как от сроков проектирования СТО, так и от сроков их изготовления и внедрения.

Вначале определяют трудоемкость создания в собственном вспомогательном производстве СТО, необходимых для основных участков (рабочих мест) РП: разборочно-очистных, определения повреждений, восстановления деталей, сборочных и испытательных. Аргументами функций были основные параметры предмета труда и объемы производства. Трудоемкость создания СТО, необходимых для подготовки производственного участка (рабочего места), определяют следующим образом: составляют маршрутный (операционный) технологический процесс с литерой "П" и технологическую планировку (план расположения оборудования с точками коммуникационных подводов), описывающие создаваемый участок или рабочее место; затем на основании этих технологических документов составляют план подготовки производства; учитывают работы по изготовлению средств, их монтажу, испытанию и доработке.

Суммарную трудоемкость $T_{\text{уч}}$ (чел.-ч) изготовления и введения в эксплуатацию СТО определяют по формуле:

$$T_{\text{уч}} = k_m \cdot k_p \cdot T_{\text{об}}, \quad (5.1)$$

где k_m и k_p – коэффициенты, учитывающие работы по монтажу и доработке средств соответственно; n_m – количество технологических машин на участке.

Регрессионные зависимости влияния факторов, характеризующих предмет ремонта, на трудоемкость T (тыс. чел.-ч) создания участков (рабочих мест) следующие:

- разборочно-очистных

$$T = 2,329 \cdot 10^{-5} n_{\text{рп}}^{0,494} \cdot n_{\text{пп}}^{0,692} \cdot N^{1,281}; \quad (5.2)$$

- определения повреждений

$$T = 0,0290 \cdot n_{\text{о}}^{0,284} A^{-0,514} \cdot m^{0,740} \cdot N^{0,319}; \quad (5.3)$$

- восстановления деталей

$$T = 0,0630 \cdot S_n^{0,809} \cdot A^{-0,714} \cdot n_{np}^{0,195} \cdot n_a^{0,254} \cdot m^{0,714} \cdot N^{0,417}; \quad (5.4)$$

- сборочных

$$T = 9,349 \cdot 10^{-5} \cdot n_{pz}^{0,727} \cdot n_{np}^{1,160} \cdot N^{0,878}; \quad (5.5)$$

- испытательных

$$T = 2,842 \cdot 10^{-4} \cdot m^{1,545} \cdot N^{0,263}, \quad (5.6)$$

где n_{pz} и n_{np} – количество соответственно разбираемых и собираемых резьбовых и прессовых соединений; N – годовой объем выпуска, тыс. ед.; n_p – число контролируемых параметров; A – коэффициент точности основного элемента; m – масса предмета ремонта, кг; S_n – площадь восстанавливаемых элементов, см²; n_{np} – количество параметров расположения; n_a – количество видов восстанавливаемых элементов.

Увеличение фактора с положительным показателем степени приводит к увеличению трудоемкости ТП, а увеличение фактора с отрицательным показателем степени вызывает обратное действие. Численные значения показателей степеней при величине каждого фактора дают количественную оценку влияния соответствующего фактора на величину функции цели. Одинаковая направленность влияния факторов на величину трудоемкости имеет место в уравнениях (5.2) и (5.5) для разборочно-очистных и сборочных участков. Трудоемкость ТП растет с увеличением всех влияющих факторов: объемов ремонта, числа резьбовых и прессовых соединений. Трудоемкость ТП этих участков наибольшим образом зависит от объемов ремонта N . Эта зависимость имеет почти линейный характер, что объясняется необходимостью тиражирования СТО пропорционально увеличению объемов ремонта.

Фактор n_{np} оказывает в 1,40 и 1,58 раза большее влияние на величину T , чем фактор n_{pz} в разборочно-очистных и сборочных процессах соответственно. Это объясняется необходимостью изготовления более сложных и материалоемких технологических машин для разборки и сборки прессовых соединений с большим числом ступеней преобразования энергии, а, следовательно, и с более низким КПД, чем для разборки или сборки резьбовых соединений.

Доля работ, приходящихся на подготовку очистных процессов, составляет до 30 % всей трудоемкости подготовки разборочно-очистных участков.

Анализ уравнений трудоемкости создания участков (рабочих мест) определения повреждений и сортировки деталей дает такие результаты. Влияющие факторы, в зависимости от их вклада в значение функции цели, можно расположить в ранжировочный ряд: масса предмета труда, точность измерений, объемы ремонта и число контролируемых параметров. Увеличение точности проверяемого параметра (уменьшение значения коэффициента точности A), а также увеличение значений других факторов приводит к увеличению трудоемкости ТП. Если вклад в изменчивость переменной от числа контролируемых параметров принять за единицу, то вклад в эту изменчивость объема ремонта будет больше в 1,12 раза, коэффициента точности – в 1,81 раза и массы предмета ремонта – в 2,60 раза. Увеличение массы предмета ремонта требует увеличения габаритов и материалоемкости СТО, повышение точности измерений – оснащения технологической машины более точными измерительными средствами, а увеличение количества контролируемых параметров – увеличения контрольных агрегатов и необходимости использования устройств подачи изделий.

Подготовка участков восстановления деталей включает создание СТО для нанесения покрытий и обработки деталей, поэтому зависит от размеров покрытий, свойств материала детали, объемов ремонта и точности обработки. Наибольшее влияние на трудоемкость ТП оказывают площадь наносимых покрытий S_n , точность обработки A и масса предмета ремонта m . Меньшее значение оказывают объемы ремонта N , количество видов восстанавливаемых элементов и параметров расположения. Если принять степень влияния на величину T наименее значимого параметра n_{np} за единицу, то степень влияния остальных факторов составляет следующие значения: $n_e - 1,30$; $N - 2,14$; $A - 3,66$ и $S_n - 4,15$. Увеличение количества видов восстанавливаемых элементов требует создания СТО с большим количеством функций и нетрадиционными схемами базирования. Увеличение объемов ремонта связано с увеличением производительности машин. Увеличение массы предмета труда и точности его обработки связаны с повышением динамической жесткости технологической машины за счет увеличения размеров и массы ее элементов.

