

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

Направление: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

На тему: Проект реконструкции слесарно-механического цеха с
разработкой приспособления для точения сферических
поверхностей

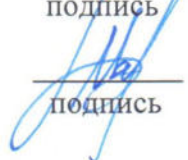
Шифр 23.03.03.332.20 ПТСП 00.00.00 ПЗ

Студент группы Б252-05


подпись

Сибгатов Б.Р.
Ф.И.О.

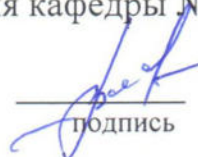
Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Марданов Р.Х.
Ф.И.О.

Допущен к защите (протокол заседания кафедры № 13 от 16.06.2020)

Зав. кафедрой доцент
ученое звание


подпись

Пикмуллин Г.В.
Ф.И.О.

Казань – 2020

Институт механизации и технического сервиса

Профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

Зав. кафедрой

/ Пикмуллин Г.В. /

« 16 » *авг* 2020 г.

на выпускную квалификационную работу

Студенту	Сибгатову Б.Р.	
----------	----------------	--

1. Тема ВКР: Проект реконструкции слесарно-механического цеха с разработкой приспособления для точения сферических поверхностей

утверждена приказом по вузу от « » мая 2020 г. №

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР	18.06.20
---	----------

3. Исходные данные к ВКР:

План ремонтной мастерской, специальная техническая литература

4. Перечень подлежащих разработке вопросов	
--	--

Раздел 1 Основные положения по проектированию и организации производства

Раздел 2 Проект реконструкции слесарно-механического цеха

Раздел 3	Проектирование приспособления для точения сферических поверхностей
----------	--

5. Перечень графических материалов _____
- Лист 1 План цеха _____
- Лист 2 Виды сферически хповерхностей _____
- Лист 3 Обзор конструкций _____
- Лист 4 и 5 Чертежи конструкции приспособления _____
- Лист 6 Экономическое обоснование _____
- _____

6. Консультанты по ВКР с указанием соответствующих разделов

Раздел	Консультант
Конструктивная часть	Марданов Р.Х.
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экономика	Сафиуллин И.Н.

7. Дата выдачи задания _____ 16.05.20 _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Раздел 1	до 25.05.2020	
2	Раздел 2	до 05.06.2020	
3	Раздел 3	до 12.06.2020	

Студент

_____ (Сибгатов Б.Р.)

Руководитель

_____ (Марданов Р.Х.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Сибгатова Булата Рамилевича
тему: Проект реконструкции
слесарно-механического цеха с
разработкой приспособления для
точения сферических поверхностей

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 90 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 9 рисунков, 15 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы содержит 49 наименований.

В первом разделе приводятся основные положения по организации производственного процесса.

Во втором разделе спроектирован слесарно-механический цех.

В третьем разделе разработана конструкция приспособления для точения конусов. Произведены необходимые конструктивные и технологические расчеты, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, дано экономическое обоснование применения разработанного приспособления, подсчитан экономический эффект от внедрения и срок окупаемости капитальных вложений.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

to the final qualifying work of Sibgatov Bulat Ramilovich theme: the project of reconstruction of the mechanical workshop with the development of tools for turning spherical surfaces

The final qualifying work consists of an explanatory note on 90 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 9 figures, 15 tables, 1 Annex. The list of references contains 49 titles.

The first section presents the main provisions for the organization of the production process.

In the second section, a mechanical workshop is designed.

In the third section the design of the device for turning cones is developed. The necessary design and technological calculations are made, measures for life safety are developed, economic justification of application of the developed adaptation is given, economic effect from introduction and payback period of capital investments is counted.

The note concludes with conclusions and suggestions.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1.ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	8
1.1 Общие положения	8
1.2 Пути интенсификации технологических процессов	11
1.3 Оперативно-производственное планирование	13
2. ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА	17
2.1 Планировка слесарно-механического цеха	17
2.1.1 Размещение станков в производственном участке.....	17
2.1.2 Заготовительный участок.....	23
2.1.3 Заточной участок.....	24
2.1.4 Контрольный участок	25
2.1.5 Склад материалов и заготовок.....	25
2.1.6 Инструментально-раздаточный склад	27
2.1.7 Уточнение плана станочного отделения	28
2.2 Организация рабочих мест.....	29
2.3 Технологические расчеты	32
2.3.1 Расчет потребного количества инструмента и приспособлений	32
2.3.2 Определение необходимого количества основных рабочих.....	35
2.3.3 Определение необходимого количества вспомогательных рабочих	35
2.4 Организация технического контроля.....	36
2.5 Определение потребной площади цеха.	41
2.5.1 Определение величины производственной площади, занимаемой станками $S_{СТ}$	41
2.5.2 Определение площади, необходимой для складирования заготовок $S_{ЗАГ}$ и готовых деталей $S_{ДЕТ}$	42
2.5.3 Расчет площади, занимаемой ИТР $S_{ИТР}$ и работниками ОТК $S_{ОТК}$..	42

2.5.4 Определение потребной площади цеха $S_{\text{уч}}$	42
2.6 Определение способа уборки стружки	42
2.7. Назначение средств межоперационного транспорта	43
2.8 Выбор длины и ширины цеха, ширины пролета. Составление схемы расчета и определение высоты здания	43

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТОЧЕНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

3.1 Обзор приспособлений для обработки сфер	44
3.2 Проектирование приспособления для точения сферических поверхностей	54
3.3 Настройка приспособлений для обработки сфер	55
3.4 Приспособления и способы измерения сфер	61
3.5 Конструктивные расчеты	63
3.6. Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия	67
3.7 Мероприятия по снижению шума оборудования в цехах	69
3.8 Разработка инструкции по охране труда при эксплуатации приспособления для точения сфер	70
3.9 Производственная гимнастика на рабочем месте	72
3.10 Экономическое обоснование конструкции приспособления	78
3.10.1 Расчет балансовой стоимости приспособления	78
3.10.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции	80
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	85
ПРИЛОЖЕНИЕ	91

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является ведущей отраслью промышленности, ее «сердцевиной». Продукция предприятий машиностроения играет решающую роль в реализации достижений научно-технического прогресса во всех областях хозяйства. На долю машиностроительного комплекса приходится примерно 30 % от всеобщего объема индустриальной продукции. В нашей стране эта отрасль развита неудовлетворительно.

Машиностроение обеспечивает научно-технический прогресс и перестройку экономику всей страны, следственно его отрасли развиваются ускоренными темпами, а их число постоянно растет.

За последние десятилетия появился ряд новых отраслей, связанных с выпуском средств автоматизации, электроники и телемеханики, оборудования для ядерной энергетики, реактивной авиации, бытовых машин. Радикальным образом изменился характер продукции в старых отраслях машиностроения.

