

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный
университет»
Институт механизации и технического сервиса

Направление: _____ *Агроинженерия* _____

Профиль _____ *Технический сервис в АПК* _____

Кафедра: _____ *Общеинженерные дисциплины* _____

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: Проектирование цеха механической обработки с
разработкой специального приспособления для нарезания резьбы.

Шифр СПНР 00.00.00 ПЗ

Студент _____
подпись _____ Саттаров Р.Н.
Ф.И.О.

Руководитель _____
ученое звание доцент _____
подпись _____ Марданов Р.Х.
Ф.И.О.

Допущен к защите (протокол заседания кафедры № _____ от _____)

Зав. кафедрой _____
ученое звание профессор _____
подпись _____ Яхин С.М.
Ф.И.О.

Казань – 2018

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе
Саттарова Раиля Наильевича на тему:
Проектирование цеха механической
обработки с разработкой специального
приспособления для нарезания резьбы

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 79 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 6 рисунков, 14 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы содержит 50 наименований.

В первом разделе изложены основные положения по проектированию производства.

Во втором разделе, представлен проект реконструкции цеха механической обработки

В третьем разделе разработано специальное приспособление. Произведены необходимые конструктивные и технологические расчеты.

В четвертом разделе спроектированы мероприятия по безопасности жизнедеятельности на производстве при токарных работах

В пятом разделе дано экономическое обоснование конструкции приспособления. Подсчитан экономический эффект от внедрения и срок окупаемости капитальных вложений.

Записка завершается выводами и предложениями.

ANNOTATION

to the final qualifying work Sattarov Rail Nailevich on the theme: Designing a machining shop with the development of a special device for threading

Graduation qualification work consists of an explanatory note on 79 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, five sections, conclusions and includes 6 figures, 14 tables, 1 annex. The list of used literature contains 50 naming.

The first section outlines the main provisions for the design of production.

In the second section, a reconstruction project for the machining shop

In the third section, a special device has been developed. The necessary design and technological calculations have been made.

In the fourth section, measures have been designed for the safety of life in the workplace for lathe work

The fifth section gives an economic justification for the construction of the device. The economic effect of the implementation and the payback period of capital investments have been calculated.

The note ends with conclusions and suggestions.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1.ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	7
1.1 Общие положения	7
1.2 Пути интенсификации технологических процессов	8
1.3 Способы организации процесса.....	13
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ..	15
2.1 Обоснование производственной программы.....	15
2.2 Расчёт трудоёмкости	16
2.3 Расчёт годовых фондов времени.....	18
2.4 Определение основных параметров производственного процесса	20
2.5 Распределение трудоёмкости по участкам	21
2.6 Подбор технологического оборудования.....	22
2.7 Расчёт производственной площади цеха.....	24
2.8 Расчет и подбор ремонтно-технологического оборудования	27
2.9 Расчет потребности в энергоресурсах	33
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ.....	34
3.1 Общие сведения о резьбонарезании	34
3.2 Основные методы изготовления резьб	37
3.3 Нарезание резьбы метчиками.....	38
3.4 Разработка специального приспособления для нарезания резьбы	41
3.5 Конструктивные расчеты.....	43
3.5.1 Расчет пружины на сжатие	43
3.5.2 Расчет силы резания.....	47

4	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА	
	ПРОИЗВОДСТВЕ.....	49
4.1	Пути предупреждения повторяемости несчастных случаев на производстве	49
4.2	Общие правила безопасности при работе на металлорежущих станках в механическом цехе	50
4.3	Основные положения по организации воздухообмена.....	56
4.4.	Расчёт вентиляции участка.....	58
4.5.	Производственная гимнастика на рабочем месте	60
5	ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ	
	РАЗРАБОТКИ	66
5.1	Расчет балансовой стоимости проектируемого приспособления..	66
5.2	Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	70
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	75
	ПРИЛОЖЕНИЕ....	80

ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей при проектировании и реконструкции как механических, так и всех других производственных цехов является обеспечение того, чтобы ко времени ввода в действие они оказались технически передовыми, имели высокие показатели по производительности труда, себестоимости и качеству продукции и отвечали современным требованиям по условиям труда. Для решения этой задачи проектирование должно вестись на основе максимального учета новейших достижений науки и техники в данной отрасли производства, применения в проектируемом цехе наиболее прогрессивных технологических процессов, высокопроизводительного оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов, а также передовых форм организации производства и управления с применением автоматизированных систем.

Повышение производительности труда и рентабельности механосборочного производства достигается, в частности, уменьшением объемов механической обработки на основе применения качественных и точных заготовок, полученных прогрессивными методами. При производстве литых заготовок необходимо стремиться к дальнейшему увеличению количества отливок, полученных литьем по выплавляемым моделям, литьем под давлением, в вакууме и т.д., а также внедрению индукционных печей для плавки чугуна и новых технологических процессов плавки стали, обеспечивающих снижение в металле вредных примесей.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Общие положения

Главной задачей при проектировании и реконструкции как механических, так и всех других производственных цехов является обеспечение того, чтобы ко времени ввода в действие они оказались технически передовыми, имели высокие показатели по производительности труда, себестоимости и качеству продукции и отвечали современным требованиям по условиям труда. Для решения этой задачи проектирование должно вестись на основе максимального учета новейших достижений науки и техники в данной отрасли производства, применения в проектируемом цехе наиболее прогрессивных технологических процессов, высокопроизводительного оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов, а также передовых форм организации производства и управления с применением автоматизированных систем.

При проектировании технологических процессов изготовления машин за основные технические и организационные направления принимаются

- 1) повышение производительности труда и рентабельности производства;
- 2) интенсификация технологических процессов;
- 3) широкое развитие поточных методов организации производства, механизация и автоматизация производственных процессов не только в массовом, но и во всех других типах производств;
- 4) повышение качества обработки деталей и сборки машин.

Повышение производительности труда и рентабельности производства достигается, в частности, уменьшением объемов механической обработки на основе применения качественных и точных заготовок, полученных прогрессивными методами. При производстве литых заготовок необходимо

стремиться к дальнейшему увеличению количества отливок, полученных литьем по выплавляемым моделям, литьем под давлением, в вакууме и т.д., а также внедрению индукционных печей для плавки чугуна и новых технологических процессов плавки стали, обеспечивающих снижение в металле вредных примесей.

При использовании заготовок кузнечно-штамповочного производства необходимо стремиться к увеличению доли заготовок, получаемых методами горячей штамповки, в том числе, изготавливаемых точной объемной штамповкой, штамповкой на кривошипных горячештамповочных прессах, штамповкой с применением периодического проката, чеканкой и калибровкой после объемной штамповки, ковкой на радиально-ковочных машинах, высадкой повышенной точности на горизонтально-ковочных машинах и штамповкой горячим выдавливанием.

Расширение объема производства точных и качественных заготовок требует повышения серийности заготовительных производств для чего необходима дальнейшая стандартизация, унификация и нормализация изделий, узлов и деталей внутри каждой отрасли. Увеличение серийности позволит применять поточные, механизированные и автоматические линии на всех стадиях технологических процессов производства заготовок, обеспечит экономическую эффективность создания специализированных цехов и заводов по изготовлению отливок и штамповок.

1.2 Пути интенсификации технологических процессов

Интенсификация технологических процессов достигается путем:

а) рационального построения операций обработки и сборки (повышение степени концентрации технологических переходов, многоместная обработка, совмещение основного и вспомогательного времени и др.;

б) применения новых высокопроизводительных методов обработки и сборки и новых типов высокопроизводительных специальных, агрегатных и многопозиционных станков;

в) применения инструментов из высококачественных материалов новые марки быстрорежущей стали, твердых сплавов и металлокерамики, алмазные шлифовальные круги, круги из эльбора и т.д., обеспечивающих значительное повышение режимов резания, применения многолезвийных инструментов, улучшения обрабатываемости материала и др.;

г) расширения использования гидравлических, пневматических, гидропневматических гидропластовых и других быстродействующих приспособлений, обеспечивающих сокращение вспомогательного времени;

д) применения автоматизированного активного контроля деталей;

е) максимальной механизации и автоматизации подъемно-транспортных операций, применения программированного непрерывного транспорта и новых подъемно-транспортных средств;

ж) расширения использования универсально-сборных (УСП) и универсально-настраиваемых приспособлений (УНП), обеспечивающих их ускорение технологической подготовки производства и сокращение вспомогательного времени.

Развитие поточных методов, механизации и автоматизации как в массовом и крупносерийном, так и в серийном, мелкосерийном и даже единичном производстве достигается применением переналаживаемых автоматических линий, переменного-поточных линий, линий для групповой обработки и сборки, а также предметно-замкнутых механизированных и автоматизированных участков.

Основной предпосылкой повышения уровня организации и оснащения серийного производства является ускорение технологической подготовки производства, что особенно необходимо в настоящее время в связи с быстрой сменой моделей изготавливаемых машин,

Эффективными методами, ускоряющими технологическую подготовку производства, являются:

- а) стандартизация, нормализация и унификация элементов изделий;
- б) разработка типовых технологических процессов и групповой технологии на основе классификации деталей и узлов в пределах определенных изделий отрасли;
- в) стандартизация, нормализация и унификация деталей и узлов технологической оснастки, а также развитие существующих и создание новых типов обратимой оснастки УСП, УНП, СРП и др. для оснащения мелкосерийного производства у групповых технологических процессов;
- г) разработка и применение новых материалов (пластмассы, цветные сплавы и др. для ускоренного изготовления специальной оснастки;
- д) применение ЭВМ на различных этапах подготовки производства (оптимизация использования оборудования, обработка карт заказов и спецификаций, проектирование технологических процессов и управление ими и др.);
- е) разработка и широкое использование прогрессивных производственно-технологических нормативов;
- ж) разработка и применение «гибкого» переналаживаемого оборудования (агрегатные станки, многопозиционные автоматы, и полуавтоматы, специальные, специализированные станки и автоматические линии из унифицированных элементов обратимой конструкции, станки, участки и линии с программным управлением (ПУ), автоматические линии из универсальных станков и из унифицированных элементов с «обрабатывающие центры», станки с автоматической сменой настроенного на размер инструмента и др.

Исключительно большое значение для повышения эффективности производства имеет также улучшение технологичности конструкций изделий, узлов и "деталей. Оценка технологичности конструкций изделий проводится по двум основным показателям — по трудоемкости их

изготовления и коэффициенту использования материалов, а также по ряду следующих вспомогательных показателей: коэффициентам агрегатирования т.е. расчленения изделия на сборочные единицы, прогрессивности формообразования поверхностей деталей, взаимозаменяемости, применяемости и повторяемости узлов и деталей в изделии и др.

Высокая точность обработки и сборки является одним из основных технологических факторов, обеспечивающих повышение качества изделий, их надежности и долговечности. Для этого необходимо, чтобы нормы точности деталей, узлов и механизмов назначались исходя из предъявляемых к ним эксплуатационных требований.

Повышение точности обработки и сборки может быть достигнуто путем уменьшения производственных погрешностей. Для уменьшения влияния этих погрешностей на точность при проектировании технологических процессов следует предусматривать:

- разработку оптимальных маршрутов обработки и сборки элементов изделий, исключаящих или уменьшающих погрешности их базирования и закрепления;
- увеличение доли использования прецизионных металлорежущих станков для финишных операций, применение точных заготовок, станочных, сборочных и контрольных приспособлений, а также износостойких режущих и вспомогательных инструментов и средств контроля;
- использование методов точной настройки режущего инструмента вне станка; применение самонастраивающихся систем активного контроля и новых современных методов и процессов, повышающих точность обработки.

Необходимо также установление оптимальных технологических допусков на промежуточные и исходные размеры заготовок с учетом конкретных производственных условий.

Улучшение качества поверхностей деталей машин повышает их эксплуатационные свойства (износостойкость, усталостную прочность, сопротивляемость коррозии и т.д.). Как известно, качество поверхности

характеризуется шероховатостью, волнистостью и физико-механическими свойствами поверхностного слоя.

Для различных условий работы деталей могут быть установлены оптимальные качества поверхности по всем характеристикам.

С целью формирования требуемых качеств поверхностного слоя деталей применяют следующие методы технологического воздействия в процессе их обработки:

- термическую и химико-термическую обработку;
- различные покрытия;
- сохранение «наследственных» положительных качеств поверхности (наклеп, твердость и т.д.) соответствующим характерам последующих операций механической обработки, применением мер, позволяющих избежать возникновения остаточных напряжений растяжения при шлифовании поверхностей (увеличение скорости детали, уменьшение глубины резания, применение мягких кругов, применение отжига и виброконтактного полирования);
- упрочнение поверхностей деталей методами чистовой обработки без снятия стружки, в результате чего создается наклеп в поверхностном слое, повышается его твердость и возникают остаточные напряжения сжатия, уменьшается шероховатость обработанной поверхности.

С этой целью применяют методы:

- наклепывания дробью (пружины, рессоры, зубчатые колеса, оси и др.), шариками и бойками (канавки, галтели, сварные швы);
- обкатывания шариками и роликами (цилиндрические поверхности, галтели, канавки);
- раскатывания внутренних поверхностей вращения многороликовыми инструментами на сверлильных, расточных и других станках;
- дорнования, чеканку и др.