Трудоемкость подготовки испытательных операций зависит как от объемов ремонта, так и от массы предмета труда, причем последнее влияние в 5,87 раза больше, чем влияние N . Это объясняется большими возможностями по производительности применяемых технологических машин и тесной корреляционной связью между значениями массы предмета труда и величиной функции цели.

Трудоемкость ТП к ремонту объекта определенной модели определяют суммированием ее компонентов (рис. 5.2).

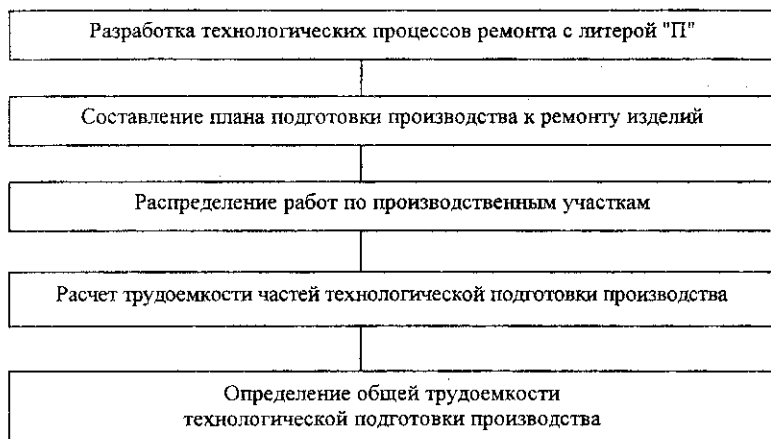


Рис. 5.2. Схема расчета трудоемкости технологической подготовки ремонтного производства

В начале работы необходимо иметь, как минимум, первую редакцию технологии (с литерой "П") ремонта изделия, из которой определяют наименования необходимых работ. Эти работы относят к организуемым производственным участкам.

Трудоемкость подготовки различных участков производства определяют по зависимостям (5.2) – (5.6). Уравнения (5.2) и (5.5) относятся ко всему ремонтируемому изделию, а уравнения (5.3), (5.4) и (5.6) – к его частям. Множество учитываемых частей (деталей и сборочных единиц ремонтируемого объекта) определяется исходя из возможной кооперации с другими ремонтными предприятиями, поступления запасных частей по договорам с машиностроительных предприятий и собственных возможностей.

Небольшая часть ремонтных работ (окрашивание, консервация и устранение дефектов, обнаруженных во время испытания и последующей эксплуатации в гарантийный период) оказалась нерассмотренной. Работы по созданию СТО, выполняющие указанные операции, учитывались путем введения коэффициента K_0 , характеризующего увеличение трудоемкости ТП сборочного (сборочно-испытательного) участка. Значение коэффициента 1,10...1,15 определяют опытно-статистическим путем.

Общая трудоемкость подготовки производства $T_{мл\text{ рп}}$ (тыс. чел.-ч) определяется сложением составляющих:

$$T_{мл\text{ рп}} = T_{ро} + T_{нов} + T_{ад} + K_d \cdot T_{сб} + T_{исп}, \quad (5.7)$$

где $T_{ро}$, $T_{нов}$, $T_{ад}$, $T_{сб}$ и $T_{исп}$ – трудоемкость подготовки участков (рабочих мест) разборочно-очистных, определения повреждений, восстановления деталей, сборочных и обкаточно-испытательных соответственно, тыс. чел.-ч.

Мощность участка вспомогательного производства $N_{умп}$ (тыс. чел.-ч/мес.) выражается количеством СТО, выпускаемых в единицу времени, или трудоемкостью их изготовления за это время и определяется делением общей трудоемкости (5.7) на установленное директивное время, в течение которого должна быть проведена ТП:

$$N_{умп} = T_{мл\text{ рп}}/n_m, \quad (5.8)$$

где n_m – директивный срок подготовки производства, мес.

5.1.3. Стоимость реконструкции

Стоимость реконструкции рассчитывается после определения объема строительной, технологической и энергетической частей.

Капитальные вложения K (руб.) в производство при его реконструкции включают стоимость зданий и сооружений K_1 (руб.), производственного основного и вспомогательного оборудования K_2 (руб.), приспособлений и инструмента K_3 (руб.):

$$K = K_1 + K_2 + K_3. \quad (5.9)$$

Стоимость зданий и сооружений определяется на основании смет, составленных по нормам и расценкам на строительные работы или по укрупненным показателям. Затраты по укрупненным показателям относят к 1 м^2 производственной площади или к 1 м^3 производственного здания.

Так, стоимость строительства K_1 может быть определена с помощью выражения

$$K_1 = K_{смр} \cdot F, \quad (5.10)$$

где $K_{смр}$ – средняя стоимость строительно-монтажных работ, отнесенная к 1 м^2 производственной площади производственного участка, руб./ м^2 ; F – производственная площадь участка, м^2 .

В стоимость технологического, энергетического и подъемно-транспортного оборудования включается как его собственная стоимость,

так и затраты на монтаж. При этом составляется сводная ведомость этого оборудования.

Аналогично определяется и стоимость приспособлений и инструмента.

В проектах реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий определяют размер дополнительных капитальных вложений, которые должны быть учтены в основных фондах предприятия.

5.1.4. Основные технико-экономические показатели и определение стратегии реконструкции

Эффективность работы производственного участка определяется *абсолютными и относительными показателями*.

К *абсолютным показателям* относятся: производственная мощность, стоимость основных фондов и оборотных средств, состав работающих, режим работы участка, мощность токоприемников, расход производственных ресурсов и строительно-планировочные показатели (производственная площадь, объем помещения).