Размещение машиностроения определяется в существенной степени трудоемкостью изделий, уровнем квалификации используемого труда, а также особенностями специализации и кооперированных связей предприятий. Уровень металлоемкости сам по себе не является определяющим фактором размещения машиностроения.

Станочное отделение представляет собой крайне сложную организацию, структура и действие которой находится в непосредственной зависимости от сложности конструкции и многообразия выпускаемой продукции, от характера технологического процесса ее изготовления и от объема производства

При проектировании подлежат разработке и разрешению экономические, технические и организационные задачи, узко между собой связанные. Всякое техническое решение должно быть экономически обосновано и осуществлено в определенной организационной форме. Вот почему все эти три рода задач - экономических, технических и организационных - нужно решать коллективно, параллельно.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Общие положения

Слесарно-механические цеха подразделяются на четыре класса в зависимости от массы изготавливаемых деталей до обработки.

Внутри каждого класса в зависимости от типа производства участки разделяются на группы. Помимо перечисленных основных классификационных признаков каждая группа может характеризоваться особенностями технологических процессов, оборудованием, приспособлениями, режущими и измерительными инструментами.

По размеру цеха механической обработки разделяются на цехи малые, средние и крупные. Размер цеха условно характеризуется количеством металлорежущих станков, численностью работающих и объемом выпуска продукции.

Одним из основных направлений ускорения научно-технического прогресса в области обработки металлов резанием является уменьшение трудоемкости механической обработки деталей при одновременном повышении их качества. Снижение трудоемкости во многом зависит от повышения технологичности конструкций машин, приближения формы заготовок к форме деталей с минимальными припусками на механическую обработку. Этому способствует применение литья по выплавляемым моделям и под давлением, холодной штамповки и т. д. Трудоемкость механической обработки снижается также за счет внедрения новой техники, технологии и совершенствования организации труда и производства. С развитием науки и техники в механических цехах применяется высокопроизводительное оборудование, как, например, агрегатные, многоцелевые станки, станки с программным управлением, робототехнические комплексы. Применение такого оборудования снижает

трудоемкость механической обработки, облегчает и исключает тяжелый физический труд и способствует повышению производительности труда.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись

жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами

упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно

было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются

«близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования

1.2 Пути интенсификации технологических процессов

Совершенствование производственной структуры участков механической обработки, дальнейшее развитие унификации, стандартизации изготавливаемых деталей и типизации технологических процессов создают предпосылки для широкого внедрения поточных методов производства в цехах не только массового, но и серийного производства.

Поточные линии в участках механической обработки имеют разнообразные организационные формы, отличающиеся уровнем механизации, степенью специализации и синхронизации операций. Выбор формы организации поточной линии зависит от конструкции детали, технологического процесса и степени постоянства выпуска закрепленных за линией деталей.

Автоматические поточные линии находят все более широкое применение в цехах механической обработки машиностроительных предприятий, поэтому большое внимание необходимо уделять повышению их производительности. Повышение производительности автоматических линий достигается путем сокращения времени выполнения лимитирующих операций и уменьшения потерь времени на подналадку. Сокращение времени лимитирующей операции может быть достигнуто расчленением операций, увеличением числа одновременно работающих инструментов, повышением режима резания, применением наиболее прогрессивной технологии, сокращением холостых ходов и совмещением вспомогательных приемов. Сокращение затрат времени на подналадку может быть достигнуто созданием автоматических линий, расчлененных на независимые участки с гибкой связью (заделом) между ними. При этом в момент подналадки одной секции другие работают непрерывно, используя имеющийся задел деталей в бункерном устройстве.

В цехах механической обработки машиностроительных предприятий значительное распространение получили однопредметные и многопредметные неавтоматизированные поточные линии. Они могут быть синхронизированными (непрерывно-поточными) и несинхронизированными (прямоточными).

Наиболее совершенной формой организации неавтоматизированных поточных линий являются однопредметные непрерывно-поточные. На таких линиях обрабатывается одно наименование детали; за каждым рабочим местом закрепляется определенная операция, причем все операции

выполняются строго синхронно. Отклонение от ритма может допускаться на 6—10 %. Эти линии внедряются в условиях массового производства.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись

жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами

упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно

было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются

«близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования

1.3 Оперативно-производственное планирование

В цехах механической обработки планирование имеет целью организовать непрерывную, ритмичную работу всех станков цеха и рабочих мест, а также своевременное и компактное обеспечение сборочного цеха деталями (сборочными единицами) для непрерывной его работы.

На оперативно-производственное планирование в механических цехах в значительной степени оказывает влияние тип производства, к которому относится данный цех. Так, при массовом производстве за каждым рабочим

местом закрепляются определенные операции, разрабатывается пооперационный график работы поточной линии и каждого рабочего места. Для обеспечения бесперебойной работы поточной линии разрабатывается график планового ремонта оборудования, определяется потребное количество заготовок и полуфабрикатов, устанавливается порядок контроля готовых деталей, намечается порядок смазывания и подналадки станков поточной линии.

Нормативно-календарные расчеты на серийных участках включают: определение размера партии обрабатываемых деталей; установление длительности производственных циклов; расчет нормального уровня заделов, времени опережения (по цехам), ритма запуска.

Работа партиями в серийном производстве обусловлена тем, что за каждым станком приходится закреплять несколько деталей. Такая работа создает возможность последовательно обрабатывать различные детали на одном и том же станке, сократив до минимума число необходимых переналадок. В мелкосерийном производстве размер партии обычно принимается равным тому количеству деталей, которое требуется для сборки всей серии машин.

В единичном производстве исходным документом оперативного планирования является цикловой график изготовления машины (заказа), в соответствии с которым разрабатываются календарные планы запуска (выпуска) деталей (комплектов) в цехах механической обработки. При этом исходят из того, что к моменту начала сборки определенных узлов должны быть изготовлены и доставлены в комплектовочный склад все детали, входящие в данный узел. Если машина имеет большое количество унифицированных деталей, то их изготовление осуществляется на отдельных участках (а иногда и предприятиях).

Этим участкам свойственны оперативно-календарные расчеты серийного производства. Для оригинальных деталей на основе циклового графика устанавливается очередность подачи на сборку. Эта очередность является

исходной базой для определения сроков запуска деталей в производство. Обычно в цехах механической обработки сроки запуска комплекта деталей, входящих в одну машину или узел, определяются исходя из производственного цикла изготовления ведущей, наиболее трудоемкой детали. Все остальные детали должны быть изготовлены в этот период времени.

На основе графика устанавливаются оперативные месячные задания цехам и участкам. Оперативные месячные задания служат основой разработки сменно-суточных заданий и организации работы вспомогательных служб цеха. Таким образом, оперативно-производственное планирование способствует организации производственного процесса во времени.