1.3 Способы организации процесса

Организация механосборочных цехов зависит от конструктивных и технологических особенностей выпускаемых изделий, типа производства и годового выпуска изделий. В зависимости от этих факторов организуются либо самостоятельные механические и сборочные цеха, либо один механосборочный цех с двумя основными отделениями — механическим и сборочным, что является весьма распространенной формой организации такого производства.

Изделия, выпускаемые предприятием, могут распределяться по цехам (отделениям) по узловому, технологическому или смешанному признаку. При организации цехов (отделений) по узловому признаку за каждым из них закрепляются все детали определенного узла или изделия и их сборка. В этом случае все цехи являются самостоятельными механосборочными и делятся на механические и сборочные отделения. При наличии нескольких механосборочных цехов, изготавливающих отдельные узлы, на заводе предусматривается дополнительно цех общей сборки выпускаемых машин. Такая организация цехов обычно применяется в массовом и крупносерийном производстве. Так, например, на автомобильных заводах имеются механосборочный цех двигателей, механосборочный цех коробок передач, механосборочный цех передних и задних мостов и шасси, цех общей сборки автомобилей.

Организация цехов по узловому признаку может иметь место также при обширной номенклатуре изделий единичного и мелкосерийного производства. В этом случае узлы распределяются по отдельным цехам в зависимости от их массы или других характеристик.

При организации цехов по технологическому признаку детали разных машин и узлов группируются по технологически сходному процессу. Такая форма организации характерна для единичного и серийного производства, так как здесь обычно не удается загрузить полностью Оборудование

детальми одного изделия. В цехах обрабатываются сходные детали независимо от того, к какому узлу или машине они относятся. Механическое производство в этом случае разделяют на цехи (отделения, участки) по типу деталей и однородности технологического процесса (например, крупных базовых деталей, валов, зубчатых колес, метизов и т. д.).

Организация цехов по смешанному признаку обычно производится в серийном производстве при большой номенклатуре изделий. В этом случае для изготовления некоторых изделий организуются цехи по узловому признаку (например, цехи редукторов, муфт), а для остальной части — по технологическому признаку.

Изготовление стандартных деталей обычно выделяется в отдельные цехи независимо от принятой схемы организации производства.

При наличии в программе большого количества узлов и деталей широкого применения (например, редукторов, тормозных устройств, муфт, зубчатых колес и других узлов и деталей) производство их обычно выделяется в отдельные самостоятельные цехи или отделения с учетом организации централизованного специализированного производства таких узлов и деталей и для других заводов отрасли или экономического района.

В массовом и крупносерийном производстве в поточных линиях механических и сборочных цехов; в зависимости от технологической последовательности очень часто предусматривается выполнение всех технологических процессов, необходимых для изготовления деталей и сборки изделий, включая операции термической обработки, гальванопокрытий, окраски, контроля испытаний и др. Это требует наличия специального оборудования, а также устройства для удаления вредных выделений.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

2.1 Обоснование производственной программы

При проектировании развития ремонтной базы предприятия основой служат расчёт и обоснование оптимальной программы, и размещение предприятия. Программа и размещение ремонтного предприятия оказывают большое влияние на размер капитальных вложений, себестоимость ремонтной продукции и а транспортные ресурсы по перевозке ремонтного фонда и готовой продукции.

Для расчёта годовой программы предприятия необходимо иметь следующие исходные данные:

- 1) состав техники, находящийся в зоне деятельности предприятия;
- 2) коэффициент охвата капитальным ремонтом;
- 3) поправочные коэффициенты, учитывающие возраст машин и зональность.

Среднегодовое число капитальных ремонтов двигателей определяется:

$$n_i = N_{\text{дв.}} \cdot K_3 \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{охв.}}, \quad (2.1)$$

где n_i — число капитальных ремонтов двигателей;

$N_{\text{дв.}}$ — среднегодовое число двигателей данной марки;

$K_{\text{охв.}}$ — годовой коэффициент охвата капитальным ремонтом;

$K_{\text{в}}$ — поправочный коэффициент к годовому коэффициенту охвата капитальным ремонтом, учитывающий возраст машин;

K_3 — поправочный коэффициент к годовому коэффициенту охвата капитальным ремонтом, учитывающий зональность ($K_3 = 1,05$).

В машинно — тракторном парке предприятия имеется большое количество машин, оснащённых ДВС.

Тогда количество капитальных ремонтов двигателей для нужд капитального и текущего ремонтов будет равно:

$$n_i = 44 \cdot 0,26 \cdot 1,45 \cdot 1,05 = 17.$$

Остальные расчёты сведены в таблицу 2.1.

2.2 Расчёт трудоёмкости

Годовая трудоёмкость определённых объектов определяется

$$T = t_i \cdot n_i \cdot K_{\text{прог}} \cdot K_{\text{уз}}, \quad (2.2)$$

где T – годовая трудоёмкость капитального ремонта определённых объектов, чел.- ч.;

t_i – трудоёмкость капитального единицы изделия, чел.- ч.;

$K_{\text{прог}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий программу ремонта;

$K_{\text{уз}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий условия эксплуатации автомобилей ($K_{\text{уз}} = 1,33$);

n_i – количество ремонтов объектов данной марки, шт.

$$T_{A_{41}} = 59 \cdot 17 \cdot 1,45 \cdot 1 = 1454,35 \text{ чел.-ч.}$$

Трудоёмкость основных работ:

$$T_{\text{осн}} = \sum T_i, \quad (2.3)$$

где $T_{\text{осн}}$ – трудоёмкость основных работ, чел.- ч.;

T_i – годовая трудоёмкость ремонта i – ой марки тракторов, чел.- ч.

Расчёт годовой трудоёмкости основных ремонтных работ сведён в таблицу.

Общая годовая трудоёмкость определяется:

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}}, \quad (2.4)$$

где $T_{\text{общ}}$ – общая годовая трудоёмкость, чел.- ч.;

$T_{\text{осн}}$ – трудоёмкость основных работ, чел.- ч.;

$T_{\text{доп}}$ – дополнительная трудоёмкость, учитывающая работы по ремонту собственного оборудования, изготовление и восстановление деталей, прочие неучтённые работы, чел.- ч.

Таблица 1.1 – Расчёт количества и трудоёмкости ремонта двигателей

Марка двигателя или машины	Кол – во двигателей	К _{охв}	К _в	К _з	n _i	t _i	К _{прог}	К _{уз}	T _i
А – 41	44	0,26	1,45	1,05	17	59	1,45	1	1454,35
Д – 240	70	0,26	1,5	1,05	29	50	1,45	1	2102,5
СМД – 62	23	0,27	1,85	1,05	12	105	1,45	1	1827
СМД – 240	12	0,28	1,71	1,05	6	110	1,45	1	957
СМД – 18	23	0,28	1,71	1,05	12	40	1,45	1	696
ЗМЗ – 511	25	0,3	1,57	1,05	12	45	1,34	1,33	962,38
КАМАЗ	43	0,3	1,75	1,05	24	69	1,34	1,33	2951,32
УАЗ	12	0,3	1,15	1,05	4	49	1,34	1,33	349,31
СМД – 31	28	0,25	1,45	1,05	11	108	1,45	1	1722
Д – 260	23	0,21	1,5	1,05	8	60	1,45	1	696
Итого:									13718,47

Таблица 1.2 – Объём дополнительных работ

Наименование	% от общей трудоёмкости ремонта	T _{Доп} , чел. - ч
Ремонт собственного оборудования	8	1097,47
Восстановление и изготовление деталей	5	685,92
Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	3	411,55
Прочие неучтённые работы	10	1371,84

Тогда,

$$T_{\text{ОБЩ}} = 13718,47 + 3566,803 = 17285,273 \text{ чел.- ч.}$$

2.3 Расчёт годовых фондов времени

Ремонтные предприятия обычно планируют работу в одну смену. Во время напряжённых сельскохозяйственных периодов работы (посев, уборка урожая и прочие), некоторые участки ЦРМ могут работать в две или три (ежесуточно) смены (такие как слесарно – механический, сварочно – кузнечный и т.д.).

Различают фонды времени ремонтной мастерской, рабочего и оборудования. Когда идёт речь о номинальном фонде времени (т.е. без учёта возможных потерь), то они все три совпадают и определяются по формуле:

$$\Phi_H = D_K - (D_B + D_{II}) \cdot t_{cm}, \quad (2.5)$$

где Φ_H – номинальный годовой фонд времени работы, ч;

t_{cm} – продолжительность смены, ч (при пятидневной неделе $t_{cm} = 8\text{ч.}$);

D_K – количество календарных дней в году;

D_B – количество выходных дней в году;

D_{II} – количество праздничных дней в году.

В соответствии с Законом РТ « О праздничных и памятных днях в Республике Татарстан» праздничными нерабочими днями в 2015 году являются:

- Новогодние каникулы – 1, 2, 3, 4 и 5 января;
- Рождество – 7 января;
- День Защитника Отечества – 23 февраля;
- Международный женский день – 8 марта;
- День международной солидарности трудящихся – 1 мая;

- Праздник Победы Советского народа в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. – 9 мая;
- День России – 12 июня;
- День образования Республики Татарстан;
- День конституции Республики Татарстан – 6 ноября;
- День народного единства – 4 ноября.

Расчёт номинального фонда времени приведён в таблице 2.3.

Таблица 1.3 – Расчётная таблица номинального фонда времени 2015 года.

Месяц года	Дни					Продлжительность смены $t_{см} = 40/D_{рн}$	Ежемесячный номинальный фонд времени, ч
	Календарные, D_k	Выходные, D_v	Праздничные, $D_{п}$	Совпадающие, D_v и $D_{п}$	Рабочие, $D_r = D_k - D_v - D_{п} - D_c$		
Январь	31	10	6	2	15	8	120
Февраль	28	8	1	0	19	8	152
Март	31	8	1	0	22	8	176
Апрель	30	9	0	0	21	8	168
Май	31	9	2	1	20	8	160
Июнь	30	8	1	0	21	8	168
Июль	31	10	0	0	21	8	168
Август	31	8	1	0	22	8	176
Сентябрь	30	8	0	0	22	8	176
Октябрь	31	10	0	0	21	8	168
Ноябрь	31	8	2	1	20	8	158
Декабрь	31	9	0	0	22	8	176
ВСЕГО:	365	105	15	4	245	8	1960

Действительный годовой фонд рабочего времени рабочего определяется по формуле:

$$\Phi_{д.р.} = (\Phi_n - K_0 \cdot t_{см}) \cdot \eta_p \quad (2.6)$$

где K_0 – общее число рабочих дней отпуска;

η_p – коэффициент потерь рабочего времени.

Расчёт действительных годовых фондов времени рабочих по категориям приведён в таблице 2.4.

Таблица 1.4 – Расчёт действительных годовых фондов времени рабочих по категориям специальностей

Категория специальности	Специальность рабочего	K_0 , дней	η_p	$\Phi_{д.р.}$
I	Кузнец, медник, электрогазосварщик, аккумуляторщик, маляр	24	0,88	1555,8
II	Мойщик, гальваник, испытатель	24	0,89	1573,5
III	Слесарь, токарь, плотник	24	0,90	1787,2

Действительный годовой фонд рабочего времени оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{до} = \Phi_H \cdot \eta_0 \cdot n_c, \quad (2.7)$$

где n_c – число смен;

η_0 – коэффициент использования оборудования (при односменной работе $\eta_0 = 0,97 \dots 0,98$, при двухсменной $\eta_0 = 0,95 \dots 0,97$).

$$\Phi_{до} = 1960 \cdot 0,97 \cdot 1 = 1901,2 \text{ ч.}$$

2.4 Определение основных параметров производственного процесса

Основные параметры, определяющие организацию производственного процесса ремонтного предприятия – производственная программа, такт, фронт ремонта изделия и пропускная способность предприятия.

Одним из основных параметров является такт ремонта, под которым понимается средний интервал времени между выпуском двух последовательно отремонтированных объектов.

Общий такт ремонта определяют:

$$\tau = \Phi_H / N_{пр}, \quad (2.8)$$

где τ – общий такт ремонта, ч;

Φ_H – номинальный годовой фонд времени, ч;

$N_{пр.}$ – программа предприятия в приведённых ремонтах.

Поскольку на предприятии ремонтируются двигатели разных марок, следует привести весь объём работ к одной марке, преобладающий в программе.

$$N_{пр.} = T_{общ.} / T_{пр.}, \quad (2.9)$$

где $T_{общ.}$ – общая трудоёмкость, чел.- ч;

$T_{пр.}$ – трудоёмкость капитального ремонта двигателя Д – 245 к которой приводится вся программа, чел.- ч.

$$N_{пр.} = 17285,273 / 72,5 = 238,4 \text{ прив./рем.};$$

$$\tau = 1960 / 238,4 = 8,22 \text{ ч.}$$

2.5 Распределение трудоёмкости по участкам

Распределение общей трудоёмкости по участкам – одна из важнейших задач технологической части проектирования.

В таблице 2.5 приведены данные (в процентах) ориентировочного распределения общей трудоёмкости.