Относительные показатели: себестоимость продукции; удельный годового выпуск продукции на одного работающего, на 1 руб. основных фондов, на 1 м² производственной площади, на 1 руб. заработной платы работающих; энерговооруженность производственных рабочих; фондоемкость единицы продукции; фондоемкость одного рабочего; прибыль; рентабельность производства; срок окупаемости капитальных вложений.

Направление развития ремонтного предприятия или его участков определяется в результате анализа баланса производственной мощности предприятия (участка), которая определяется по наличной производственной площади и действующему оборудованию.

Возможны такие ситуации и варианты решения:

- если недостаточная производственная мощность участка объясняется недостатком площади участка, то назначают его расширение путем перераспределения площадей между действующими участками или за счет строительства и введения в эксплуатацию новой производственной площади;

- если производственная мощность участка недостаточная по действующему оборудованию, то назначают техническое перевооружение этого участка;

- если "узким местом" предприятия является недостаточная производственная мощность участка как по площади, так и по оборудованию, то назначают реконструкцию этого участка.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите цель, содержание и функции технологической подготовки ремонтного производства.
2. Какие производственные отделы и подразделения участвуют в реконструкции участка, как планируют трудоемкость работ и сроки их выполнения?
3. Опишите метод определения трудоемкости реконструкции.
4. Какими показателями оценивают качество реконструкции?

Лекция 5.2. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ремонтно-восстановительное производство для повышения своей эффективности должно непрерывно уменьшать удельный расход производственных ресурсов, достичь и поддерживать нормативный уровень качества выпускаемых изделий. Это обеспечивается совершенствованием средств ремонта, внедрением новых технологических процессов и передовой организации производства.

5.2.1. Структура себестоимости ремонта машин

Анализ себестоимости ремонтируемой продукции в целом по предприятию или в разрезе его производственных участков и рабочих мест с выделением наиболее значимых статей расхода позволяет выявить "узкие места" производства, сравнить в различные временные промежутки затраты овеществленного и живого труда и принять соответствующие меры для уменьшения этих затрат. Мероприятия будут выражаться или изменением условий труда, или изменением организации производства, или заменой оборудования, или лучшим оснащением рабочих мест, или изменением технологии.

Наибольшая часть себестоимости ремонта техники в настоящее время приходится на запасные части (22...29 %), полуфабрикаты и материалы (15...17 %), в то время как доля затрат на тепловую и электрическую энергию составляет 12...15 %, а на заработную плату – 6...10 %. Соотношение составляющих себестоимости ремонта машин с течением времени непрерывно изменяется. Увеличилась ее доля, связанная с приобретением запасных частей и материалов, и сократилась доля заработной платы. Каждая со-

ставляющая себестоимости связана с расходом соответствующих видов производственных ресурсов, к которым относят денежные средства, материалы, полуфабрикаты, энергию и трудозатраты. На ремонт, например, одного автомобильного двигателя расходуют 60...140 кВт-ч электроэнергии, 420...2000 МДж теплоэнергии, 25...70 чел.-ч трудозатрат и 8...30 тыс. руб. на запасные части и материалы.

Баланс расхода тепловой энергии учитывает отопление и горячее водоснабжение административных и производственных зданий, расход тепла на технологические нужды (нагрев сред и материалов, сушку и др.) и тепловые потери в сетях.

Более двух третей (около 70 %) тепловой энергии на технологические нужды завода (рис. 5.3) приходится на очистку сборочных единиц и деталей от эксплуатационных и технологических загрязнений. Факт объясняется тем, что ранее не уделялось достаточного внимания расходу дешевых нефтеотходов, которые использовались в качестве топлива. Второе место занимает доля тепловой энергии на нагрев электролита в гальванических ваннах (11...15 %) и третье место – энергия на расконсервацию запасных частей и консервацию товарных деталей и сборочных единиц.

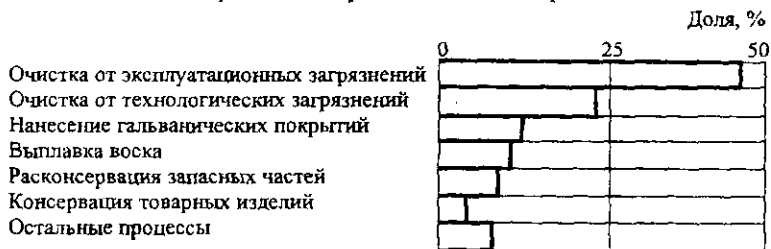


Рис. 5.3. Распределение расхода тепловой энергии на основные технологические процессы ремонта

Баланс расхода электроэнергии на производственные нужды определяется суммированием расходов энергии отдельными приемниками. Около половины общего расхода электрической энергии (рис. 5.4) приходится на терморadiационный и индукционный нагрев металла при его термической обработке и плавлении и на механическую обработку изделий. Более 20 % электроэнергии расходуют на процессы нанесения покрытий. Около 8 % электроэнергии тратится на обкатку агрегатов и приработку сопряжений.