Основные технико-экономические показатели работы участков механической обработки: годовой выпуск в натуральном выражении; объем нормативной чистой продукции; удельный вес продукции высшей категории качества; годовой выпуск продукции в денежном выражении: на одного производственного рабочего, на одного рабочего (основного и вспомогательного), на одного работающего, на единицу производственного оборудования, на 1м^2 производственной площади; годовой выпуск продукции в комплектах деталей и тоннах: на одного производственного рабочего, на одного рабочего (основного и вспомогательного), на единицу производственного оборудования, на 1м^2 производственной площади; годовой выпуск продукции на 1руб. основных производственных фондов (фондоотдача); коэффициент загрузки оборудования (во времени); коэффициент сменности; установленная мощность на одного рабочего и на единицу оборудования (кВт); трудоемкость изготовления одного комплекта деталей и одной машины; цеховая себестоимость 1 т продукции и комплекта деталей на одну машину.

Технико-экономические показатели определяются следующим образом. Так, удельные показатели годового выпуска продукции рассчитывают путем деления годового выпуска продукции за отчетный период в денежных или

натуральных показателях или нормативной чистой продукции соответственно на одного производственного рабочего, на одного работающего, на единицу производственного оборудования и на 1м^2 производственной площади. Три первых показателя характеризуют уровень производительности труда в цехе, а два последних — состояние использования производственного оборудования и производственной площади.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком

рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых

нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что

приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись

жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами

упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования

2. ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

2.1 Планировка слесарно-механического цеха

Планировка механического цеха зависит от величины производственного помещения, характера производства, особенностей и объема производственного задания, габаритных размеров и массы обрабатываемых заготовок.

В состав механического цеха входят производственные и вспомогательные участки, служебное и бытовое помещение и т. п. Состав производственных участков отделения определяется характером изготавливаемых изделий, видом технологического процесса, объемом производства. Производственный участок служит для размещения на нем оборудования, служащего для выполнения технологических процессов обработки и сборки изделий. К вспомогательным относятся заготовительные, ремонтные, заточные, контрольные отделения, а также складские помещения для материалов, заготовок, деталей. В служебных и бытовых помещениях располагаются кабинеты административно-технического персонала, гардеробные, уборные, душевые, буфеты, медпункты, красные уголки.

При планировке станочного отделения все его участки и вспомогательные помещения располагают так, чтобы обеспечить прямолинейность и последовательность прохождения материалов, заготовок и изделий по стадиям обработки (без обратных или петлеобразных перемещений), максимальное использование производственной площади, удовлетворить требования охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности.

2.1.1 Размещение станков в производственном участке

При проектировании цеха, определении расстояний между станками, расположении главных и второстепенных проходов, габаритов транспортных

средств и мест складирования обрабатываемых заготовок руководствуемся следующими принципами:

- планировка по типам станков (групповой способ) применяется для единичного и мелкосерийного производств и обработки отдельных деталей: станки располагаются группами по виду обработки (токарные, фрезерные, шлифовальные и т. д.) в последовательности, принятой для обработки основного вида заготовок данного отделения (цеха);
- планировка по порядку технологических операций применяется для среднесерийного, крупносерийного и массового производства; станки располагают в порядке последовательности операций технологического процесса изготовления деталей определенной группы;
- планировка по типам изделий, когда весь цех разбит на отдельные участки (секции), предназначенные для изготовления деталей определенных видов (валов, шпинделей, зубчатых колес, корпусов, сверл, фрез, резцов и т. д.). В этом случае в пределах каждого цеха (секции) станки могут быть расположены по типам или порядку технологических операций.

Последний способ планировки оборудования - с разбивкой на участки по признаку изделий и расположением станков внутри участков по типам или по ходу технологического процесса — является наиболее удобным для механических цехов серийного производства и инструментальных цехов и применяется чаще других.

При планировке оборудования всегда нужно стремиться получить возможно короткую технологическую линию, чтобы детали не совершали длинный путь. В серийном производстве деталей средних размеров при обработке на каждой линии станков нескольких деталей нормальная длина технологической линии составляет 40 — 60 м.

Станки могут быть установлены вдоль пролета, поперек него или под углом.

Наиболее удобное и часто встречающееся расположение большинства станков — вдоль пролета. Поперечное расположение применяется в случае, когда при этом может быть достигнуто лучшее использование площади или когда при продольном расположении получаются слишком большие, сверх необходимости, проходы, а большее количество рядов станков не размещается. При таком расположении для подхода к станкам оставляются поперечные проходы, которые служат для доставки деталей на тележках к рабочим местам.

При разработке плана расположения станков следует координировать их положение относительно колонн, этим достигается возможность точного определения места каждого станка независимо от положения соседних станков. Колоннам в каждом пролета присваивается номер. Расстояния от определенной колонны в двух направлениях фиксируют месторасположение станка в отделении.

Такой способ координирования положения каждого станка создает значительные удобства при монтаже нового цеха, когда оборудование поступает в разные сроки и каждый станок устанавливается на свое место независимо от прибытия других, соседних. Этот способ фиксирования места станка удобен и при эксплуатации цеха. При изображении колонн на плане необходимо указывать пунктирными линиями их основания.

При расстановке станков необходимо руководствоваться нормальными размерами промежутков (разрывов) между станками в продольном и поперечном направлениях и размерами расстояний от стен и колонн. Эти размеры должны гарантировать удобство выполнения работ на станках, безопасность рабочих, достаточную свободу движения людей и транспортных средств с грузом. Разрывы между станками, а также между станками и смежными элементами зданий (колоннами, стенами и др.) регламентируются правилами охраны труда и существующими нормативами, которые учитывают и удобства эксплуатации станков.

Место рабочего у станка во время работы обозначается на плане кружком (0 - 500 мм в соответствующем масштабе), половина которого заштриховывается или заливается тушью; при этом светлая часть кружка, означающая лицо рабочего, должна быть обращена к станку. Ширина рабочей зоны перед станком 800 мм (рисунок 2.1).

Расстояние (а) между станками вдоль линии их расположения-(по фронту) принимается: для мелких станков 400 мм, средних 600 мм, крупных 800 мм и особо крупных 1200 мм (на рисунке 2.1 показано это расстояние для разных типов станков).

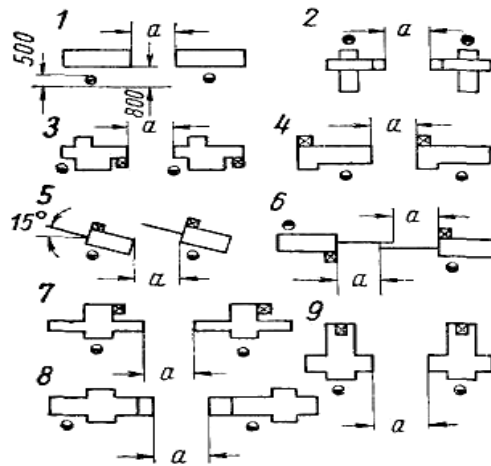


Рисунок 2.1 Расстояние между станками вдоль линии их расположения

1 — для токарных; 2 — для фрезерных; 3 — для поперечно-строгальных; 4 — для автоматов и револьверных при патронной работе; 5 — для автоматов и револьверных при прутковой работе и расположении под углом; 6 — для автоматов и револьверных при шахматном расположении; 7 — для круглошлифовальных; 8 — для продольно-строгальных, продольно-фрезерных, расточных и протяжных; 9 — для плоско-шлифовальных продольного типа.