Таблица 2.5 – Ориентировочное распределение общей трудоёмкости по видам работ

№	Наименование вида работ	% от общей трудоёмкости	Трудоёмкость, чел.- ч
1	Разборочно – моечные	6,5	1123,543
2	Дефектовочно – комплектовочные	5,2	898,83
3	Ремонта топливной аппаратуры	10	1728,52
4	Станочные	24	4148,46
5	Электроремонтные	6	1037,11
6	Кузнечно – сварочные	6,3	1088,97
7	Слесарно – сборочные	29,9	5168,29
8	Обкаточно – испытательные	8	1382,82
9	Окрасочные	0,6	103,71
10	Медницко – жестяницкие	3,5	604,98
	Итого	100	17285,28

2.6 Подбор технологического оборудования

Исходные данные для определения количества оборудования – это рабочий технологический процесс и трудоёмкость выполнения определённых видов работ и операций.

При проектировании необходимо рассчитать количество основного оборудования, на котором выполняются основные, наиболее сложные и трудоёмкие технологические операции ремонта машин и агрегатов. К основному оборудованию ремонтной мастерской относятся моечные машины, металлорежущие станки, обкаточно-тормозные станды.

Для определения числа моечных машин и обкаточных стандов определяют число приведённых ремонтов по формуле:

$$N_{\text{пр.р}} = T_{\text{сум}} / T_{\text{тр}}, \quad (2.10)$$

где $T_{\text{сум}}$ – суммарная трудоёмкость работ по мастерской за год, чел./час.;
 $T_{\text{тр.р.}}$ – трудоёмкость текущего ремонта единицы техники для ДТ-75М, чел./час.

$$N_{\text{пр.р}} = 25433,2 / 275,1 = 92 \text{ ремонта.}$$

Количество моечных машин определяют по формуле:

$$S_m = \frac{Q \cdot t}{\Phi_{\text{д.р.}} \cdot q \cdot \eta_0 \cdot \eta_t}, \quad (2.11)$$

где Q – масса деталей подлежащих мойке за планируемый период в данной машине, кг (для ДТ-75М $Q=5500$ кг); t – время мойки одной деталей или узлов, ч. ($t=0,5$ ч); $\Phi_{\text{д.р.}}$ – действительный фонд времени за планируемый период, ч.; q – грузоподъёмность поворотного стола для машины ОМ 1366-01 равна 300 кг; η_0 – коэффициент, учитывающий одновременную загрузку моечной машины по массе в зависимости от конфигурации и габаритов деталей, $\eta_0 = 0.6 \dots 0.8$; η_t – коэффициент использования моечной машины по времени, $\eta_t = 0.8 \dots 0.9$.

$$S_m = 5500 \cdot 0,5 \cdot 92 / 1682,9 \cdot 300 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 0,89 \approx 1 \text{ шт.}$$

Число испытательных стендов определяют по формуле:

$$S_u = N_d \cdot t_u \cdot c / (\Phi_{д.р.} \cdot \eta_c), \quad (2.12)$$

где N_d – число двигателей проходящих обкатку и испытание в расчётном периоде, шт.; t_u – время обкатки и испытания двигателя (с учётом монтажных работ), ч, $t = 4$ часа; c – коэффициент, учитывающий возможность повторной обкатки и испытания двигателя, $c = 1,05 \dots 1,1$; η_c – коэффициент использования стендов, $\eta_c = 0,9 \dots 0,95$.

$$S_u = 92 \cdot 4 \cdot 1,075 / 1682,6 \cdot 0,925 = 1 \text{ шт.}$$

Число металлопорежущих станков определяют по формуле:

$$S_{cn} = (T_{ст} \cdot K_n / (\Phi_{д.р.} \cdot \eta_o)) \cdot 0,7, \quad (2.13)$$

где $T_{ст}$ – трудоёмкость станочных работ, чел./час.;

K_n – коэффициент неравномерности загрузки предприятия,

$K_n = 1,0 \dots 1,3$; η_o – коэффициент использования станочного оборудования,

$\eta_o = 0,86 \dots 0,90$; $0,7$ – коэффициент, учитывающий, что трудоёмкость слесарно-механических работ 70% производится станками, а 30 % – слесарные работы.

$$S_{ст} = 11373 \cdot 1 \cdot 0,7 / 1682,6 \cdot 0,9 = 5 \text{ станков.}$$

Рассчитанное число станков распределяют по видам: 30...50% – токарные, 8...10% – расточные, 10-12% – фрезерные, 10-15% – сверлильные, 12-20% – шлифовальные.

Число станков равно:

токарные – $S_{ст} = 2$ шт;

фрезерные – $S_{ст} = 1$ шт;

сверлильные – $S_{ст} = 1$ шт;

шлифовальные – $S_{ст} = 1$ шт.

Число сварочного оборудования принимают по числу электрогазосварщиков, т.е. 1 сварочный агрегат. Число горнов и молотов – по числу кузнецов, т.е. 1 горн и 1 молот.

Потребность в остальном оборудовании и оснастке рабочих мест принимается на основании спецификации оснащения рабочих мест типовой мастерской.

2.7 Расчёт производственной площади слесарно-механического цеха

При расчёте производственных площадей участков (наружной очистки и мойки, разборочно-моечного, сборки, технического диагностирования машин и др.) по площади, занимаемой оборудованием и машинами, и переходным коэффициентом пользуются формулой:

$$F_{уч} = (F_{об} + F_{м}) \cdot \sigma, \quad (2.14)$$

где $F_{об}$ и $F_{м}$ – площади занимаемые соответственно оборудованием и машинами, m^2 ; σ - коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы.

Площади остальных участков определяют по площади, занимаемой оборудованием, с учётом рабочих зон и проходов:

$$F_{уч} = F_{об} \cdot \sigma, \quad (2.15)$$

Компоновку производственного корпуса производят на основании расчётов площадей участков, а также общей длины производственного потока.

Участки на плане производственного корпуса размещают так, чтобы ремонтируемые агрегаты и другие громоздкие детали можно было перемещать по наикратчайшему пути, а взаимосвязь разборочно-сборочных участков по восстановлению деталей соответствовала ходу технологического процесса и направлению основного грузопотока.

Согласно противопожарным требованиям огнеопасные участки (сварочный, кузнечный и др.) рекомендуется располагать группами у наружных стен и изолировать от других помещений огнестойкими стенами.

В слесарно-механическом цехе основной проход принимают шириной не менее трёх метров, расстояние между верстаками – 15 м. Ширина оконных

проёмов – 1,2м, дверей – 1,2...1,5м. Расстояние от стен до станков не менее 0,5м.

Планировку производственных участков мастерской производят по схеме компоновки участков с прямым потоком. Ширину участка принимают стандартную, равную 24 метрам.

Длину участка рассчитывают по формуле:

$$L_{\text{уч}} = F_z / B, \quad (2.16)$$

где F_z – площадь здания, м^2 ; B – ширина участка, м.

$$L_{\text{уч}} = 1440 / 24 = 60 \text{ м.}$$

Длину участка принимают кратную 6, т.е. $L_{\text{уч}} = 60 \text{ м.}$

Принимаем площадь участка 60 м^2 .

Таблица 2.6 Перечень необходимого оборудования в слесарно-механическом цехе.

Станок		Модель	Количество	Габариты, мм
1	2	3	4	
1	Токарно-винторезный	1М63	1	1590*3655*1420
2	Токарно-винторезный	1К62	4	2812*1166*1324
3	Универсально-заточной	332Б	1	480*760*1100
4	Универсально-фрезерный	6М82	1	2260*1745*1660
5	Вертикально-сверлильный	2Н-125	1	770*370*820
6	Радiallyно-сверлильный	2Н55	1	2670*1000*3320
7	Плоскошлифовальный	3731	1	2770*1370*2300
8	Круглошлифовальный	3А423	1	4600*2100*1580

Продолжение таблицы 2.6				
1		2	3	4
9	Стеллаж для заготовок	Р-530	2	1400*500*2000
10	Верстак слесарный с тисками	ПИ-013	2	1400*800
11	Строгальный	7Д36	1	2850*1680*1840
12	Хонинговальный	ЗГ833	1	1205*1180*2670
13	Тумбочка для инструментов	СД-3701-08	7	674*522

2.8 Расчет и подбор ремонтно-технологического оборудования

Оборудование подбирается по технологическим потребностям по типовым проектам независимо от коэффициента использования.

Таблица 2.7 Перечень технологической оснастки для слесарно-механического участка.

Наименование	Модель	Кол-во, шт	Характеристика	Установ- ливаемая мощность кВт	Габарит- ные размеры, мм	Занимае- мая пло- щадь пола м^2
1	2	3	4	5	6	7
1. Универсальный токарно- винторезный станок	1Е604	1	200Х350 ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ	1,1	1180Х590	0,7
2. Токарно-винторезный станок	1Н61	1	320Х710	2,2	1880Х1093	2,05
3. Токарно-револьверный станок с вертикальной осью револьверной головки	1365	1	Наибольший диаметр обрабатываемого прутка 65 мм	13,0	5070Х1565	7,93
4. Токарно-револьверный станок с горизонтальной	1ДЗ40П	1	Наибольший диаметр обрабатываемого прутка 40	5,5	3980Х1000	3,9

Наименование	Модель	Кол-во, шт	Характеристика	Установ- ливаемая мощность кВт	Габарит- ные размеры, мм	Занимае- мая пло- щадь пола m^2
1	2	3	4	5	6	7
осью револьверной головки, прутковый			мм			
5. Радиально-сверлильный станок	2Л52	1	Наибольший диаметр сверления 25 мм	1,5	1765X660	1,16
6. Радиально-сверлильный станок	2М55	1	Наибольший диаметр сверления 50 мм	4,0	2670X1000	2,67
7. Вертикально-сверлильный станок, одношпиндельный	2Н135	1	Наибольший диаметр сверления 35 мм	4,0	1245X815	1
8. Поперечно-строгальный станок с механическим приводом	7В36	1	Размеры рабочей поверхности стола 450X700	3,5	2950X1430	4,22
9. Вертикально-фрезерный, консольный, станок	6Р11	1	Размеры рабочей поверхности стола 250X1000	5,5	1540X2030	3,13

Наименование	Модель	Кол-во, шт	Характеристика	Установ- ливаемая мощность кВт	Габарит- ные размеры, мм	Занимае- мая пло- щадь пола м^2
1	2	3	4	5	6	7
10. Широко универсальный консольно-фрезерный станок с поворотной головкой	6Р83Ш	1	Размеры рабочей поверхности стола 400X1600	10,0	2600X2135	5,55
11. Зубофрезерный станок	5К324А	1	Наибольший наружный диаметр нарезаемых колес 500 мм	7,5	2500X1400	3,5
12. Долбежный станок с механическим приводом	7Б420	1	Ход долбяка 25-200 мм	4,0	2580X1510	3,9
13. Внутришлифовальный станок универсальный высокой точности	3К227	1	Наибольший диаметр шлифуемого отверстия 100 мм наибольшая длина шлифования 125 мм	4,0	2815X1900	5,35

Наименование	Модель	Кол-во, шт	Характеристика	Устанавливаемая мощность кВт	Габаритные размеры, мм	Занимае- мая пло- щадь пола m^2
1	2	3	4	5	6	7
14. Плоско шлифовальный станок высокой точности с крестовым прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем	3Г71	1	Размеры рабочей поверхности стола 200X630	2,2	2580X1550	4,0
15. Плоско шлифовальный станок с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем	3Б722	1	Размеры рабочей поверхности стола 320X1000	10,0	3410X2020	6,89
16. Плоско шлифовальный станок с круглым столом и горизонтальным шпинделем	3Д740	1	Диаметр рабочей поверхности стола 400 мм	7,5	3550X1760	6,25
17. Универсальный кругло шлифовальный станок	3А130	1	280X700	4,0	3060X2000	6,12
18. Кругло шлифовальный	3Б153	1	140X500	5,5	2600X1750	4,55

Наименование	Модель	Кол-во, шт	Характеристика	Установ- ливаемая мощность кВт	Габарит- ные размеры, мм	Занимае- мая пло- щадь пола м^2
1	2	3	4	5	6	7
врезной полуавтомат повышенной точности						
19. Точильно- шлифовальный станок	ЗБ633	2	Наибольший диаметр обрабатываемого изделия 300 мм	1,7	790X640	0,51
20. Электроэрозионный прошивочный станок (для удаления остатков сломанного инструмента)	4А611	1	Размеры стола 400X630	1,8	984X935	0,92
21. Проверочная плита	-	2	-	-	1000X630	0,63
22. Разметочная плита	-	2	-	-	1600X1000	3,2
23. Слесарный верстак	-	4	На два рабочих места	-	2800X800	8,96
24. Подвесной электрический	-	1	Грузоподъемность 5 т	1,2		

Наименование	Модель	Кол-во, шт	Характеристика	Установ- ливаемая мощность кВт	Габарит- ные размеры, мм	Занимае- мая пло- щадь пола м^2
1	2	3	4	5	6	7
однобальный кран			Пролет 6 м			

2.9 Расчет потребности в энергоресурсах

Расчет искусственного освещения участка

При расчете искусственного освещения надо подсчитать число ламп для одного участка, выбрать тип светильника, определить высоту светильника, разместить их по участку. Общая световая мощность ламп:

$$W_{0CB}=R \cdot Q \cdot F_{уч}, \text{ Вт} \quad (2.17)$$

$$W_{0CB}=18 \cdot 800 \cdot 60 = 864000 \text{ Вт}$$

Где R – норма расхода электроэнергии, Вт/кв.м.ч, при расчете принимается равной 15-20 Вт на 1 кв.м. площади пола.