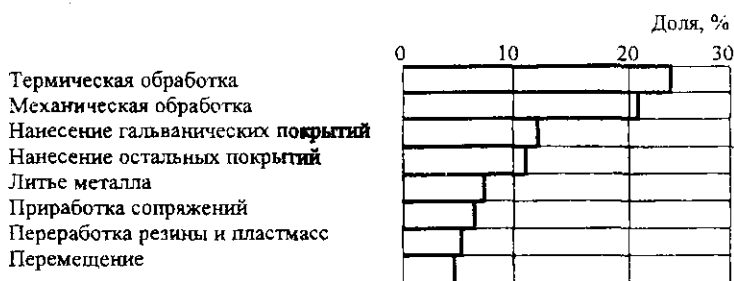


Рис. 5.4. Распределение расхода электрической энергии на основные технологические процессы ремонта

5.2.2. Ресурсосбережение в ремонтном производстве

Наиболее действенные мероприятия технологической подготовки ремонтного производства, направленные на уменьшение расхода дорогих запасных частей, связаны с полным использованием специфичного ресурса – остаточной долговечности деталей ремонтного фонда. Это частично решает проблему импортозамещения. Основные направления деятельности на этом пути следующие: углубленное определение технического состояния деталей ремонтного фонда и нахождение деталей, значения параметров которых находятся в допусках руководств по капитальному ремонту машин; освоение новых технологий восстановления деталей, которые согласно действующим нормативам подлежат замене на новые; внедрение элементов необезличенного ремонта машин с назначением объема ремонтно-восстановительных работ в зависимости от фактического технического состояния отдельных ремонтируемых объектов.

Перечень материалов, применяемых при ремонте отдельных машин, состоит из 250...300 наименований.

В этот перечень входят: металлопрокат круглого и шестигранного сечения, листовой прокат, Лабомиды и едкий натр для очистки, порошки для напыления, наплавочные проволоки и шнуры, хромовый ангидрид и кислота серная для хромирования, кислота соляная для пайки и железнения, бензин и масло для обкатки, технологические газы, СОЖ, пасты, смазки, пластмассы, клеи, прокладочные, лакокрасочные и антикоррозионные материалы и др.

Работа по уменьшению расхода финансовых средств на материалы направлена на обоснование замены материалов на более дешевые, сокращение времени протекания технологических процессов (очистных, прира-

боточных и др.) и повторное использование восстановленных, регенерированных и фильтрованных материалов.

Одним из эффективных путей снижения себестоимости восстановления деталей является применение отходов производства в качестве приращочного материала для получения покрытий.

Примеры использования отходов производства

Стружка при шлифовании стали ШХ15 содержит легирующие элементы (Cr, Mn, Si), а также до 8...10 % (по массе) абразивных зерен в результате изнашивания шлифовальных кругов. Лезвия дисковых рабочих органов сельскохозяйственных машин с покрытием из такого материала изнашиваются в основном по затылочной части с постепенным выходом на покрытие и существенно менее по режущей кромке, что обеспечивает самозатачивание детали в работе.

При лезвийной обработке заготовок из серого чугуна образуется стружка, которая может быть применена в качестве материала для газотермического напыления. Наиболее подходит для этой цели стружка после сверления и растачивания без СОЖ. Материал проходит циклонную очистку от пылевидных фракций, измельчение в шаровой мельнице и рассев для выделения фракций с размерами 40...160 мкм. Полученные порошки имеют повышенное содержание графита и кислорода, при этом содержание марганца и кремния не изменяется по сравнению с исходным составом материала. Текучесть порошков теряется. Структура покрытий, полученных воздушно-плазменным напылением на установке "Киев-7", отличается от исходной и представляет собой мартенсит, цементит, остаточный аустенит, а также метастабильный ϵ -карбид. Такой фазовый состав обуславливает резкое повышение микротвердости покрытий по сравнению с исходным порошком в 2,0...2,5 раза до значений 6000...8000 МПа. Прочность соединения покрытия с основой (сталь 45) при нормальном отрыве составляет 20...25 МПа. В условиях граничного трения с контртелом из нормализованной стали 40Х при удельном давлении 5,1 МПа и скорости скольжения 1 м/с эти покрытия не уступают плазменным покрытиям из никель-титанового сплава ПН55Т45.

Обязательным элементом организации производства является нормирование расхода энергии на отдельные виды выпускаемой продукции. Нормы расхода энергии состоят из двух частей – основной и дополнительной. Основная часть нормы включает необходимое количество энергии, которое должно быть затрачено на обрабатываемый объект с учетом объективных законов движения материи и преобразования энергии. Дополнительная часть учитывает несовершенство процессов, оборудования и орга-

активных законов движения материи и преобразования энергии. Дополнительная часть учитывает несовершенство процессов, оборудования и организации и прямые потери энергии. На предприятии создают комиссии и творческие коллективы, деятельность которых направлена на подробный анализ расходной части баланса потребленной энергии, минимизацию второй составляющей норм расхода энергоресурсов и обоснование соответствующих мер технологического и организационного характера.

Капитальные затраты на мероприятия по экономии энергоресурсов в 3...4 раза меньше по сравнению с затратами, необходимыми для выработки сбереженного количества энергии. Организация производства предполагает применение приборов учета энергии, отпущенной на цеховые участки и энергоемкое оборудование.

Экономический эффект от внедрения ресурсосберегающих мероприятий включает прямые и косвенные составляющие (исключение штрафов и налогов).

Расширение множества видов применяемой энергии связано с внедрением оборудования и процессов, преобразующих энергию движения материи на глубинных ее уровнях. Так, механическая энергия связана с движением макротел, тепловая и химическая – с движением молекул, электрическая – с движением ионов и электронов и т.д. Новые разработки, определяющие размеры машин, их КПД, экономичность и технический уровень, используют глубинные уровни превращения энергии. Так, получение потенциальной энергии давления сжатого воздуха связано с низким КПД и большой мощностью компрессоров и потребителей сжатого воздуха. Целесообразно пневмомеханические приводы заменить электромеханическими, питающимися током повышенной частоты (200 Гц). Электронно-лучевая и лазерная обработка материалов обеспечивает наибольшую плотность энергии в единице площади ($10^2 \dots 10^6$ кВт/см²), в то время как газовое пламя – только 3 кВт/см² с более низким КПД.