При установке станков одного к другому задними (тыльными сторонами) расстояние (б) должно быть: для мелких станков 400 мм; средних 500 мм, крупных 700 мм и особо крупных 1000 мм (на рисунке 2.2 показано это расстояние для разных типов станков).

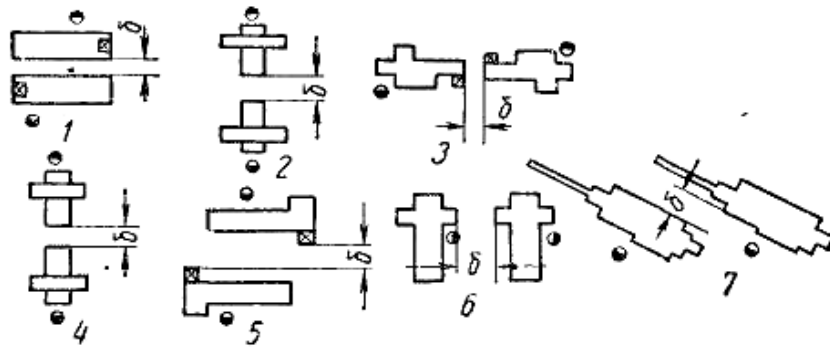


Рисунок 2.2 Расстояние между станками при установке их один к другому задними (тыльными) сторонами

1 - для токарных, 2 - для универсально фрезерных и зуборезных; 3 - для поперечно строгальных 4 -для шлифовальных ;5 -для револьверных и автоматов при патронной работе; 6 - для продольно строгальных, продольно-фрезерных, расточных, плоскошлифовальных продольного типа, 7 -для револьверных и автоматов при прутковой работе.

При установке станков вдоль стены расстояние от станка до колонны, находящейся в стене, или до выступающей части стены принимается в соответствии с нижеследующим:

а) при расположении рабочего вне промежутка между стеной и станком расстояние (δ) между тыльной стороной станка и стеной составляет: для мелких станков 400 мм, средних 500 мм, крупных 700 мм, особо крупных 800 мм (рисунок 2.3);

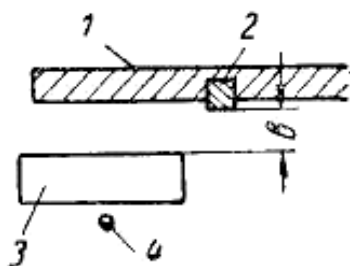


Рисунок 2.3 Расстояние от выступающей колонны (или стены) до задней (тыльной) стороны станка, когда рабочий находится вне промежутка между станком и стеной: 1 — стена; 2- колонна; 3- станок; 4 — рабочее место.

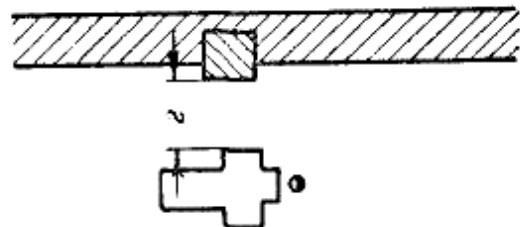


Рисунок 2.4 Расстояние δ от боковой стороны станка до колонны стены.

б) расстояние (z) от боковой стороны станка до колонны в стене составляет: для мелких станков 400 мм, средних 500 мм, крупных 600 мм, особо крупных 800 мм (рисунок 2.4);

в) при расположении рабочего между станком и стеной расстояние от стены до фронта станка составляет: для мелких станков 900 мм, средних и крупных 1200 мм, особо крупных 1500 мм.

Размеры главных продольных проездов и проходов между станками, предназначенных для транспортирования материалов и изделий и движения людей, определяются в соответствии с габаритами применяемых транспортных средств (ручные, электрические, автотележки, грузовые автомобили, тягачи, рольганги, конвейеры

При этом предусматривается, что транспортируемое изделие не должно выходить за пределы габаритов транспортных средств (поперек проезда). Ширина проезда принимается по размеру, необходимому для прямого прохода транспортного средства с учетом промежутков между ним и расположенным оборудованием.

Расстояние (А) между станками по ширине главного проезда для движения в одном направлении электрических тележек грузоподъемностью 1,0—2,0 т (с шириной прямого прохода 1200 мм) равно:

а) 1800 мм при расположении станков задними (тыльными) сторонами к проезду (рисунок 2.5 а);

б) 2300 мм при расположении станков одного ряда передней (фронтальной) стороной, другого - задней (тыльной) к проезду (рисунок 2.5б);

в) 3000 мм при расположении станков передними (фронтальными) сторонами к проезду (рисунок 2.5,в);

г) 1800 мм при расположении станков боковыми сторонами к проезду (рисунок 2.6).

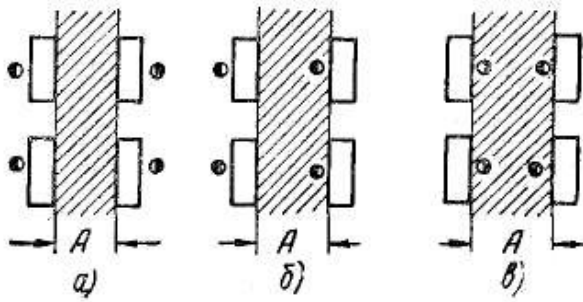


Рисунок 2.5. Расстояние между станками по ширине главного проезда для движения электрических тележек в одном направлении.

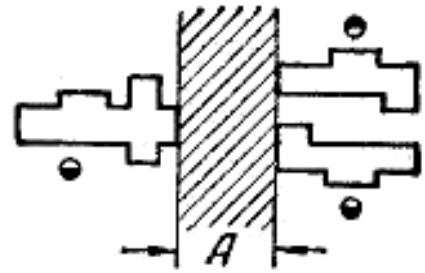


Рисунок 2.6. Расстояние между станками по ширине главного проезда для движения электрических тележек в одном направлении при расположении станков боковыми сторонами к проезду.

2.1.2 Заготовительный участок

Заготовительный участок служит для резки, отрезки, центровки, правки и обдирки прутковых материалов (круглых, квадратных и др.).

Для производства работ в заготовительном участке предусматривают отрезные станки, дисковые пилы, приводные ножовки, центровальные и фрезерно-центровальные, правильные, обдирочные станки, прессы для правки.