Q – продолжительность работы электрического освещения в течение года, (принимается в среднем 800 ч);

F_y – площадь пола участка, кв. м

Расчет годового расхода силовой электроэнергии участком

$$W_c = P_{уст} \cdot T_{фо} \cdot N_з \cdot K_{сп} \quad (2.18)$$

$P_{уст}$ – суммарная мощность всех силовых агрегатов

$N_з$ – коэффициент загрузки оборудования – 0.7

$K_{сп}$ – коэффициент, учитывающий неодновременность работы оборудования – 0,4

$$W_c = 10,55 \cdot 2050 \cdot 0,7 \cdot 0,4 = 6055,7 \text{ кВт}$$

$$W_{общ} = W_{ос} + W_c = 864 + 6055,7 = 6919,7 \text{ кВт}$$

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

3.1 Общие сведения о резьбонарезании

Значение режущего инструмента в производстве машин огромно. Об этом свидетельствует широкое внедрение скоростного резания, основанного на рациональном использовании твердосплавного режущего инструмента. Особое место в машиностроении занимает резьбовой инструмент. Нет такой машины, в которой не было бы резьбовых соединений. Передача точных движений в различных приборах, в том числе мерительных, производится при помощи резьбовых пар.

Непрерывное повышение требований к качеству резьбовых соединений и росту производительности резьбонарезания выдвигает необходимость внедрения новых, более совершенных и более производительных методов резбообразования. В последнее время стали широко применять накатывание высокоточной резьбы, шлифование резьбы без предварительного ее нарезания, нарезание цилиндрической и конической, наружной и внутренней резьб при помощи резьбонарезных головок. Эти методы сочетают высокую производительность резбообразования с высокой точностью резьбы.

Опыт показывает, что использование наиболее совершенных методов резьбонарезания в сочетании с современными резбообрабатывающими инструментами дает наилучший эффект лишь в том случае, когда конструкция этих инструментов рассчитана и разработана правильно.

Расчет и конструирование резбообразующего инструмента представляет особую область в конструировании режущего инструмента.

					БКР 35.03.06.150.08 СПНР 00.00.00.ПЗ			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата				
Разраб.		Солтатов Р.Н.			Специальное приспособление для нарезания резьбы		Лит.	Лист
Провер.		Марданов Р.Х.						Листов
								1
								15
Н. Контр.		Марданов Р.Х.			Казанский ГАУ каф. ОИД 242 группа			
Утвердил		Якин С.М.						

Значительную сложность представляет сочетание в инструменте высоких режущих свойств с точностью отдельных элементов резьбы, которые взаимно между собой связаны.

Задачи в области конструирования резьбового инструмента следующие:

1. Всемерное совершенствование существующих конструкций резьбонарезных резцов, метчиков, круглых плашек и пр.

2. Создание новых видов сборного инструмента — резьбонарезных головок для нарезания наружной и внутренней, цилиндрической и конической резьб, — обеспечивающего высокую точность и производительность резьбонарезания; всемерное расширение области применения этих видов инструмента.

3. Разработка новых методов резьбообразования и новых конструкций резьбового инструмента для использования их на новейших автоматических и полуавтоматических резьбонакатных и специальных для нарезания конических резьб станках.

Решение перечисленных задач требует от конструктора знания теоретических основ расчета резьбового инструмента и методов его конструирования.

Все резьбы можно делить на следующие группы.

По направлению образующей:

а) цилиндрические, у которых вершины профиля резьбы лежат на цилиндрической поверхности;

б) конические, у которых вершины профиля резьбы лежат на конической поверхности.

По расположению:

а) наружная резьба, расположенная на наружной поверхности детали (болт, труба и т. д.);

б) внутренняя, расположенная на внутренней поверхности детали (гайка, муфта).

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

По форме профиля:

- а) треугольная со срезанными вершинами;
- б) треугольная с закругленными вершинами;
- в) трапециодальная
- г) упорная.

По числу заходов:

- а) однозаходная;
- б) многозаходная, многозаходные резьбы обычно бывают только трапецеидальные и упорные;

По направлению:

- а) правая;
- б) левая.

По системе размерности:

- а) метрическая;
- б) дюймовая.

По точности:

- а) точная (1-й класс точности);
- б) средняя (2-й класс точности);
- в) грубая (3-й класс точности);
- г) изготовленная по специальным допускам.

По назначению:

- а) основные, нарезаемые на деталях, предназначенных для скрепления их между собой;
- б) мелкие, предназначенные не только для соединения деталей, но и для перемещения одной из соединяемых деталей относительно другой;
- в) трубные, предназначенные для соединения между собой труб.

					<i>ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						3
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3.2 Основные методы изготовления резьб

Существуют следующие способы изготовления цилиндрической резьбы:

1. Нарезание резцом имеет широкое распространение, особенно при нарезании резьбы на автоматах, в индивидуальном и мелкосерийном производстве, а также при нарезании крупных резьб. Резьбовые резцы применяются разной формы: стержневые, призматические и крупные. Резцом нарезают как внутренние, так и наружные резьбы.

Нарезание резьбы резцом производят на токарно-винторезных станках, полуавтоматах и автоматах.

2. Нарезание внутренней резьбы метчиком имеет также большое распространение и применяется для работы:

- а) вручную,
- б) на revolverных, токарных и сверлильных станках,
- в) на специальных гайконарезных автоматах.

3. Нарезание наружной резьбы круглыми плашками. Этот устаревший и малопродуктивный способ имеет довольно широкое распространение вследствие дешевизны инструмента, простоты его эксплуатации и возможности применения как при нарезании резьбы вручную, так и на станке.

4. Нарезание наружной резьбы резьбонарезными головками является наиболее совершенным способом и все более внедряется в промышленность, вытесняя круглые плашки. Этот способ обеспечивает высокую производительность труда и точность нарезаемой резьбы.

5. Резьбофрезерование применяется для нарезания наружных и внутренних резьб на станках.

6. Резьбошлифование имеет большое распространение при изготовлении точных резьб и применяется плавным образом для обработки наружной резьбы и внутренних резьб большого диаметра.

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00ЛЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

7. Скоростное резбифрезерование (вихревой метод) имеет еще большее распространение. Однако для применения этого способа необходимы довольно сложные приспособления.

8. Накатывание резьбы завоевывает все большее место в промышленности, являясь самым производительным методом изготовления резьбы, обеспечивающим высокую точность.

9. Изготовление резьбы методом обкатки, в настоящее время этот метод начинает внедряться в промышленность. Он является очень производительным, но требует сложных приспособлений и инструмента. Метод обкатки может найти широкое применение в крупносерийном производстве.

3.3 Нарезание резьбы метчиками

Нарезание резьбы метчиками является самым распространенным способом изготовления резьбы. Для образования резьбы необходимо придать инструменту два движения: главное — вращательное— и одновременно поступательное с подачей, равной шагу резьбы на каждый оборот метчика или близкой к нему. Нарезают резьбу тремя способами: напроход гаечными метчиками; за один рабочий ход машинными метчиками с реверсированием и комплектом метчиков за несколько рабочих ходов.

Каждый способ осуществляется по двум схемам - основной и токарной. Основная схема характеризуется наличием главного вращения у метчика, а токарная - у детали.

Основной схему называют потому, что по ней можно вести обработку заготовок всех типов практически на любом виде резьбообрабатывающего оборудования, а токарная реализуется только при обработке тел вращения на токарных станках.

Широкое распространение основной схемы объясняется тем что по ней проще обеспечивать главное рабочее движение точному инструменту

					<i>ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>5</i>

небольших размеров, чем менее точной и зачастую несбалансированной заготовке больших размеров. По основной схеме проще обеспечить производительную многошпиндельную обработку резьб. При работе машинными метчиками по основной схеме можно достичь значительной интенсификации процесса путем ускоренного реверсирования движения метчика или осуществления качельного или роторного принципа обработки. Качельный принцип заключается в том, что когда один из двух метчиков имеет прямой ход, то другой в это же время имеет обратный ход, а затем наоборот. Роторный принцип используется при многошпиндельной обработке гаек.

Токарная схема осуществляется в двух вариантах. Более простым является вариант, когда метчик не имеет вращения, а вывинчивание инструмента достигается изменением направления вращения обрабатываемой заготовки с одновременным отводом метчика. Он применяется на одношпиндельных токарных автоматах. По другому варианту токарной схемы вращаются одновременно и заготовка, и метчик. Вывинчивание инструмента здесь осуществляется изменением частоты вращения инструментального шпинделя и направления его осевого перемещения. Этот вариант применяется при обработке резьбы на многошпиндельных токарных автоматах и полуавтоматах.

Общие сведения о конструкциях метчиков. Общими конструктивными элементами метчиков (рисунок 3.1) являются заборная (режущая) часть 1, калибрующая часть 2, хвостовик 3, зубья 4, перья 5, стружечные канавки 6.

Переднюю поверхность зубьев режущей и калибрующей частей затачивают под углом γ , называемым передним. Увеличение переднего угла способствует уменьшению пластической деформации срезаемого слоя и сил, действующих на зубья, но снижает прочность режущей кромки. Значение γ зависит от вида обрабатываемого материала:

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00ПЗ	Лист 6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

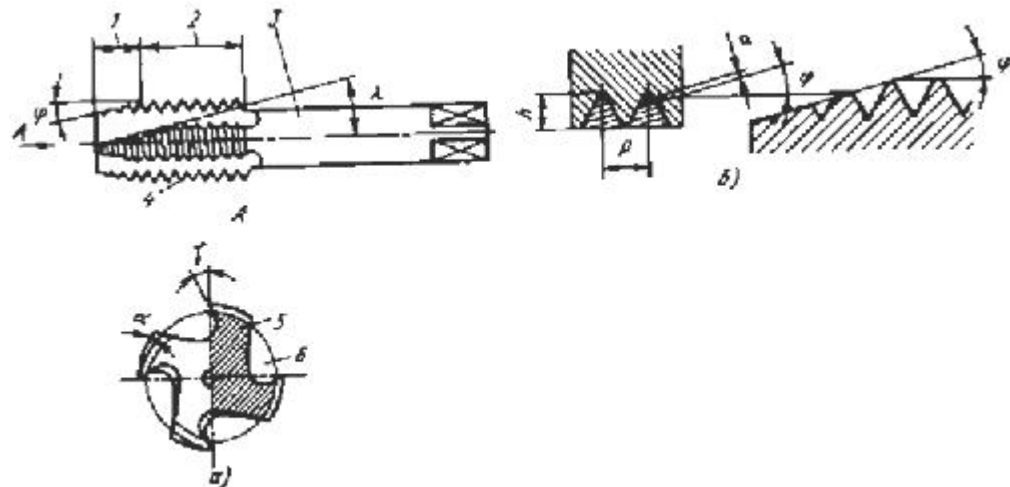


Рисунок 3.1 – Конструктивные элементы метчика

Задняя поверхность режущей части метчиков имеет затылование под углом α , называемым задним. Такое затылование уменьшает площадь контакта задней поверхности инструмента с поверхностью обрабатываемой заготовки и вследствие этого уменьшает силу и крутящий момент при нарезании резьбы метчиком. Обычно $\alpha=4^\circ$, при обработке вязких материалов угол $\alpha=7^\circ$.

Заборная часть характеризуется длиной и углом φ . В процессе работы метчика каждый зуб заборной части срезает слой толщиной a . С уменьшением толщины срезаемого слоя уменьшается нагрузка на зуб и повышается стойкость метчиков. Однако чрезмерно малая толщина срезаемого слоя может привести к снижению стойкости метчика. Оптимальная толщина срезаемого слоя для машинных метчиков составляет 0,02...0,05 мм, а для гаечных — 0,005...0,02 мм.

Калибрующая часть служит для окончательного формирования профиля резьбы, ее зачистки и направления метчика. Кроме того, при повторных заточках по заборному конусу зубья калибрующей части становятся зубьями заборной части.

Метчики изготовляют без затылования по профилю резьбы, с затылованием на 2/3 ширины пера или с затылованием на всей ширине пера.

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ	Лист 7
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Метчики диаметром до 10 мм и шагом до 1,5 мм часто имеют незатылованный профиль резьбы, так как при малой ширине пера трение незначительно. Метчики более крупных размеров рекомендуется затыловывать по профилю для уменьшения трения. Незатылованные метчики нарезают более точную резьбу, чем затылованные.

Цилиндрические метчики имеют обратную конусность по профилю резьбы, что также уменьшает трение. Форма стружечных канавок играет важную роль в работе метчика. Процесс резания протекает нормально, если стружка свободно размещается в канавках. Если же стружка скапливается в канавках и происходит ее пакетирование, может произойти заклинивание и поломка метчика.