Подготовка процессов нагрева металла направлена на совершенствование шахтных и камерных печей и упорядочение графиков их работы, замену неэффективных машинных высокочастотных генераторов тиристорными преобразователями частоты тока. Режимы работы мощных металлургических и термических агрегатов должны обеспечить их длительную непрерывную работу, исключая разогрев и пуск оборудования после простоев. Существенный эффект дает оптимизация режимов нанесения покрытий и корректировка электролитов. Обкаточно-тормозные стенды бесцельно диссипируют энергию в нагрузочных реостатах, которая может

быть использована для нагрева технологических сред. До 5 % экономии электрической энергии достигается отключением в выходные дни заводских трансформаторов для исключения их холостого хода и автоматизацией включения конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности.

Уменьшению расхода тепловой энергии на технологические нужды способствует использование очистных сред, гальванических растворов и консервационных смазок, работающих при комнатных температурах. На заводах действуют две группы процессов – с поглощением и выделением тепла технологическими средами. Между этими группами процессов необходимо организовать взаимодействие. Градирири, например, могут играть роль полезных теплообменников, передающих тепло технологическим средам. Аналогичные функции могут выполнять стенды для испытаний тепловых устройств.

Весьма актуальны мероприятия, направленные на уменьшение энергозатрат на очистные процессы путем замены струйных способов очистки погружными и совершенствование последних.

Установка индивидуальных котлов малой мощности, достаточной для обеспечения теплом отдельных производственных корпусов, позволяет экономить около 200...300 Гкал тепла, так как отпадает необходимость содержания в горячем резерве заводской котельной и ежедневном пуске котлов. Использование тепла конденсата и изоляция теплотрасс сокращают потери теплотенергии до двух раз.

5.2.3. Качество ремонта

Отремонтированные машины относятся к продукции, которая расходует свой ресурс при использовании. Качество такой продукции может быть оценено показателями из десяти групп: показателями назначения, надежности, безопасности, технологичности, эргономичности, эстетичности, экологичности, стандартизации и унификации, патентно-правовыми и экономическими.

Наиболее критичными показателями для оценки качества ремонта являются показатели назначения, надежности и экономические.

Показатели назначения характеризуют способность машины выполнять функции, ради которых она создавалась (переработка энергии или материалов, обработка заготовок или почвы, перевозка грузов и т.д.).

В качестве показателей назначения принимают самые важные и необходимые свойства продукции. Оценка показателей назначения машины входит в программу ее функциональных испытаний. Значения показателей

назначения измеряют и оценивают при приемо-сдаточных и периодических испытаниях. Измеренные значения параметров при функциональных испытаниях отремонтированных машин, как правило, соответствуют нормативным, однако темп их изменения в эксплуатации не в лучшую сторону превышает допустимый.

Показатели надежности определяют свойство машины сохранять и восстанавливать ее работоспособность в процессе эксплуатации. Они дополняют показатели назначения в части обеспечения их стабильности в течение длительного времени. Оценка показателей надежности машины входит в задачу испытаний на надежность.

Фактическая наработка отремонтированной техники существенно уступает нормативным показателям и наработке новых изделий. Нормативную послеремонтную наработку выдерживают, например, только 40...60 % двигателей легковых автомобилей и 30...40 % двигателей грузовых автомобилей.

Качество продукции представляется в виде иерархической структуры (дерева свойств), на самом высоком уровне которой находится совокупное качество, а на самом низком уровне – простые свойства.

Каждое простое или сложное свойство может характеризоваться относительным значением показателя, который определяется сопоставлением измеренных значений абсолютного показателя со значением базового показателя. Базовый показатель отражает изменяющийся во времени уровень техники.

Качество продукции оценивается единичными, комплексными и интегральными показателями. Единичные показатели относятся к одному из свойств продукции, комплексные – к нескольким свойствам, а интегральный показатель концентрирует в себе все свойства.

Комплексный показатель выражается средневзвешенным арифметическим Q и геометрическим V единичных показателей:

$$Q = \sum_{i=1}^{i=n} m_i \cdot q_i, \quad (5.11)$$

$$V = \prod_{i=1}^n q_i^{m_i}, \quad (5.12)$$

где m_i – коэффициент весомости; q_i – единичный показатель качества; $i = 1, \dots, n$; n – число показателей.

Интегральный показатель P_n выражает соотношение суммарного полезного эффекта \mathcal{E} от применения продукции и суммарных затрат Z на ее создание и эксплуатацию:

$$P_n = \frac{\mathcal{E}}{Z}. \quad (5.13)$$

Интегральный показатель качества целесообразно применять при оценке продукции в случае отсутствия ее аналогов для сопоставления с таким же показателем лучшего образца продукции аналогичного назначения.

Современная *система качества ремонта машин* – это совокупность организационной структуры, ответственности, процедур и ресурсов, обеспечивающая общее руководство качеством. Системы производства (работники, машины, ресурсы и методы) находятся в связях и отношениях с потребителями продукции. Эта система строится в соответствии с требованиями стандартов ISO 9000 и включает цель, организационную и функциональную структуры, методики, процессы и ресурсы, необходимые для управления качеством. Система должна обеспечить корректирование, обеспечение и непрерывное улучшение качества.

5.2.4. Технический уровень производства

Технический уровень производства – это относительная характеристика, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих его техническое совершенство с базовыми значениями этих показателей.

До 80...90 % трудоемкости ремонта приходится на участки разборки, очистки, определения технического состояния деталей, восстановления деталей и сборки, обкатки агрегатов, которые определяют специфику и технический уровень ремонтного производства.

Повышение технического уровня разборочно-очистных процессов представляет одну из ключевых проблем ремонта.

Необходим переход от стационарно-постовой к поточной организации разборки, что повысит качество и производительность труда и позволит использовать механизированные средства. В результате будет исключена ручная ударная разборка прессовых соединений, повреждающая детали. Для сохранения остаточного ресурса деталей и сборочных единиц требуется внедрение маркирования и прослеживаемости деталей, элементов необезличенного ремонта и применения механизмов для узловой разборки со статическим приложением нагрузки к деталям разъединяемых сопряжений.