Определение потребного количества оборудования заготовительного цеха производится обычным порядком на основании разработанного технологического процесса на заготовительные операции (с составлением карт обработки и нормированием времени). Так как загрузка заготовительных станков невысока, то часто бывает достаточно установить ножовочную и дисковую пилы, отрезной, центровочный, обдирочный и правильный станки (последний может быть заменен прессом для правки).

При разработке плана расположения оборудования заготовительного цеха следует иметь в виду, что при работе на станках, выполняющих заготовительные операции, приходится иметь дело с длинным материалом и, кроме того, около станков должны быть свободные места для расположения материала и заготовок. В результате распланировки всего необходимого

оборудования определяется площадь заготовительного отделения. Удельная площадь, т. е. площадь, приходящаяся на один станок (вместе с проходами), обычно составляет 15—20 м².

2.1.3 Заточной участок

Стремление достигнуть наилучших результатов эксплуатации инструмента в отношении как сроков службы, так и использования всей его режущей способности, зависящей главным образом от правильного ухода и умелого обращения с ним, приводит к необходимости централизации всего инструментального хозяйства вообще и, в частности, заточки инструмента.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в

первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком

рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых

нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что

приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования

2.1.4 Контрольный участок

Контрольный участок является частью станочного отделения. Помимо самого контрольного цеха, в отделении между станками устраиваются контрольные площадки, на которых производится проверка деталей между станочными операциями и временное хранение деталей (при обработке партиями) до поступления их для обработки на следующий станок.

2.1.5 Склад материалов и заготовок

Склад материалов и заготовок предназначается для хранения запасов пруткового и другого материала и заготовок — отливок, поковок и штамповок и по возможности должен быть объединен с заготовительным участком.

Запас материалов и заготовок в складе должен быть невелик, так как назначением его является только обеспечивать регулярное снабжение материалами и заготовками для бесперебойной работы станков. Это требование обосновывается двумя соображениями:

1) не должно создаваться излишнего запаса материалов, чтобы не замедлять их оборачиваемость, т. е. не увеличивать размер необходимых оборотных средств;

2) так как склад материалов размещается в производственном здании, то в случае хранения большого запаса материалов склад будет отнимать ценную производственную площадь, сверх необходимого, что разумеется, нецелесообразно.

Прутковый материал хранится или горизонтально — в штабелях, стойках (рисунок 2.7), клеточных и крючковых стеллажах (рисунок 2.8), или вертикально — в пирамидальных стеллажах (рисунок 2.9).

В первом случае площадь, занимаемая прутками, больше, но при таком способе хранения прутками удобнее оперировать при их транспортировании, особенно при транспортировании пачками с помощью кранов; во втором

случае для хранения прутков требуется меньшая площадь, но оперировать ими менее удобно, особенно при длинных прутках и транспортировании при

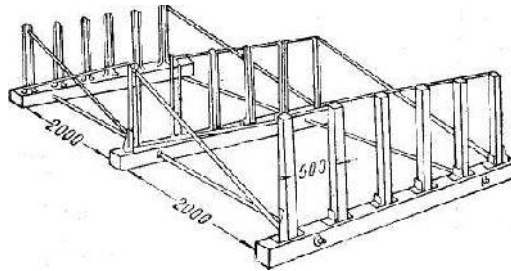


Рисунок 2.7 – Стойка для горизонтального хранения пруткового материала

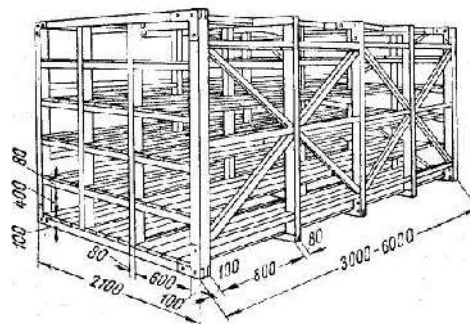


Рисунок 2.8 Клеточный стеллаж для горизонтального хранения пруткового материала

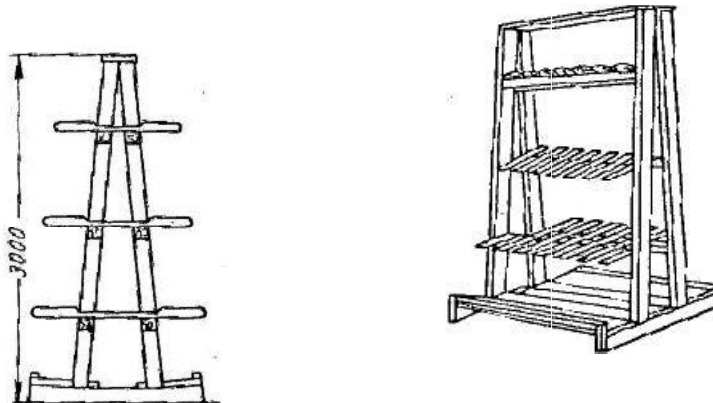


Рисунок 2.9 Пирамидальный стеллаж для вертикального хранения пруткового материала

помощи крана. Длинные прутки (5—6 м) при вертикальном хранении разрезают пополам.

Крупные поковки и отливки хранятся на полу отдельными штуками или в штабелях: поковки среднего размера могут храниться в штабелях на полу,

мелкие — на полочных стеллажах с гнездами. Стеллажи делают из дерева, металла или смешанной конструкции. Размеры и конструкция стеллажей устанавливаются в зависимости от рода, формы и размеров заготовок, для хранения которых они предназначены. Очень удобны стеллажи, составленные из отдельных секций. Размеры гнезд принимаются в зависимости от размеров заготовок. Глубина гнезд стеллажей для хранения заготовок может быть принята равной 550—600 мм, ширина 700—750 мм, высота 600—700 мм, высота всего стеллажа до 2,5 м. Универсальные стеллажи делают с кратными размерами в плане 550 x 1100 мм или 600 x 1200 мм при общей высоте до 2,5 м.

Стеллажи располагаются вдоль или поперек склада. Продольное (относительно склада) расположение стеллажей закрывает доступ света через окна в торце здания. При продольном расположении стеллажей образуется несколько продольных проездов или проходов, причем ширина их должна быть достаточной для прохода транспорта; это понижает использование площади склада. При поперечном относительно склада расположении стеллажей

Ширина проходов между стеллажами при использовании ручных тележек принимается равной 0,7—1,0 м, при использовании электрических и автотележек 1,25—2,0 м и более в зависимости от применяемых средств транспорта.

2.1.6 Инструментально-раздаточный склад

Инструментально-раздаточный склад служит для снабжения рабочих мест (станочников и слесарей) инструментом и приспособлениями.

Инструментально-раздаточный склад располагается рядом с заточным участком. Для хранения инструмента и приспособлений склад оборудуют стеллажами.