Для эффективного удаления стружки из канавок метчика его режущие кромки при заточке передней поверхности выполняются с наклоном к оси под углом κ , который обеспечивает надежное транспортирование стружки в направлении движения подачи при обработке сквозных отверстий. При обработке глухих отверстий применяют метчики с винтовыми канавками, имеющими угол наклона γ к оси метчика.

В большинстве случаев метчики представляют собой цельную конструкцию инструмента и редко — сборную.

В зависимости от исполнения рабочей, калибрующей и хвостовой частей метчики разделяют на несколько конструктивно-технологических групп: ручные и машинные метчики, гаечные, конические, бесстружечные.

3.4 Разработка специального приспособления для нарезания резьбы

Метчик устанавливают в патрон который закрепляют в шпинделе станка. В системе станок — приспособление — инструмент — заготовка патроны служат главным образом, для повышения стабильности технологических процессов, обеспечивая необходимые точность и качество резьбы а также стойкость инструмента. Основное назначение патронов — передача метчику

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		8

крутящего момента от шпинделя, компенсация погрешностей системы станок — приспособление — инструмент — заготовка или интенсифицирующее воздействие на метчик в процессе обработки.

Патрон является замыкающим звеном-компенсатором или интенсификатором для системы станок-приспособление-инструмент-заготовка, с помощью которого легче всего учесть различные специфические условия обработки, в том числе точность и жесткость оборудования.

Для обоснованного выбора типа патронов используют рекомендации по применению различных типов патронов, основанные на их различном функциональном назначении.

Современные патроны, как правило, выполняют не одну, а несколько простых функций. Чем меньше выполняемых функций, тем проще конструкция патрона. Но на практике редко встречаются простые жесткие патроны, гораздо чаще применяют более сложные патроны с осевой и радиальной компенсацией, а иногда их выполняют быстросменными и с лимитированным крутящим моментом.

В конструкцию приспособления входит хвостовик 9, на котором по скользящей посадке посажены поводок 8 и корпус 5. В торце поводка запрессован фиксатор 7, а в торцевых отверстиях корпуса по скользящей посадке установлены две скалки 6, закрепленные штифтами 14. В Шайбе 4 винтом 13 закреплена резьбовая втулка 3 с навинченным на нее упором 1. Патрон настраивают на заданную глубину нарезки с помощью упора 1 и винта 2, входящего в паз втулки 3.

Как только упор 1 дойдет до торца детали, он через втулку 3 и шайбу 4 заставит скалки 6 перемещаться внутри корпуса 5 и выталкивать поводок 8 с фиксатором 7 из зацепления с корпусом 5.

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		9

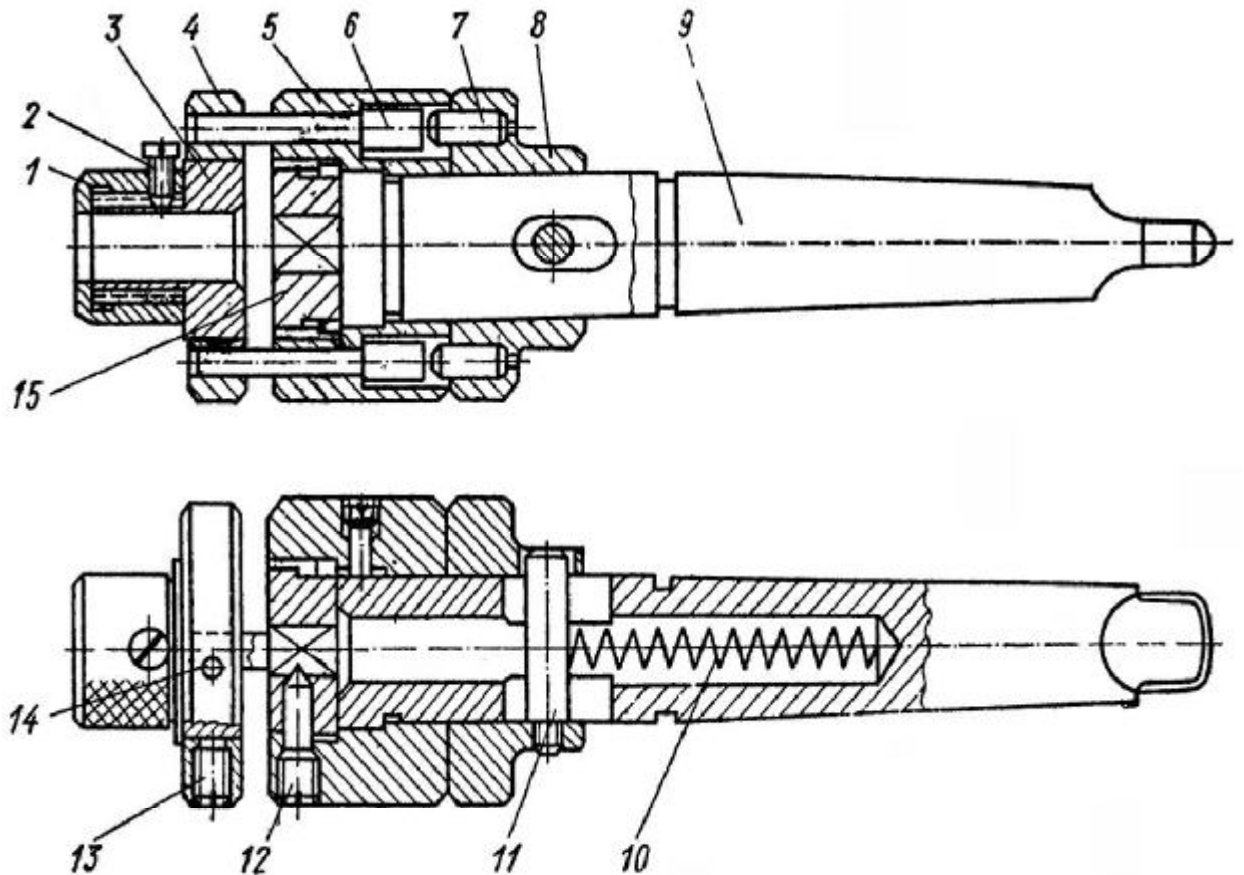


Рисунок 3.2 Приспособление с предохранительным патроном для нарезания резьбы метчиками

При переключении вращения шпинделя в обратную сторону пружина 10 через палец 11 возвращает поводок 8 в исходное положение. Для смены вкладыша 15 необходимо отвернуть винт 13, вынуть втулку 3 с упором 1 и отвернуть винт 12.

Применение описанного патрона предохраняет метчик от поломки и повышает производительность труда при резбонарезании.

3.5 Конструктивные расчеты

3.5.1 Расчет пружины на сжатие

Материалы упругих элементов должны обладать высокими упругими свойствами, высокой прочностью при переменных нагрузках. Пружину изготавливают из высокоуглеродистой пружинной 60С2 стали.

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		10

Пружины сжатия изготавливают с зазором между витками. Крайние витки пружины всегда поджимают к соседним виткам и шлифуют по плоскости, перпендикулярной продольной оси. Это обеспечивает легкую установку пружины на опорной плоскости и центральное, т.е. строго по оси пружины, направление сжимающей нагрузки. Чтобы предотвратить возможную потерю устойчивости (выпучивание) пружины при соотношениях размеров $H/D > 3$, ее рекомендуют устанавливать в направляющем стакане или на стержне. Цилиндрические винтовые пружины сжатия получили наибольшее распространение, так как их форма сочетается с формой валков, стаканов и других тел вращения.

Пружины сжатия малочувствительны к перегрузкам. Витки пружины при перегрузке полностью сжимаются, и пружина принимает вид жесткого цилиндра.

Расчет цилиндрических винтовых пружин растяжения–сжатия выполняют по условиям прочности витков на кручение. Сортамент, механические свойства стальных углеродистых проволок, используемых для изготовления пружин, приведены в справочниках. Величину допускаемого напряжения материала при сдвиге (кручении) принимают ориентировочно при статической и пульсирующей нагрузке соответственно

$$\tau_{adm} = 0,4\sigma_{ut}; \quad (3.1)$$

где σ_{ut} – предел прочности проволоки при растяжении, кгс/мм².

$$\tau_{adm} = 0,4\sigma_{ut} = 0,4 \times 420 = 168 \text{ кгс/мм}^2,$$

Условие прочности в поперечных сечениях витков пружины

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{8F_{max} D_w K_k}{\pi d^3} < \tau_{adm}, \quad (3.2)$$

где $T = (F_{max} \times D_{cp}) / 2$ – крутящий момент;

F_{max} – максимальная нагрузка на пружину;

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.13	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		11

$W_p = \pi d^3 / 16$ – полярный момент сопротивления поперечного сечения витка;

$K_k = \frac{4c+2}{4c-3}$ – коэффициент, учитывающий концентрацию напряжений на поверхности витка и зависящий от величины индекса пружины c ($c = D_{cp} / d$);

d, D_{cp} – соответственно диаметр проволоки и средний диаметр пружины.

$$\tau = \frac{8 \cdot 150 \cdot 16 \cdot 1,4}{3,14 \cdot 4^3} = 133,7 \leq \tau_{adm}$$

Диаметр проволоки пружины равен:

$$d = \sqrt{\frac{8 F_{max} c K_k}{\pi \tau_{adm}}} \quad (3.3)$$

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot 150 \cdot 4 \cdot 1,4}{3,14 \cdot 133,7}} = \sqrt{16,01} = 4 \text{ мм}$$

Исходными данными при расчете пружины являются начальная F_0 и максимальная F_{max} нагрузки, рабочая деформация f_p и характеристики проволоки: модуль упругости G и допускаемое напряжение τ_{adm} при сдвиге.

Расчет осуществляется в следующем порядке:

1. Выбирают индекс пружины в пределах $c = 4 \dots 16$.

2. Определяют диаметр проволоки. Значение d принимают ближайшее большее по сортаменту, принимаем $d=4$ мм. Средний и наружный диаметры пружины равны $D_{cp} = c \cdot d = 4 \cdot 4 = 16$ мм;
 $D = D_{cp} + d = 16 + 4 = 20$ мм.

3. Вычисляют коэффициент жесткости пружины

$$k = (F_{max} - F_0) / f_p \quad (3.4)$$

$$k = (150 - 10) / 30 = 4,6$$

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

4. Определяют предварительную деформацию пружины:

$$f_0 = F_0 / k \quad (3.5)$$

$$f_0 = 10 / 4,6 = 2,1 \text{ мм}$$

5. Число витков пружины рассчитывают по формуле:

$$i = \frac{Gd}{8K_k C^3} \quad (3.6)$$

где G - модуль сдвига кгс/мм²;

d - диаметр проволоки, мм;

C - индекс пружины

$$i = \frac{2000 \cdot 4}{8 \cdot 1,4 \cdot 4^3} = 11,1$$

6. Определяют в недеформированном состоянии длину пружины

$$H = i(d + e) + h_k + f_{\max}, \quad (3.7)$$

$$H = 11(4 + 0,5) + 8 + 32,1 = 89,6 \text{ мм}$$

где $e = 0,5$ мм – гарантированный зазор между витками пружины сжатия при максимальной деформации; $h_k = (2 \dots 3) d$ – суммарная толщина нерабочих торцовых витков пружины; $f_{\max} = f_0 + f_p$.

7. Угол подъема витков пружины равен:

$$\text{пружины сжатия} \quad \text{tg} \alpha = \frac{H - h_k}{\pi D_{\text{cp}} i}, \quad (3.8)$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{89,6 - 8}{3,14 \cdot 16 \cdot 11} = 0,147$$

$$\alpha = 8^\circ$$

Этот угол не должен превышать $\alpha = 11 \dots 12^\circ$.

8. Определяют длину проволоки развернутой пружины:

$$L = \frac{\pi D_{\text{cp}}}{\cos \alpha} (i + 2) \quad (3.9)$$

$$L = \frac{3,14 \cdot 16}{\cos 8^\circ} (11 + 2) = 63,8 \text{ мм}$$

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00ЛЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

3.5.2 Расчет силы резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Скорость резания, м/мин, при нарезании крепежной резьбы резцами с пластинами из твердого сплава:

$$V = \frac{C_v D^G}{T^m S^y} K_v, \quad (3.10)$$

$$V = \frac{30 \cdot 39^{0,24}}{80^{0,08} \cdot 3^{0,25}} 0,95 = 37,2 \text{ м / мин}$$

где D – номинальный диаметр резьбы, мм .

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{Cv}, \quad (3.11)$$

где: K_{Mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента

K_{Cv} - коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы (принимают равным 1,0, если резьба нарезается черновым и чистовым резцами; и 0,75, если резьба нарезается одним чистовым резцом).

$$K_v = 0.95 \cdot 1 \cdot 1 = 0.95$$

По расчётной скорости резания определяют частоту вращения шпинделя. Затем, по принятой паспортной частоте вращения корректируется фактическая скорость резания, которая и участвует в дальнейших расчётах.