Чистота поверхностей деталей обеспечивается в результате надлежащего отделения эксплуатационных и технологических загрязнений с учетом разнообразия их свойств. Наименьший расход материалов и энергии обеспечивает применение системы оборудования погружного типа для очистки внутренних и наружных поверхностей деталей от маслогрязевых и асфальтосмолистых загрязнений с непрерывной фильтрацией очистного

раствора и машин ударно-диспергирующего типа для очистки поверхностей деталей от нагара и накипи. До 60 % массы загрязнений отделяется от поверхности деталей во время их выдержки в остывающем и неподвижном растворе в межсменное время. Очистные операции на ряде заводов являются самыми непривлекательными и тяжелыми, что объясняется тепловыделением от очистных машин, большой трудоемкостью загрузки, укладки и снятия деталей и большой влажностью воздуха в помещении. На этих операциях требуется улучшение условий труда.

В производство следует внедрить эффективные средства для очистки и контроля герметичности каналов масляной системы.

Необходима разработка и внедрение многошпindelных гайковертов для разборки групп резьбовых соединений. Гайковерты должны проектироваться из унифицированных блоков. Разборка прессовых соединений должна быть полностью оснащена прессоразборочными механизмами. Прессоразборочные механизмы стационарного типа наиболее эффективны при поточной организации труда на постах узловой разборки. Технический уровень разборочного оборудования определяется давлением энергоносителей и частотой потребляемого тока. Необходимы исследования по определению оптимального сочетания разборочных и очистных воздействий на предмет ремонта.

Запас остаточной долговечности деталей, необходимый для их повторного применения, определяют на стадии определения их технического состояния. По причине отсутствия или несовершенства средств для измерения этого параметра на восстановление направляются и те детали, которые не обладают достаточным запасом долговечности, что приводит к увеличению количества изломов деталей в эксплуатации. Технический уровень контрольно-сортировочного оборудования недостаточен. Это отнесется, главным образом, к оборудованию для определения течей в стенках и в стыках и усталостных трещин в поверхностном слое металла. Применяемое оборудование для определения трещин в шейках валов и в теле деталей типа шатуна не обеспечивает объективный контроль. Наиболее актуально создание средств для определения опасных усталостных трещин на шейках чугунных коленчатых валов. При определении трещин с помощью промышленных магнитно-люминесцентных или токовихревых средств невозможно обнаружить опасные трещины в основном металле детали среди наплавочных трещин в нанесенном покрытии. Оборудование для обнаружения течей сквозь стенки корпусных деталей устроено таким образом, что при создании замкнутого объема, в который вводят пробное вещество, стыковые поверхности детали соприкасаются с герметизируемыми плита-

ми. Трещины, выходящие на стыковые поверхности, закрываются и не могут быть обнаружены. Дефекты, незамеченные во время приемочных испытаний и выявленные в эксплуатации, могут быть исключены применением точного испытательного оборудования и разработкой принципиально нового диагностического оборудования, обеспечивающего безразборное и объективное нахождение неисправностей.

Большая доля ремонтных работ связана с обработкой отверстий. В большинстве случаев поверхности отверстий должны быть обработаны с точностью до 6-го квалитета и шероховатостью Ra до 0,32 мкм. Кроме того, в корпусных деталях поверхности отверстий выполняют функции элементов, ориентирующих между собой сопрягаемые детали. Взаимное расположение поверхностей различных деталей определяет величину линейных и угловых замыкающих размеров, недопустимые значения которых приводят к нерасчетным режимам смазки, "паразитным" нагрузкам в сопряжениях и циркуляции мощности в кинематических контурах. Эти явления приводят к снижению послеремонтной наработки агрегатов и перерасходу топлива и масла. Точной обработке подлежат отверстия в коренных опорах, втулках распределительного вала, под гильзы и толкатели в блоках цилиндров, в верхней и нижней головках шатуна, под поршневой палец в поршне и др.

Анализ применяемого в РП расточного оборудования, например станков 2Е78, РД-2, РД-53 и КИ-14574, показывает невозможность получения параметров отверстий, установленных нормативной документацией. Нормативную точность обработки обеспечивают расточные станки повышенной точности Одесского и Самарского станкозаводов.

Процессы механической обработки восстанавливаемых деталей в большинстве случаев копируют соответствующие процессы машиностроения. К процессам механической обработки в ремонте должны быть иные подходы, чем в машиностроении, по причине различий исходных заготовок. Скорость резания при лезвийной обработке достигает 80 м/мин, а при абразивной — 50 м/с, что в 1,5...2 раза меньше, чем в передовых отраслях машиностроения.

Для одних и тех же деталей рекомендуется много различных способов восстановления, в то же время каждому способу ставится в соответствие необоснованно большая номенклатура деталей. Рекомендации о применении различных способов восстановления не согласованы с объемами производства. Низкое качество восстановительных покрытий объясняется несоответствием действительных и расчетных значений технологических режимов протекающих процессов, что, в свою очередь, связано с отсут-

вием или большой погрешностью приборов, контролирующих значения технологических параметров, и несовершенством оборудования.

Недостаточная точность замыкающих размеров при групповой сборке сопряжений объясняется отсутствием или недостаточной точностью измерительных средств. К недостающим средствам относят индикаторы с ценой деления 1...2 мкм и средства пневматического контроля. Наибольшую трудность представляет обеспечение замыкающих размеров, которые устанавливаются путем подгонки или подбора компенсирующих элементов. Необходимо организовать наличие непрерывно восполняемого запаса (до сменного объема) компенсирующих элементов и иметь индикаторные средства для определения размеров этих элементов.

К снижению ресурса отремонтированной техники приводит статическая и динамическая неуравновешенность вращающихся и поступательно движущихся ее частей. Точность распространенных в ремонте балансировочных машин БМ-4У и КИ 4274 не соответствует современным требованиям. Нормативную точность балансировки обеспечивают станки МС-9715 и МС-9716, работающие в зарезонансном режиме. При ремонте агрегатов необходимо балансировать не только их валы, но и сами агрегаты в сборе.