Площадь инструментально-раздаточного склада определяется по числу обслуживаемых складом рабочих мест. Для исчисления размера площади

служит показатель, выражающий размер площади склада в квадратных метрах, приходящейся на один металлорежущий станок обслуживаемого цеха.

Площадь склада инструмента определяется из расчета на один станок обслуживаемого цеха и составляет 7 м^2 .

Площадь кладовой для абразивов принимается из расчета $0,04 \text{ м}^2$ на один шлифовальный, заточный или полировальный станок для всех видов производства.

Наиболее удобной формой помещения для раздаточного склада является вытянутый прямоугольник, по длинной стороне которого размещаются окна для раздачи инструмента; при этом стеллажи для хранения инструмента располагаются перпендикулярно длинной стороне прямоугольника.

2.1.7 Уточнение плана станочного отделения

Так как площадь станочного отделения небольшая, всего $25 \times 15 \text{ м}$, то расстановку станков в производственном участке произведем по типу станков. Инструментально-раздаточный и заготовительный склады совместим в одном помещении, но по разные стороны стен. Выделим площадь под подсобное помещение для рабочих. Заточной и заготовительные участки предусмотрим сразу же после складского помещения с соответствующим оборудованием. Следует также предусмотреть ящики с песком и пожарные щитки. Все станки следует заземлить. Также следует установить ящики для стружки.

2.2 Организация рабочих мест

Особенно важное значение для повышения производительности труда имеет рациональная планировка и организация рабочего места, при которой устраняются потери времени на лишнее хождение, лишние движения,

неудобное положение работающего, неудобное расположение материала, заготовки, инструмента и т. д.

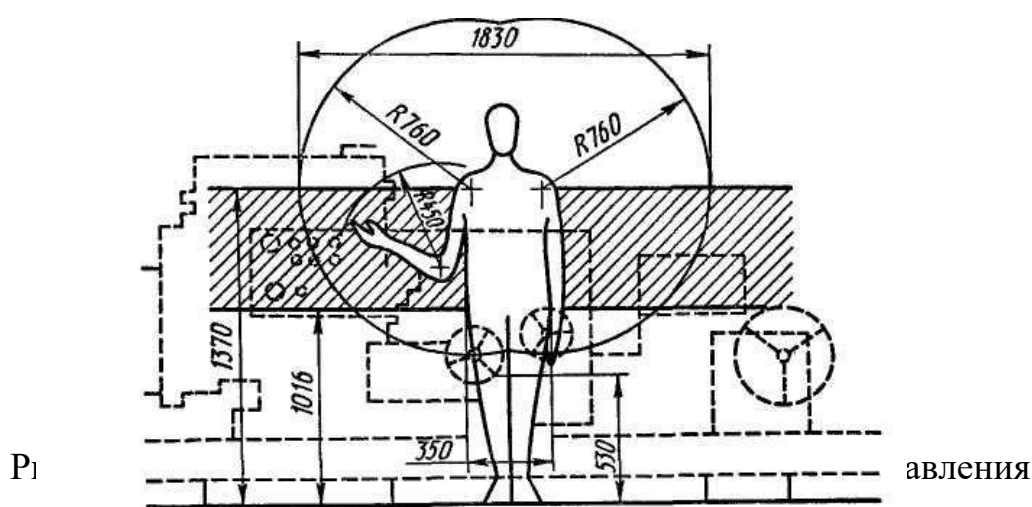
При проектировании организации рабочих мест решаются вопросы научной организации труда (НОТ), внешней и внутренней планировки рабочего места, создания необходимых условий для нормального хода производственного процесса и нормальных условий труда.

При обработке деталей партиями, а также при обработке деталей больших размеров необходимо предусматривать места для расположения этих деталей у станков. Кроме этого, необходимо предусмотреть места у станков для рабочего столика, лучше всего передвижного, на котором раскладывают необходимые для работы инструменты, чертежи и инструкционные карты, все это должно быть размещено в порядке и находиться под рукой во избежание излишней потери времени. Весь инструмент должен быть распределен на группы и для каждой группы должно быть отведено особое место. Для хранения сменных зубчатых колес станка следует пользоваться пирамидами, на которых колеса располагаются таким образом, чтобы диаметры их уменьшались кверху.

Внешняя планировка рабочего места — это размещение основного оборудования, организационной оснастки, подъемно-транспортных средств, приспособлений, заготовок и готовых деталей. Внутренняя планировка рабочего места включает размещение в инструментальных шкафах и ящиках инструмента, приспособлений и предметов по уходу за оборудованием и поддержанию чистоты на рабочем месте.

Под рабочим местом понимается ограниченная зона производственной площади, предназначенная для выполнения операции рабочим и оснащенная необходимым материально-техническими средствами труда: технологическим, вспомогательным и подъемно-транспортным оборудованием, технологической оснасткой и инструментом, организационной оснасткой (тумбочками, стеллажами, тарой и т. п.).

Планировка рабочего места должна предусматривать правильное размещение органов управления станком, предметов в средств труда как по горизонтали, так и по вертикали. Оптимальные расстояния до органов управления станком при работе токаря среднего роста приведены на рисунке 2.10.



При планировке рабочего места большое значение имеет правильное расположение станка, оснащение его приспособлениями и устройствами, ускоряющими и облегчающими работу. На рисунке 2.11 приведена схема планировки рабочего места токаря-универсала, работающего на двух многорезцовых токарных полуавтоматах.

Рабочее место токаря-универсала (рисунок 2.11 а) оснащено инструментальным шкафом 1 (тумбочкой станочника), в котором должен храниться инструмент постоянного пользования и средства по уходу за станком; стеллажом 2 (приемным столом) для размещения на нем тары с заготовками и готовыми деталями (нижняя полка стеллажа предназначена для хранения принадлежностей к станку); решеткой 3 под ноги рабочему; полкой 4 для чертежей и измерительного инструмента. Рабочее место токаря-

оператора (рисунок 2.11 б) должно быть оснащено тумбочкой для инструмента 1, решеткой под ноги 2 и другой оснасткой. На рабочем месте должен находиться комплект технологической оснастки: режущий инструмент (резцы, центровочные сверла, зенковки и др.); измерительный инструмент (штангенциркуль, микрометр, радиусные и резьбовые шаблоны и др.); вспомогательный инструмент (патроны, переходные втулки, центры, хомутики, молотки, масленки, щетка-сметка, крючок для стружки, защитные очки и др.).

Кроме рациональной планировки рабочего места большое влияние на максимальное уплотнение рабочего времени и создание условий для спокойной работы в течение смены имеет правильно организованное обслуживание рабочего места заготовками, инструментом, приспособлениями, технической документацией; обеспечение текущего ремонта и надзора за оборудованием; уборка рабочего места.