Тангенциальная составляющая силы резания P_{zH} , при нарезании резьбы резцами:

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_z = \frac{10 C_F P^y}{t^y} K_F, \quad (3.12)$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 2^{0.85}}{1,4^3} \cdot 0,9 = 980 H$$

Мощность, кВт, при нарезании резьбы резцами:

$$N = \frac{P_z \cdot V_{\text{рез}}}{1020 \cdot 60}, \quad (3.13)$$

$$N = \frac{980 \cdot 37,2}{1020 \cdot 60} = 0,6 H$$

					ВКР 35.03.06.150.18 СПНР 00.00.00.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

4.1 Пути предупреждения повторяемости несчастных случаев на производстве

Обобщая опыт передовых предприятий и служб охраны труда, можно рекомендовать для практической работы следующую схему предупреждения повторяемости несчастных случаев.

1. Каждый несчастный случай после расследования обстоятельств, установления причин и определения профилактических мероприятий рассматривается службой техники безопасности вместе с профсоюзной организацией с целью выявления вероятности повторения такого же случая на других участках (цехах) предприятия. Если такая вероятность установлена, то по согласованию с главным инженером предприятия соответствующие профилактические мероприятия проводятся не только на месте происшествия, но и на других рабочих местах.
2. Если несчастный случай произошел вследствие конструктивных недостатков, то кроме проведения профилактических мероприятий предприятием по месту происшествия (и на других аналогичных рабочих местах) предприятие-потребитель станков направляет заводу-изготовителю обоснованную рекламацию, обязывая его тем самым принять необходимые конструктивные решения, обеспечивающие безопасность выпускаемых станков. Каждый несчастный случай со смертельным исходом и групповой, расследуемый с участием технического инспектора профсоюза и представителя министерства, должен быть обсужден; должны быть проведены профилактические мероприятия не только на объекте, на котором он произошел, но и на всех тех предприятиях отрасли, где возможно повторение аналогичного случая.

В практической деятельности предприятий профилактические мероприятия в большинстве случаев проводятся в связи с уже имевшимися несчастными случаями. Это способствует снижению числа пострадавших при несчастных случаях.

При этом следует иметь в виду, что не всегда причины несчастных случаев ясны, не всегда вероятность несчастного случая очевидна. Следовательно, наиболее эффективное решение задач безопасности может быть достигнуто в том случае, когда планы-прогнозы развития предприятия и отрасли в целом будут органически связаны с планами-прогнозами предупреждения травматизма, т. е. когда прогностические мероприятия по предупреждению травматизма будут разрабатываться одновременно с планами развития отрасли и входить в них как раздел. Только при этом условии мероприятия по безопасности труда смогут быть подлинно профилактическими, опережающими несчастные случаи

4.2 Общие правила безопасности при работе на металлорежущих станках в механическом цехе

1. Перед началом работы необходимо привести в порядок рабочую одежду застегнуть или перетянуть резинкой обшлага рукавов или закатать рукава выше локтя, заправить одежду так, чтобы не было развевающиеся концы. Убрать волосы под плотно облегающий головной убор. Работать на станке в легкой обуви не разрешается.

2. Принимая станок от сменщика, следует убедиться в хорошем состоянии станка и рабочего места и выяснить были ли в предыдущей смене неполадки в работе станка и как они устранены

3. Проверить исправность и разложить в строгом, удобном для пользования порядке режущий, мерительный, крепежный инструмент.

4. Обеспечить достаточную смазку станка; при смазке пользоваться только соответствующими приспособлениями.

3. Проверить наличие, исправность и прочность крепления

а) ограждений зубчатых колес, приводных ремней, валиков, приводов, шпинделя и т. д., а также токоведущих частей электрической аппаратуры (пускателей, рубильников, трансформаторов);

б) предохранительных устройств для защиты от стружки и устройств для подачи охлаждающих жидкостей.

3. При необходимости, отрегулировать местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена и свет не падал прямо в глаза. Необходимо периодически протирать арматуру и лампы. Пользоваться местным, освещением с напряжением выше 36В запрещается.

3. Проверить исправность станка на холостом ходу; при этом убедиться в исправном действии:

а) органов управления - электрических кнопочных устройств тормозов, подъемных устройств;

б) системы смазки и охлаждения, обеспечивающих нормальную и бесперебойную смазку и подачу охлаждающей жидкости;

в) фиксации рычагов включения и переключения.

8. В случае неисправности станка немедленно заявить мастеру и до устранения неисправностей к работе не приступать. Работать на неисправных и не имеющих необходимых ограждений станках запрещается.

9. Уложить устойчиво на подкладках или стеллажах поданные на обработку детали, не загромождая рабочего места и проходов

10. Приготовить крючок для удаления стружки, ключи и другой необходимый инструмент.

11. Перед обработкой металлов с отлетающей стружкой при отсутствии специальных защитных устройств надеть защитные очки или предохранительный щиток из прозрачного материала.

12. Проверить исправность деревянной решетки, находящейся у станка под ногами рабочего.

13. Внимательно относиться к сигналам, подаваемым с грузоподъемных устройств и движущегося транспорта.

14. Проверить надежность наложения стропов или специальных челночно-захватных приспособлений при подъеме детали для установки на станок.

15. При обработке на токарных станках изделие должно опираться на центр всей конусной частью центрального отверстия; не допускается упор центра в дно центрального отверстия детали. Это же правило относится к установке оправок на токарных и фрезерных станках.

16. Крепить резцы надежно, не менее чем двумя болтами резцедержателя.

17. Для установки резца по оси центров применять только специальные прокладки, равные по длине всей опорной плоскости резца.

18. При получении новой, незнакомой работы обратиться к администрации цеха за разъяснениями и инструктажем по технике безопасности.

19. Во избежание травм из-за поломки инструмента необходимо соблюдать следующее:

а) сначала включить вращение шпинделя с деталью или инструментом), а потом подачу; при этом обрабатываемую деталь (или инструмент) следует привести во вращение до их соприкосновения, врезание производить плавно, без ударов;

б) перед остановкой станка сначала выключить подачу, отвести режущий инструмент от детали, а потом выключить вращение шпинделя инструмент.

20. Отводить инструмент на безопасное расстояние при центровании изделий на станке, при зачистке, шлифовании изделия наждачным полотном, при опиловке, шабровке, при измерении изделий.

21. В случае возникновения вибрации станок остановить. Принять меры к устранению вибрации; проверить крепление инструмента и изделия, изменить режимы резания.

22. Размещать шланги, подводящие охлаждающую жидкость, так, чтобы была исключена возможность соприкосновения их с режущим инструментом и движущимися частями станка. Охлаждающую жидкость подавать только насосом.

23. Охлаждать режущий инструмент мокрыми тряпками или щетками запрещается.

24. При обработке хрупких металлов с мелкой отлетающей стружкой, а также при дроблении стальной стружки в процессе обработки применять защитные устройства — специальные стружкоотводчики, прозрачные экраны или индивидуальные щитки.

25. Измерять обрабатываемую деталь при рабочем ходе станка при отсутствии специальных устройств запрещается.

26. Нельзя тормозить станок, нажимая рукой на вращающуюся часть станка или изделие.

27. Во время работы станка не разрешается открывать и снимать ограждения и предохранительные устройства.

28. Перед каждым включением станка надо предварительно убедиться, что пуск станка никому не угрожает опасностью

29. Следить за тем, чтобы не поранить рук заусенцами на обрабатываемых изделиях.

30. Обязательно останавливать станок с выключением моторов:

а) при уходе от станка даже на короткое время если не поручено обслуживание двух или нескольких станков;

б) при временном прекращении работы;

в) при перерыве в подаче электроэнергии;

г) при уборке, смазке, чистке станка;

д) при обнаружении какой-либо неисправности в оборудовании.

31. Если на металлических частях станка обнаружено напряжение (ощущение тока), станок остановить и немедленно доложить мастеру о неисправности электрооборудования.

32. Стружку со станка непосредственно руками и инструментом не удалять; пользоваться для этого специальными крючками и щетками. Не допускать подсобных рабочих к уборке станка во время его работы.

33. Во время работы станка:

а) быть внимательным, не отвлекаться посторонними делами и разговорами и не отвлекать других;

б) не брать и не подавать через работающий станок какие-либо предметы; в) не подтягивать болты, гайки и другие соединения станка.

34. При ремонте, чистке, смазке станка у пусковых устройств вывешивать надпись: «Не включать — ремонт».

35. Снимать и надевать ремни на шкивы следует только после полной остановки станка.

36. Передвижение ремня по ступенчатым шкивам на ходу допускается только с применением переводок.

37. При опиловке, шабровке, зачистке, шлифовании обрабатываемых изделий на станке:

а) не прикасаться руками или одеждой к обрабатываемому изделию;

б) стоять лицом к патрону, держать ручку напильника левой рукой, не перенося по возможности правую руку за изделие; перед началом обработки отводить суппорт и заднюю бабку, если она свободна, на безопасное расстояние;

в) при пользовании наждачной шкуркой (полотном) применять специальные жимки;

г) запрещается пользоваться напильниками, шаберами и тому подобными инструментами без деревянных ручек. Не производить указанных операций с изделиями, имеющими выступающие части, пазы и выемки пазы и выемки предварительно заделывать деревянными пробками.

38. При захвате тряпки или концов вращающимися частями станка не пытаться их вытянуть, а остановить станок и освободить затянутый предмет, поворачивая изделие или инструмент вручную.

39. Запрещается прикасаться к электрооборудованию и электроустройствам, арматуре общего электроосвещения, обслуживать которых рабочему не поручено, открывать дверцы электрошкафа и прикасаться к клеммам.

40. Применять только исправные гаечные ключи, по размерам гаек и головок болтов. Применять подкладки между зевом ключа и гранями гаек запрещается. При работе ключами не наращивать их трубой или другими рычагами.

41. Не мыть рук в масле, эмульсии, керосине и не вытирать концами, предназначенными для сметания стружки.

42. Не принимать пищу у станка грязными руками.

43. Не хранить личной одежды на рабочем месте.

44. По окончании работы:

а) выключить станок и электродвигатель;

б) привести в порядок рабочее место — убрать стружку, инструмент и приспособления;

в) аккуратно сложить готовые детали и заготовки;

г) смазать трущиеся части станка;

д) сдать станок своему сменщику или мастеру и сообщить о всех неисправностях в работе станка.

Нарушающие настоящую инструкцию должны привлекаться к дисциплинарной ответственности согласно правилам внутреннего распорядка предприятия.

Если встречаются неудобства или опасные моменты при пользовании пусковыми и остановочными устройствами, ограждениями и другими предохранительными или защитными устройствами вследствие их неудовлетворительной конструкции или нерационального расположения, или

если затруднена быстрая аварийная остановка станка при возникновении опасности от захвата вращающимися частями и инструментом, рабочий должен заявить об этом мастеру и начальнику цеха и внести предложение об устранении этих недостатков.

Согласовано; специалистом
по безопасности труда

Разработал
Главный инженер

4.3 Основные положения по организации воздухообмена

При общеобменной вентиляции необходимый объем вентиляционного воздуха заносит от количества выделяющихся вредных веществ, их предельно допустимых концентраций, а также от распределения этих концентраций по площади и по высоте помещения. Характер распределения тепла, влаги и концентрации примесей вредных веществ в помещении при вентиляции и воздушном отоплении определяется главным образом возникающими воздушными течениями, которые, в свою очередь, зависят от принятого способа организации воздухообмена.

Решающую роль в формировании полей температур, скоростей и концентрации примесей в объеме вентилируемого помещения играют вентиляционные приточные струи и создаваемые ими циркуляционные течения.

При помощи приточных струй можно оказывать активное воздействие на схему циркуляции воздуха в помещении, а в связи с этим и на распределение температур, скоростей и концентраций примесей в вентилируемом объеме. Посредством вентиляционных струй можно обеспечивать в определенных зонах помещения заданные параметры воздушной среды, существенно отличающиеся от таковых в окружающем пространстве (воздушные души, воздушные оазисы); создавать воздушные завесы, препятствующие врыванию в помещение холодного воздуха; применять устройства, способствующие сдуву вредных веществ к месту

организованного их удаления. Тепловые (конвективные) струи, формирующиеся вблизи ступи поверхностей оборудования, имеющих температуру, отличающуюся от температуры окружающего воздуха, также могут оказывать существенное влияние на распределение вредных веществ в помещении.

В горячих цехах тепловые потоки, возникающие над нагретым оборудованием, способствуют выносу тепла и вредных примесей в верхнюю зону помещения. Мощные конвективные потоки переносят в верхнюю зону помещений газы и пары даже в том случае, если они тяжелее воздуха.

Удаление воздуха из помещений необходимо осуществлять из тех зон, в которых отмечается наибольшая концентрация вредных веществ или наиболее высокая температура. Поэтому в цехах с мощными источниками тепловыделений вытяжку воздуха системами общеобменной вентиляции целесообразно производить из верхней зоны. В таких цехах приточный воздух следует подавать в направлении рабочей зоны рассредоточенно струями сравнительно малой мощности с тем, чтобы сохранить возникающий положительный градиент концентраций и температур по высоте помещения и тем самым уменьшить необходимый объем вентиляционного воздуха.