Точность затяжки резьбовых соединений обеспечивается внедрением предельных и динамометрических ключей и устройств к сборочным машинам для кинематического отключения привода при достижении установленного крутящего момента, стендов для контроля и поверки инструмента для сборки резьбовых соединений.

Разработка единого методологического подхода в ремонтном производстве к разработке и созданию системы СТО ведет к экономически обоснованному и технически оправданному количеству типов технических устройств и их модулей. Это ведет к уменьшению времени на создание техники, упрощает ее обслуживание и ремонт. Необходим системный подход к проектированию функционально связанных СТО.

Средства, процессы и методы, предлагаемые для внедрения в ремонтное производство в результате его организационно-технологической подготовки (ОТП), и их сравнение с действующими объектами и процессами приведены в табл. 5.1.

Около половины эффекта от применения предлагаемых технических решений создают мероприятия по восстановлению деталей, а остальную долю – мероприятия по определению технического состояния деталей, совершенствованию разборочно-очистных, обкаточно-испытательных и комплектовочно-сборочных процессов. Внедрение предложенных мероприятий в производство приводит к снижению затрат на ремонт агрегатов на 25 % при обеспечении нормативных показателей качества.

Таблица 5.1

Действующие в РП средства, процессы и методы,
предлагаемые для внедрения в результате ОТП РП

Технические объекты и процессы, методы		Источник получения эффекта
Базовые	Предлагаемые	
1	2	3
Разборочно-очистной участок		
Оборудование для струйной очистки -	Оборудование для погружной очистки с активацией очистного раствора. Ленточный конвейер для перемещения метизов	Повышение качества и производительности очистки. Уменьшение затрат живого труда
Машины для барабанной очистки метизов с ручной загрузкой и выгрузкой	Барабанно-шнековая машина для очистки метизов с их автоматической разгрузкой	Повышение качества и производительности очистки
Разборка на стационарных стендах или эстакаде -	Подразборка и общая разборка на линейном конвейере. Оптимальное сочетание разборочных и очистных воздействий	Уменьшение затрат живого труда. Повышение качества и производительности воздействий
Гайковерты для ручной разборки	Гайковерты для одновременной разборки групп соединений	Уменьшение затрат живого труда
Ударная ручная разборка	Средства блочно-модульного типа для узловой разборки прессовых соединений	Уменьшение затрат живого труда
Машины для очистки в растворах Лабомида, потоком косточковой крошки	Машины для отделения прочных загрязнений от поверхностей деталей в расплаве солей, потоком стеклянных шариков, в растворе кислот	Повышение качества и производительности очистки
Средства для очистки сред отстаиванием	Средства для регенерации очистных сред флотацией, коагуляцией, фильтрованием	Повышение качества и производительности очистки
Сортировочный участок		
Универсальные средства	Машины для полуавтоматической сортировки деталей - тел вращения. Машины для пневмоконтроля отверстий в корпусных деталях и гальзах. Машины для комплексных измерений параметров деталей. Машины для полуавтоматической сортировки по критерию жесткости пружин	Повышение производительности труда, использование остаточной долговечности деталей ремонтного фонда, уменьшение расхода запасных частей

Окончание табл. 5.1

1	2	3
Участок восстановления деталей		
Единичные машины индивидуального проектирования	Машины блочно-модульной компоновки для нанесения покрытий на поверхности основных и базовых деталей. Машины с новыми схемами базирования деталей при механической обработке	Уменьшение времени и затрат на создание машин. Уменьшение трудоемкости механической обработки, повышение точности расположения поверхностей
Комплектовочно-сборочный участок		
Универсальные измерительные средства.	Средства для комплектования групп деталей. Патентоохраняемые средства для узловой сборки изделий.	Уменьшение трудоемкости процесса. Повышение качества и производительности сборки
Единичные машины индивидуального проектирования	Блочнo-модульные средства для сборки резбовых и прессовых соединений	Уменьшение объема ТП, повышение производительности сборки
Обкаточно-испытательный участок		
Режимы приработки, установленные руководством по капитальному ремонту	Режимы приработки на масле с активными добавками, обеспечивающие эффект безызносности	Уменьшение в два раза основного времени обкатки
Инженерные службы завода		
Применение методов проектирования единичных машин и типовых процессов	Применение системы методов проектирования машин и процессов: - структурно-параметрический метод синтеза исполнительных агрегатов (модулей) и их рядов; - компоновка технологических машин и планировка производственных участков	Уменьшение объема проектных работ, уменьшение трудоемкости изготовления технологических машин и объема ТП РП, повышение качества создаваемых машин

Вопросы для самоконтроля

1. С какой целью производят анализ себестоимости ремонтируемой продукции, какие выводы делают из этого анализа?
2. Существует ли проблема повышения качества ремонта, если существует то, в чем она состоит?
3. Ремонтное производство считают ресурсосберегающим, однако, исчерпаны ли резервы ресурсосбережения в ремонте машин и восстановлении деталей?
4. Как Вы считаете, какие меры в наибольшей мере повышают технический уровень ремонтно-восстановительного производства?

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускник вуза технологического профиля (будущий руководитель, организатор, технолог или конструктор) будет в той или иной мере заниматься проектированием ремонтно-восстановительного производства. Наиболее вероятное его участие будет в реконструкции участков предприятия.

Роль проектирования ремонтного производства велика. В результате этой работы и ее практической реализации произойдут количественные (увеличение производственной мощности) и качественные (организационные и технологические) изменения. В проекты закладывают передовые формы организации производства, современные способы переработки материалов, энергии и информации, которые повысят технический уровень производства. Однако затраты на реконструкцию участков должны окупиться.