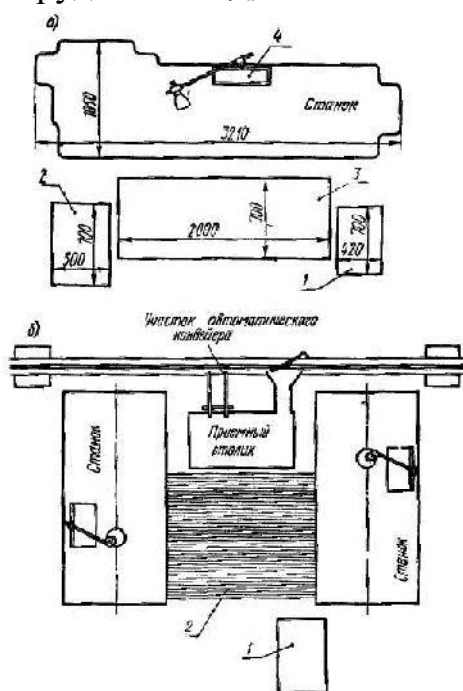


Рисунок 2.11 – Планирование рабочего места

Удельная площадь при правильной планировке должна быть равна (м^2): для мелких станков — 10... 12, средних — 15...25, крупных -30...45.

Очень плотное размещение станков создает неблагоприятные условия для работы. С другой стороны, чрезмерно свободное размещение приводит к

нерациональному, неэкономичному использованию производственной площади цеха.

2.3 Технологические расчеты

2.3.1 Расчет потребного количества инструмента и приспособлений

Учитывая, что затраты на инструмент составляют до 25% от общей суммы затрат на изготовление продукции, производим расчеты потребности в лезвийном и абразивном режущем инструменте, измерительном инструменте и приспособлениях с учетом заданного годового объема выпуска.

Годовая потребность в режущем (лезвийном) инструменте (шт.) по каждому виду и размеру определяется по формуле

$$N_p = \frac{\Sigma t_M \cdot 60 \cdot N}{T_p \cdot (1 - \kappa_c)}, \quad (2.1)$$

где Σt_M – суммарное машинное время на обработку по всем операциям данным инструментом, ч;

N — годовой объем выпуска деталей, шт.;

T_p — расчетная стойкость инструмента с учетом переточек, мин;

$\kappa_c = 0,05 \dots 0,3$ — коэффициент случайной убыли инструмента из-за поломок и недоиспользования.

Для определения расчетной стойкости инструмента используется формула:

$$T_p = T \cdot \left(\frac{L}{l} + 1 \right), \quad (2.2)$$

где T — стойкость инструмента между двумя переточками (выбирается по нормативам режимов резания), мин;

L — толщина слоя рабочей части подвергаемого переточке, мм;

l — толщина слоя, снимаемого при каждой переточке, мм.

Итого вычисляем

$$T_p = 60 \cdot \left(\frac{8}{0,5} + 1 \right) = 300.$$

Количество резцов определяем

$$N_p = \frac{300 \cdot 60 \cdot 200}{300 \cdot (1 - 0,05)} = 1233 \text{ шт.}$$

Количество фрез определяем

$$N_{fp} = \frac{220 \cdot 60 \cdot 120}{300 \cdot (1 - 0,05)} = 558 \text{ шт.}$$

Количество сверл

$$N_{cv} = \frac{185 \cdot 60 \cdot 220}{300 \cdot (1 - 0,05)} = 854 \text{ шт.}$$

Годовая потребность в измерительном инструменте (шт.) по каждому виду и размеру определяется по формуле:

$$N_{изм.} = \frac{\sum \Pi_{np} \cdot N}{\delta \cdot Y \cdot K_p}, \quad (2.3)$$

где $\sum \Pi_{np}$ — сумма измерений на одну заготовку данным измерительным инструментом на всех технологических операциях;

N — годовой объем выпуска деталей, шт;

δ — количество измерений, вызывающих износ проходной стороны калибра на 1 мкм (для гладких скоб и пробок $\delta = 600$; для резьбовых скоб $\delta = 500$; для резьбовых пробок $\delta = 300$; для конусных пробок $\delta = 1200$);

Y — допустимый износ калибра или поле допуска на износ калибра (выбирается по стандартам на допуски калибров), мкм;

$K_p = 2...3$ — коэффициент, учитывающий восстановление размера и ремонт регулируемых калибров.

Количество пробок и скоб

$$N_{изм.} = \frac{2 \cdot 220}{600 \cdot 0,02 \cdot 2} = 17,$$

Количество штангенциркулей

$$N_{изм.} = \frac{2 \cdot 220}{800 \cdot 0,02 \cdot 2} = 12,$$

Годовая потребность в абразивном инструменте (шлифовальных кругах) по каждому виду и размеру определяется по формуле:

$$N_p = \frac{\Sigma t_M \cdot N}{T_a}, \quad (2.4)$$

где Σt_M — суммарное основное (машинное) время, ч, по всем шлифовальным операциям, выполняемым данным инструментом;

T_a — стойкость абразивного инструмента до полного износа, ч.

Количество шлифовальных кругов

$$N_p = \frac{3000 \cdot 220}{600} = 110 шт. \quad (2.5)$$

Годовая потребность во вспомогательном инструменте, приспособлениях, штампах устанавливается по номенклатуре и количеству, согласно разработанному технологическому процессу.

На основе расчетов и действующих прејскурантов определяют общую стоимость расхода по инструментам на проектируемую деталь и на приведенный объем выпуска с догрузкой.

2.3.2 Определение необходимого количества основных рабочих

В механических цехах к основным относятся рабочие следующих профессий: станочники, операторы и наладчики, разметчики, слесари по промежуточным слесарным работам, мойщики деталей.

Определение потребного количества основных (производственных) рабочих ведут по каждой профессии и по каждому квалификационному разряду отдельно. При больших значениях машинно-автоматического времени один рабочий получает возможность одновременно обслуживать несколько однотипных или даже разнотипных станков. Многостаночное обслуживание значительно повышает производительность труда по сравнению с одностаночным обслуживанием.

На проектируемом цехе многостаночное обслуживание может быть применено в том случае, когда основное время на операцию больше суммы вспомогательных времен на остальных операциях и времени, затрачиваемого на переходы рабочего от станка к станку, что позволяет рабочему во время машинной работы одного станка обслуживать другие станки, входящие в многостаночный комплект, закрепленный за данным рабочим

2.3.3 Определение необходимого количества вспомогательных рабочих

Определение потребного количества вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), счетно-конторского (СКП) и младшего обслуживающего (МОП) персонала ведут с учетом того, что большая их часть выполняет общецеховые функции, обслуживая несколько участков отделения. Поэтому количество работников, занятых на проектируемом участке, задается определенной долей в процентах от числа основных рабочих цеха.