В тех случаях, когда в помещении отсутствуют источники тепловыделения и происходит выделение паров и газов, которые тяжелее воздуха, возможно, хотя и достаточно редко, образование зон наибольших концентраций в нижних уровнях помещения и тогда целесообразна нижняя вытяжка с рассредоточенным притоком с малыми скоростями в верхнюю зону.

Конвективные потоки охлажденного воздуха, образующиеся около наружных стен и перекрытий, опускаясь в рабочую зону, могут переохлаждать ее, создавая неблагоприятные условия для работающих. Увеличивая мощность вентиляционных струй, создаваемых системами механической вентиляции или воздушного отопления (по сравнению с

мощностью конвективных струй), можно перераспределить тепло по высоте цеха и тем самым ликвидировать перегрев верхней зоны и недогрев рабочей зоны помещения.

Таким образом, для обоснованной организации воздухообмена в производственных помещениях необходимо знание закономерностей формирования и развития вентиляционных и тепловых струй и создаваемых ими циркуляционных течений.

4.4. Расчёт вентиляции участка

1. Расчёт воздухообмена.

Так как на одного работающего приходится более 20 м^3 объёма помещения, то $W_0=20\text{ м}^3/\text{ч}$

$$\text{Воздухообмен определяют: } W=n_R \cdot W_0. \quad (4.1)$$

Где n_R - число рабочих;

W_0 - нормируемая величина.

$$W=2 \cdot 20=40$$

1.2 Производительность вентилятора:

$$W_B=R_3 \cdot W \quad (4.2)$$

Где R_3 - коэффициент запаса(1.3...2.0) выбираем 1.5

W - воздухообмен.

$$W_B=1.5 \cdot 40=60$$

1.3. Потери напора на прямых участках:

$$H_{\text{пп}}=\psi_{\tau} \cdot l_{\tau} \cdot \rho_{\tau} \cdot v_{\text{ср}}^2 / 2d_{\tau} \quad (4.3)$$

Где ψ_{τ} - коэффициент, учитывающий сопротивление труб (0.02 для железных труб);

$v_{\text{ср}}$ - средняя скорость воздуха на рассчитываемом участке(8...12 м/с выбираем 10 м/с, а для удалённых участков 1...4 м/с принимаем 4 м/с);

l_{τ} - длина участка трубы;

ρ_{τ} - плотность воздуха (1.2 кг/м^3);

d_T - принятый диаметр трубы, принимаем 0.3 м.

$$H_{\text{шт}1}=0.02 \cdot 1.2 \cdot 5 \cdot 100 / 2 \cdot 0.3 = 20$$

$$H_{\text{шт}2}=0.02 \cdot 3 \cdot 1.2 \cdot 100 / 2 \cdot 0.3 = 86.4$$

$$H_{\text{шт}3}=0.02 \cdot 10 \cdot 1.2 \cdot 100 / 2 \cdot 0.3 = 40$$

$$H_{\text{шт}4}=0.02 \cdot 20 \cdot 1.2 \cdot 100 / 2 \cdot 0.3 = 80$$

$$H_{\text{шт}5}=0.02 \cdot 1.2 \cdot 20 \cdot 100 / 2 \cdot 0.3 = 8.32$$

$$H_{\text{шт}6}=0.02 \cdot 13 \cdot 1.2 \cdot 16 / 2 \cdot 0.3 = 12$$

1.4. Рассчитывают местные потери H_M напора в переходах и коленах.

$$H_M = 0.5 \cdot \psi_M \cdot v_{cp}^2 \cdot \rho_B \quad (4.4)$$

Где ψ_M - коэффициент местных потерь напора;

$$H_{M1}=0.5 \cdot 1.1 \cdot 100 \cdot 1.2 = 66 \text{ Па};$$

$$H_{M2}=0.5 \cdot 1.1 \cdot 100 \cdot 1.2 = 66 \text{ Па};$$

$$H_{M3}=66 \text{ Па}; H_{M4}=66 \text{ Па};$$

$$H_{M5}=0.5 \cdot 1.1 \cdot 16 \cdot 1.2 = 10.56 \text{ Па};$$

$$H_{M6}=66 \text{ Па}.$$

1.5 Определяют суммарные потери напора на участках и на линии:

$$H_{уч} = H_{шт} + H_M \quad (4.5);$$

$$H_{л} = \sum H_{уч} = H_B;$$

Где $H_{л}$ - потери напора на линии;

H_B - полное давление в вентилятора.

$$H_{уч1}=20+66=86 \text{ Па};$$

$$H_{уч2}=86.4+66=152.4 \text{ Па}; H_{уч3}=40+66=106 \text{ Па};$$

$$H_{уч4}=80+66=146 \text{ Па}; H_{уч5}=8.32+10.56=18.88 \text{ Па};$$

$$H_{уч6}=12+66=78 \text{ Па}. H_{л}=86+152.4+106+146+18.88+78=587.28$$

1.6 По номограмме определяется КПД вентилятора (η_B) и безразмерное число A :

$$H_B=0.56 \quad A=3500$$

1.7 Рассчитывают мощность $P_{дв}$ электродвигателя для вентилятора:

$$P_{дв} = H_B \cdot W_B / (3.6 \cdot 10^3 \cdot \eta_{л} \cdot \eta_B); \quad (4.6)$$

Где H_B - полное давление вентилятора;

$\eta_{\text{п}}$ - КПД передачи (0.90 ... 0.95);

a - степень (6);

$$P_{\text{дв}} = 60 \cdot 587.28 / (3.6 \cdot 10^3 \cdot 0.56 \cdot 0.9) = 0.02 \text{ кВт}$$

Выбираем вентилятор №1 серии ЦИ - 70

$$W_{\text{в}} = 1000 \text{ м}^3/\text{ч};$$

4.5 Производственная гимнастика на рабочем месте

Производственная физическая культура - система методически обоснованных физических упражнений физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время.

В рабочее время производственная физическая культура (ПФК) реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика - это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Основная задача производственной гимнастики - повышение профессиональной работоспособности трудящихся за счет выполнения специально подобранных упражнений, направленных на восстановление работоспособности в процессе труда, снижение утомления. Одним из условий сохранения высокой профессиональной работоспособности является переключение деятельности. Таким переключением деятельности и является производственная гимнастика.

Ее гигиеническое значение заключается в оздоровительном эффекте, в улучшении функциональных показателей физического развития и физической подготовленности при систематическом применении в снижении

нервно-психического напряжения. Осложняет проведение производственной гимнастики ограниченность во времени, выполнение физических упражнений непосредственно на рабочем месте, в рабочей одежде и т.д.

Производственная гимнастика имеет следующие основные формы.

Вводная гимнастика направлена на скорейшее включение организма в работу. С ее помощью достигается оптимальная возбудимость центральной нервной системы и привычный рабочий ритм, поэтому подбираются движения и ритм, соответствующие предстоящей деятельности. Комплексы вводной гимнастики состоят из 6- 8 упражнений, выполняемых в течение 5-7 мин в начале рабочего дня.

Физкультурная пауза, как форма активного отдыха, позволяет предупредить утомление и способствует поддержанию более высокой работоспособности. Она состоит из 5-7 упражнений и проводится в течение 5-7 мин при появлении первых отчетливых признаков наступающего утомления. Обычно это бывает во второй половине рабочего дня, за 2-2,5 ч до окончания работы. Упражнения для физкультпауз подбираются в зависимости от особенностей трудового процесса.

Физкультурные минутки относятся к малым формам активного отдыха и проводятся в течение 1-2 мин, состоят из 2-3 упражнений. Их целью является снижение местного утомления, возникающего, например, при длительном сидении в рабочей позе, сильном напряжении внимания, зрения и т.п. Чаще всего используются в режиме рабочего дня работников умственного труда - до 5 раз, по мере необходимости в активном отдыхе. Их использование не зависит от того, выполняется физкультпауза и вводная гимнастика или нет.

Микропаузы активного отдыха - самая короткая форма производственной гимнастики, длятся всего 20 - 30 с. Их цель - ослабить утомление.

Физическая нагрузка во время производственной гимнастики зависит от пола, возраста, состояния здоровья и степени подготовленности занимающихся. Поскольку производственный коллектив не однороден,

следует ориентироваться на средние показатели по субъективным ощущениям занимающихся во время и после занятий. У них могут возникнуть жалобы на плохое самочувствие, усталость, сердцебиение, головокружение, головную боль и др., а также признаки утомления (покраснение лица, повышенная потливость, одышка и др.). При появлении тех или иных неблагоприятных симптомов необходимо изменить дозировку упражнений - уменьшить темп движений или количество повторений, а при выраженных случаях утомления и жалобах на сердцебиение и головокружение - направить на консультацию к врачу.

Организация занятий производственной гимнастикой во многом основывается на требованиях гигиены и физиологии труда. Кроме того, необходимы надлежащие гигиенические условия в местах занятий. Гимнастика проводится в цехах, непосредственно у рабочего места, в проходах или расположенных вблизи коридорах и подсобных помещениях, удовлетворяющих гигиеническим требованиям. В теплый период года занятия по возможности следует проводить на открытом воздухе.

Проведение гимнастики на рабочих местах экономит время, но не всегда возможно из-за неудовлетворительного санитарного состояния окружающей среды. Поэтому при организации производственной гимнастики предполагаемое место занятий обследуется в санитарном отношении с привлечением инженера по технике безопасности. Когда это необходимо, проводят специальные гигиенические исследования заводская лаборатория, здравпункт или санэпидемстанция. С целью оценки мест занятий и определения контингента занимающихся в паспортизации отделов и цехов принимают участие медицинский работник и санитарный врач.

При определении условий профессионального труда и наличия вредностей учитывают характер трудового процесса (рабочая поза, степень нервно-психического и мышечного напряжения), особенности технологического процесса и производственного оборудования (степень механизации и автоматизации производственных процессов, герметичность

оборудования, удобство его обслуживания и т.п.) и санитарно-гигиеническую обстановку (метеорологические условия, загрязнение воздуха пылью и газами, шум, вибрация, ионизирующая радиация, освещенность и др.).

Запрещается проводить занятия при температуре воздуха выше 25°C и влажности выше 70%, при наличии в воздухе даже незначительных количеств ядовитых веществ, при повышенном или пониженном барометрическом давлении, при шуме свыше 70дБ. Оценка степени загрязнения воздуха производственных помещений газами и пылью проводится на основании сравнения с предельно допустимыми концентрациями этих веществ в рабочей зоне (мг/м³): аммиак - 20, бензин - 300, окись углерода - 20, пары ртути - 0,01, сероводород - 10; пыль нетоксическая, не содержащая двуокиси кремния - до 10, содержащая двуокись кремния - 2, пыль стеклянная и минерального волокна - 4.

В помещениях, где проводится производственная гимнастика, необходимо постоянно поддерживать чистоту, перед занятиями проветривать. В помещениях должно быть достаточно свободной площади. Санитарными нормами на промышленных предприятиях предусматривается ширина проходов между станками не более 1,5 м. Такая же ширина считается минимальной для групповых занятий гимнастикой. В среднем на каждого занимающегося должно приходиться не менее 1,5 м² свободной площади пола.

Место, выбранное для занятий, должно быть безопасным. У станков и машин, находящихся рядом с местами для занятий гимнастикой, все открытые и движущиеся части (ребенки, зубчатые сегменты, маховые колеса и т.п.), а также открытые передачи (шкивы, ремни и др.) и вообще все опасные части должны иметь конструктивные ограждения.

На места занятий гимнастикой распространяются и другие правила безопасности: ограждение проводов высокого напряжения, ограждение от непосредственного влияния лучистой энергии и др.

Во избежание травм при занятиях гимнастикой полы должны быть гладкими, нескользкими, удобными для уборки. Перед занятиями (не позже чем за 30 мин) в производственном помещении следует произвести влажную уборку (перед подметанием посыпать пол влажными опилками).

При внедрении производственной гимнастики по предприятию издается приказ, в котором отражаются задачи медико-санитарной части, здравпункта, меры по контролю за санитарно-гигиеническим состоянием мест, отведенных для занятий производственной гимнастикой. В состав методического совета по производственной гимнастике обязательно включается заведующий медико-санитарной частью (здравпунктом) предприятия. В дальнейшем параллельно с изучением эффективности производственной гимнастики, обновлением и составлением заново комплексов продолжается изучение санитарно-гигиенических условий труда и принимаются меры по их улучшению.

Составной частью профилактической деятельности медицинских работников предприятий является разъяснительная работа среди трудящихся о влиянии на организм занятий гимнастикой; подготовка и инструктаж методистов и общественных инструкторов производственной гимнастики по санитарным и гигиеническим вопросам, ознакомление их, а также трудящихся с простейшими методами самоконтроля за состоянием здоровья.

Здоровье врача - педиатра рассматривается как абсолютная социальная ценность, так как характеризует не только состояние человека определенной профессиональной принадлежности, но и является обязательным условием воспитания здоровой личности.