Введение в эксплуатацию производственных участков после их реконструкции обеспечит выпуск продукции заданного объема, установленного качества с наименьшими затратами.

Необходимо отметить, что за некачественное проектирование производственного участка, если это приведет к ненадлежащим условиям труда, травмированию работников, экологическому ущербу и неоправданному перерасходу средств и производственных ресурсов, руководитель проекта, его разработчики и эксперты несут материальную, административную, дисциплинарную, а также уголовную ответственность.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Апанасенко В.С., Игудесман Я.Е., Савич А.С. Проектирование авторемонтных предприятий. – Минск: Высшая школа, 1972. – 246 с.
2. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. – 6-е изд., перераб. и доп.: Учебник для машиностроительных вузов. – М.: Высшая школа, 1969. – 480 с.
3. Миклуш В.П., Шаровар Т.А., Уманский Г.М. Организация ремонтно-обслуживающего производства и проектирование предприятий технического сервиса АПК: Учебное пособие / Под ред. В.П. Миклуша. – Минск: Ураджай, 2001. – 662 с.
4. Проектирование авторемонтных предприятий: Учебное пособие / Л.В. Дехтеринский, Л.А. Абелевич, В.И. Карагодин и др. – М.: Транспорт, 1981. – 218 с.
5. Сборник противопожарных норм и правил противопожарного проектирования. – 4-е изд., перераб. и доп. / Сост. В.В. Денисенко. – Киев: Будівельник, 1990. – 382 с.

Дополнительная

1. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков; Под ред. В.В. Варнакова. – М.: Колос, 2000. – 256 с.
2. Милотин В.С., Коротков В.А. Источники питания для сварки: Учебное пособие. – Челябинск: Металлургия Урала, 1999. – 368 с.
3. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
4. Правила безопасности при работе с механизмами, инструментом и приспособлениями / Министерство топлива и энергетики Республики Беларусь. – Минск: Международная организация "ШАНС", 1996. – 217 с.
5. Рекомендации по использованию производственных мощностей ремонтных предприятий. – М.: ГОСНИТИ, 1977. – 194 с.

Нормы складских запасов

Наименования	Нормы запаса в календарных днях	
	При поступлении от поставщика	При поступлении с баз снабжения
Запасные части	20...25	12...15
Металлы	15...20	10...12
Крепежные детали (метизы)	12...15	8...10
Комплекующие изделия	12...15	10...12
Вспомогательные материалы	12...15	8...12
Лакокрасочные и химические материалы	15...20	10...12
Горючесмазочные материалы	—	8...12
Циноматериалы	12...15	7...10
Сжатые газы в баллонах	—	3...5
Ремонтный фонд	12...15	—
Готовая продукция	3...5	—

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 3. Проектирование участков вспомогательного производства	3
Лекция 3.1. Участки по изготовлению сооружений, оборудования, оснастки и содержанию их в исправном состоянии	3
3.1.1. Функции и состав участков.....	3
3.1.2. Потребность в изготовлении, ремонте и обслуживании оборудования, оснастки и сооружений.....	3
3.1.3. Численность рабочих, оборудование и площадь участка.....	7
3.1.4. Планировки.....	9
Вопросы для самоконтроля	9
Лекция 3.2. Отдел главного энергетика	10
3.2.1. Определение потребности в электрической и тепловой энергии, сжатом воздухе, горючих газах и кислороде.....	10
3.2.2. Структура и функции энергохозяйства.....	13
3.2.3. Численность персонала. Расчет оборудования и площади.....	15
3.2.4. Размещение и планировки.....	15
Вопросы для самоконтроля	16
Лекция 3.3. Заводская лаборатория	16
3.3.1. Функции, структура, персонал.....	16
3.3.2. Оборудование и площадь лабораторий.....	18
3.3.3. Аккредитация.....	19
3.3.4. Примерные планировки лабораторных отделений.....	20
Вопросы для самоконтроля	22
Заключение по разделу	22
Раздел 4. Проектирование участков обслуживающего производства	24
Лекция 4.1. Заводские и цеховые склады	24
4.1.1. Назначение и виды складов.....	24
4.1.2. Расчет складских запасов и площади помещений.....	27
4.1.3. Взаимодействие складов и производственных участков. Складское оборудование.....	28
4.1.4. Планировочные решения.....	29
Вопросы для самоконтроля	31
Лекция 4.2. Внутризаводской транспорт	31
4.2.1. Виды и характеристика внутризаводского транспорта.....	31
4.2.2. Грузопоток и грузооборот.....	35
4.2.3. Выбор и определение количества транспорта.....	36
4.2.4. Оптимизация внутризаводских перевозок.....	37
Вопросы для самоконтроля	38
Заключение по разделу	38
Раздел 5. Эффективность проектных решений и направления развития ремонтного производства	40
Лекция 5.1. Оценка эффективности проектных решений	40
5.1.1. Элементы технологической подготовки ремонтного производства.....	40
5.1.2. Сроки и трудоемкость реконструкции.....	42
5.1.3. Стоимость реконструкции.....	46
5.1.4. Основные технико-экономические показатели и определение стратегии реконструкции.....	47
Вопросы для самоконтроля	48
Лекция 5.2. Научно-технический прогресс в ремонтно-восстановительном производстве	48
5.2.1. Структура себестоимости ремонта машин.....	48
5.2.2. Ресурсосбережение в ремонтном производстве.....	50
5.2.3. Качество ремонта.....	53
5.2.4. Технический уровень производства.....	55
Вопросы для самоконтроля	60
Общее заключение	61
Литература	62
Приложение	63

Учебное издание

Владимир Петрович Иванов

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ
РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

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

Часть II

Подписано в печать 24.10.02	Формат 60x84/16	Печать офсетная
Усл. печ. л. 3,72	Уч. изд. л. 3,78	Тираж 50
		Заказ 329

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