Врачи испытывают в своей профессиональной деятельности значительное психическое и физическое напряжение. Воздействие дополнительных неблагоприятных факторов: невысокий социальный статус, недостаточный, для удовлетворения основных потребностей человека, уровень заработной платы, влияние экологической обстановки, а так же специфика труда (принудительный характер общения, большое количество

контактов в течение дня, гиподинамия) - способствуют снижению функциональных резервов организма. Хроническое снижение функциональных резервов организма ведет к развитию утомления, а длительное отсутствие полноценного отдыха к переутомлению, что снижает защитные силы организма и может способствовать возникновению различных заболеваний, снижению или потере трудоспособности.

Рациональный режим труда и отдыха позволяет сохранить здоровье и высокую трудоспособность в течение длительного времени. Поэтому врачи - педиатры обязаны делать короткие перерывы в течение рабочего дня для выполнения производственной гимнастики.

Производственная гимнастика - это комплексы несложных физических упражнений, ежедневно включаемых в режим рабочего дня с целью улучшения функционального состояния организма, поддержания высокого уровня трудоспособности и сохранения здоровья работающих.

Каждое предприятие практикует собственную форму производственной гимнастики и собственный регламент ее проведения. Для этой цели используют разные формы занятий производственной гимнастикой, физкультурную микропаузу (не более одной минуты), физкультурную паузу (выполняется в течение 5 мин.), физкультурную минутку (1,5-2 мин.). С их помощью оказывается разнообразное воздействие на организм занимающихся, предупреждается или снимается утомление, улучшается самочувствие.

5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ

5.1 Расчет балансовой стоимости проектируемого приспособления

Определение балансовой стоимости, спроектированного приспособления для нарезания резьбы, способом подетальной калькуляции определяется

$$C_{\text{б}} = C_{\text{к}} + C_{\text{од}} + C_{\text{п.д}} \cdot K - C_{\text{сб}} + C_{\text{н}} \quad (5.1)$$

где $C_{\text{к}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей (рам, каркасов), руб.;

$C_{\text{од}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей (валы, втулки), руб.;

$C_{\text{п.д}}$ – затраты на покупные детали, узлы, агрегаты по прейскуранту, руб.;

$C_{\text{сб}}$ – зарплата с начислениями на сборку конструкции, руб.;

$C_{\text{н}}$ – накладные, общепроизводственные расходы и плановые накопления, руб.

K – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции

Принимая во внимание, что $K = 1,4$

Стоимость изготовления корпусных деталей (станина, рама, кронштейны и т.п.) определяется исходя из средней стоимости 1 кг готовых изделий, [12]:

$$C_{\text{к}} = \sum C_{\text{и}} \cdot G_{\text{к}}, \quad (5.2)$$

где $C_{\text{и}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей по справочным данным, руб.

$G_{\text{к}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.

Затраты на изготовление оригинальных деталей (клапана, корпуса и т.п.):

$$C_{o.д.} = C_{зн} + C_M, \quad (5.3)$$

где $C_{зн}$ – зарплата производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.;

C_M – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Зарплата определяется по формуле:

$$C_{зн} = n_{шт} \cdot Z \cdot t_n \cdot K_3, \quad (5.4)$$

где $n_{шт}$ – количество оригинальных деталей, шт.;

Z – часовая ставка рабочих начислений по среднему размеру, руб./ч;

t_n – средняя норма трудоемкости изготовления отдельных оригинальных деталей, чел.·ч;

K_3 – коэффициент, учитывающий различные виды доплат и начислений ($K_3 = 1,25 \dots 1,45$)

Принимая во внимание:

часовая ставка рабочих начислений по среднему размеру $Z = 150,5$ руб./ч;

средняя норма трудоемкости изготовления отдельных оригинальных деталей

$t_n \approx 2,5$ чел.·ч;

всего оригинальных деталей $n_{шт} = 15$ шт.

$$C_{зн} = 15 \cdot 30 \cdot 2,5 \cdot 1,3 = 722 \text{ руб.}$$

Стоимость материала для изготовления оригинальных деталей определяется

$$C_M = C_i G_3, \quad (5.5)$$

где C_i – цена за 1 кг материала заготовки, руб./кг

G_3 – масса заготовок, кг

Принимая во внимание, что $C_i = 25$ руб./кг, $G_3 = 5,5$ кг, находим

$$C_M = 25 \cdot 5,5 = 137,5 \text{ руб.}$$

$$C_{од} = 722 + 137,5 = 859,5 \text{ руб.}$$

Зарплата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяется по формуле:

$$C_{\text{зп}} = z_i \cdot t_{\text{сб}} \cdot K_{\text{з}}, \quad (5.7)$$

где z_i – средняя часовая тарифная ставка, руб/ч;

$t_{\text{сб}}$ – трудоемкость сборки по инструкции, чел.ч.

Трудоемкость сборки по инструкции определяется:

$$t_{\text{сб}} = \sum t_{\text{сб}i} \cdot K_{\text{сб}i}, \quad (5.8)$$

где $t_{\text{сб}i}$ – трудоемкость сборки отдельных элементов конструкции, чел.ч;

$K_{\text{сб}i}$ – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки.

Принимая во внимание, что $K_{\text{сб}i} = 1,08$, $K_{\text{доп}} = 1,3$

$$t_{\text{сб}i} = t'_{\text{сб}i} \cdot m / 60,$$

где $t'_{\text{сб}i}$ – норма времени на одну операцию при сборке, мин/ед

m – количество соответствующих деталей или операций при сборке конструкции.

Расчет заработной платы на сборке конструкции сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 - Расчет заработной платы на сборке конструкции

Вид работы	Объем работы, шт.	Норма времени на сборку, мин/ед.	$K_{\text{сб}i}$	Общая трудоемкость, чел.ч.	Тарифная ставка руб./ч.	$K_{\text{доп}}$	Сумма з.п. счислениями, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Завертывание							
Винтов	4	0,5	1,08	0,234	150,5	1,3	1,42
Гаек	8	1		1,2	150,5	1,3	5,58
Болтов	14	0,6		0,735	150,5	1,3	10,64
Постановка					150,5		
Шайб	14	0,45	1,08	0,543	150,5	1,3	4,42
Прокладок	3	0,45		0,1134	150,5	1,3	0,95

Сверление по месту(эл.дрелью)	18	1,5		1,62	150,5	1,3	18,95
Нарезание резьбы	8	2		0,36	150,5	1,3	11,24
Итого							53,2

Цена покупных деталей изделий, агрегатов определяется

$$C_{п.д} = C_{бг} + C_{шт} + C_{кр} + C_{прд} \quad (5.9)$$

где $C_{бг}$ – стоимость болтов, гаек, руб.;

$C_{шт}$ – стоимость шлангов и трубок, руб.;

$C_{кр}$ – стоимость крана, руб.;

$C_{прд}$ – стоимость прочих деталей, руб.;

Принимая во внимание, что $C_{бг}=160$, $C_{шт}=110$, $C_{кр}=75$, $C_{прд}=240$

$$C_{п.д} = 60 + 110 + 75 + 240 = 585 \text{ руб.}$$

Накладные расходы на изготовление конструкции принимают 95 -110% от затрат на заработную плату производственных рабочих.

Если известно, что $C_{з.п.} = 772$, $C_{сб} = 76,4$

$$C_{накл} = (772 + 53,2) / 100 \cdot 100\% = 848,4 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость конструкции

$$C_{б} = 137,5 + 857 + 585 \cdot 1,4 + 16,85 + 848,4 = 2678,75 \text{ руб.}$$

5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

При расчетах исходный берём под индексом 0, а проектируемый под индексом 1 .

В таблице 5.3 представлены исходные данные для расчета технико-экономических показателей.

Таблица 5.3–Технико-экономические показателей конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемый
Масса конструкции, кг	2.75	1.2
Балансовая стоимость, руб.	4690	2678,75
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Тарифная ставка, руб/чел*ч.	150,5	150,5
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт и ТО, %	3	3
Годовая загрузка конструкции, ч	250	250

Металлоемкость процесса

$$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (5.10)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая загрузка установки, ч;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы, лет.

$$M_0 = 2.75 / (32 \cdot 250 \cdot 10) = 0,00034 \text{ кг/ шт};$$

$$M_1 = 1.2 / (58 \cdot 250 \cdot 10) = 0,00017 \text{ кг/ шт}.$$

Фондоемкость процесса определяется:

$$F_e = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (5.11)$$

где $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость установки, руб.;

$$F_1 = 2678,75 / (58 \cdot 250 \cdot 10) = 0,018 \text{ руб./ шт};$$

$$F_0 = 4690 / (32 \cdot 250 \cdot 10) = 0,058 \text{ руб./ шт}.$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте в расчете на 1 т. масла

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{пто}} + A; \quad (512)$$

где $C_{\text{зн}}$ —затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./шт.

$C_{\text{э}}$ —затраты на электроэнергию, руб./шт;

$C_{\text{пто}}$ —затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб./шт;

A —амортизационные отчисления по конструкции, руб./шт.

Затраты на оплату труда определяются из выражения:

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot T_{\text{э}}, \quad (5.13)$$

$$T_{\text{э}} = \frac{n}{W_{\text{ч}}}, \quad (5.14)$$

где n — количество обслуживающего персонала

$$T_1 = \frac{1}{58} = 0,017 \text{ чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

$$T_0 = \frac{1}{32} = 0,031 \text{ чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

$$C_{\text{зн}} = 30 \cdot 9,1 = 270,3 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зн}} = 30 \cdot 14,2 = 426 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на ремонт и ТО (руб./м³) определяют из выражения:

$$C_{\text{пто.1}} = \frac{C_{\text{з1}} \cdot H_{\text{пто1}}}{100 \cdot W_{\text{з1}} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (5.15)$$

$$C_{\text{пто.0}} = \frac{C_{\text{з0}} \cdot H_{\text{пто0}}}{100 \cdot W_{\text{з0}} \cdot T_{\text{год}}},$$

где $H_{\text{пто1}}, H_{\text{пто0}}$ — норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{пто1}} = 2678,75 \cdot 3 / (100 \cdot 58 \cdot 250) = 0,0055 \text{ руб./шт};$$

$$C_{\text{пто0}} = 4690 \cdot 3 / (100 \cdot 32 \cdot 250) = 0,017 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на амортизацию (руб./ м³) определяют из выражения:

$$A_1 = \frac{C\beta_1 \cdot a_1}{100 \cdot W_{z1} \cdot T_{год}}; \quad (5.16)$$

$$A_0 = \frac{C\beta_0 \cdot a_0}{100 \cdot W_{z0} \cdot T_{год}};$$

где a_1, a_0 – норма амортизации, %

$$A_1 = 2678,75 \cdot 14 / (100 \cdot 58 \cdot 250) = 0,0256 \text{ руб./ шт.};$$

$$A_0 = 4690 \cdot 14 / (100 \cdot 32 \cdot 250) = 0,079 \text{ руб./ шт..}$$

Отсюда себестоимость работы

$$S_1 = 270,3 + 0,0055 + 0,0256 = 270,33 \text{ руб./шт.},$$

$$S_0 = 426 + 0,017 + 0,079 = 426,096 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты на работу конструкции определяются по формуле:

$$C_{прив} = S + E_n \cdot K = S + E_n \cdot Fe, \quad (5.17)$$

где E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K - удельные капитальные вложения или фондоемкость процесса, руб/т

Принимая во внимание, что $E_n = 0,15$ находим

$$C_{прив 1} = 270,33 + 0,15 \cdot 0,018 = 270,335 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{прив 0} = 426,096 + 0,15 \cdot 0,058 = 426,097 \text{ руб./шт.}$$

Годовая экономия в рублях определяется:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_{z1} \cdot T_{год}, \quad (5.18)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (426,097 - 270,335) \cdot 58 \cdot 250 = 22585,49 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется:

$$E_{год} = (C_{прив 0} - C_{прив 1}) \cdot W_{z1} \cdot T_{год}, \quad (5.19)$$

$$E_{\text{год}} = (426,095 - 270,331) \cdot 58 \cdot 250 = 23456,25 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_6}{E_{\text{год}}} = 2678,75 / 23456 = 0,11 \text{ лет.} \quad (5.20)$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}} \quad (5.21)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{0,11} = 9,09$$

В таблице 5.4 представлена сравнительная технико-экономическая оценка эффективности конструкций.

Таблица 5.4– Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты		Проект в % к базовому
	Исходный	Проект	
1	2	3	4
Часовая производительность, шт./ч	32	58	178,6
Фондоемкость процесса, руб./шт.	0,058	0,018	71
Металлоемкость процесса, кг/ шт.	0,0075	0,0017	324,2
Трудоемкость процесса, чел.ч/шт.	0,031	0,017	146
Уровень эксплуатационных затрат, руб./шт.	426,097	270,38	39
Уровень приведенных затрат, руб./шт.	429,35	284,56	40
Годовая экономия, руб.	-	22585,49	-
Годовой экономический эффект, руб.	-	23456,23	-
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,11	-

Наименование показателей	Варианты		Проект в % к базовому
	Исходный	Проект	
1	2	3	4
Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	9,09	-

Вывод: Разработанная нами конструкция специального приспособления для нарезания резьбы по теоретическим расчетам является экономически эффективной, так как расчетный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составляет $0,11 < 5$ лет.