Количество вспомогательных рабочих (наладчиков, бригадиров, кладовщиков, раздатчиков инструмента, браковщиков и др.) составляет (%): для серийного производства — 15...20; для массового производства — 30...40 (кроме наладчиков).

Количество инженерно-технического, счетно-конторского и младшего обслуживающего персонала принимают в следующем отношении от общего

числа рабочих (производственных и вспомогательных) (%): ИТР -10...12, СКП-1...3, МОП-2...3.

Общее количество производственных и вспомогательных рабочих, ИТР, СКП и МОП сводим в общую ведомость списочного состава работающих отделении.

№	Наименование профессии	Разряд	Кол-во
1.	Бригадир отделения	10	1
2.	Фрезеровщик	3	1
3.	Токарь	3	1
4.	Станочник широкого профиля	6	1
5.	Строгальщик	3	1
6.	Шлифовальщик Контролер-браковщик	3	1
7.	Кладовщик-раздатчик и наладчик станков	2	1
Всего			7

2.4 Организация технического контроля

Для проверки средств измерения создаются контрольно-проверочные пункты, которые производят проверку готовых деталей и изделий, а также всех измерительных инструментов, приборов и приспособлений, применяемых в цехе.

Контроль, в зависимости от формы организации работы, вида и характера контрольных операций, проектируется для выполнения:

- а) непосредственно на рабочем месте — на станке или около станка, на сборочном месте;
- б) на специальных контрольных пунктах;
- в) в контрольном отделении цеха.

Контроль, выполняемый в цехах, проектируется следующих видов: а) летучий, б) промежуточный, в) окончательный; кроме того, по степени охвата проверяемой продукции контроль может быть сплошной и выборочный.

Летучий контроль выполняется в форме периодических проверок деталей в процессе их изготовления в целях предупреждения массового брака. Наиболее эффективным методом летучего контроля является статистический контроль, применяемый в серийном и массовом производстве. Летучему контролю подвергаются первые детали, обработанные после наладки или переналадки станка, и другие детали после определенных операций. Результаты контрольных измерений деталей отмечаются в карточках установленной формы или на графике статистического контроля. В случае обнаружения отклонения от допускаемых размеров или приближения размеров к границам допускаемых отклонений контролер сообщает об этом мастеру, который должен принять необходимые меры к устранению обнаруженных отступлений. После устранения дефектов и проверки вновь обработанных деталей контролер дает заключение о возможности продолжать обработку деталей.

Промежуточный контроль производится между операциями, когда деталь прошла одну операцию и должна поступить на следующую; этот вид контроля называется также межоперационным. Место выполнения самого процесса проверки зависит от формы организации работы, а также от размера и веса деталей.

При обработке деталей единичными экземплярами (при единичном производстве) и партиями (при серийном производстве) детали, как правило, после промежуточных операций направляются для проверки на контрольные площадки, причем в первом случае детали направляются единичными экземплярами, во втором случае — парными; детали крупных размеров проверяются непосредственно у станков.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись

жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и

сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли

амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются

«близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования

2) эскиз, иллюстрирующий процесс выполнения контрольной операции и. изображающий положение проверяемой детали и измерительного инструмента при проверке данного размера;

3) указание, какие поверхности, в каких местах и какие размеры проверяются в данной операции и какие допускаются отклонения от номинальных размеров;

2.5 Определение потребной площади цеха.

2.5.1 Определение величины производственной площади, занимаемой станками $S_{СТ}$

Предварительно необходимо определить, какая величина производственной площади приходится на один станок.

Станки	Габаритные размеры	Удельные нормативы
Малые	800х1800 мм	10..12 м ²
Средние	2000х4000мм	15..18 м ²
Крупные	4000х8000мм	30..35 м ²

$$S_{СТ} = CM \cdot (10 \dots 12) + CC \cdot (15 \dots 18) + CK \cdot (30 \dots 35),$$

Где CM – количество малых станков на участке, CM = 3;

CC – количество средних станков, CC = 7;

CK – количество крупных станков, CK = 6.

$$S_{СТ} = 3 \cdot 12 + 7 \cdot 18 + 6 \cdot 35 = 372 \text{ м}^2.$$

2.5.2 Определение площади, необходимой для складирования заготовок $S_{ЗАГ}$ и готовых деталей $S_{ДЕТ}$

$$S_{ЗАГ} = (7 \dots 8\%) \cdot S_{СТ} = 0,08 \cdot 372 = 29,76 \text{ м}^2;$$

$$S_{ДЕТ} = (5 \dots 6\%) \cdot S_{СТ} = 0,06 \cdot 372 = 22,32 \text{ м}^2;$$

2.5.3 Расчет площади, занимаемой ИТР $S_{ИТР}$ и работниками ОТК $S_{ОТК}$

$$S_{ОТК} = (2 \dots 3\%) \cdot S_{СТ} = 0,03 \cdot 372 = 11,16 \text{ м}^2;$$

Величину площади, отводимой для размещения ИТР, определяют по удельным нормативам из расчета $5..6 \text{ м}^2$ на одного инженерно-технического работника.

$$S_{\text{ИТР}} = (5...6) \cdot P_{\text{ИТР}} = 6 \cdot 4 = 24 \text{ м}^2;$$

2.5.4 Определение потребной площади цеха $S_{\text{уч}}$

$$S_{\text{уч}} = S_{\text{СТ}} + S_{\text{ЗАГ}} + S_{\text{ДЕТ}} + S_{\text{ОТК}} + S_{\text{ИТР}} = 372 + 29,76 + 22,32 + 11,16 + 24 \approx 460 \text{ м}^2.$$

2.6 Определение способа уборки стружки

Перед определением способа и выбором оборудования для уборки стружки необходимо определить объем стружки Q , производимой на участке за один час по формуле:

$$Q = \frac{60 \cdot (G_{\text{ЗАГ}} - G_{\text{ДЕТ}})}{\tau_{\text{Р.УЧ.}}},$$

Где $G_{\text{ЗАГ}}$ – масса заготовки, $G_{\text{ЗАГ}} = 2,0 \text{ кг}$;

$G_{\text{ДЕТ}}$ – масса детали, $G_{\text{ДЕТ}} = 1,5 \text{ кг}$;

$$Q = \frac{60 \cdot (2,0 - 1,5)}{12,63} = 2,37 \text{ кг/час},$$

т.к. $Q = 2,37 \text{ кг/час} < 300 \text{ кг/час}$, следовательно, стружка собирается около станков в специальную тару, которая потом вывозится в отделение по переработке.

2.7. Назначение средств межоперационного транспорта

В результате анализа, габаритов, конструкции и производственной партии деталей, принимаем в качестве транспорта – тележки.

2.8 Выбор длины и ширины цеха, ширины пролета. Составление схемы расчета и определение высоты здания

Высоту пролета определяют по следующей формуле:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1 = 2630\text{мм}$;

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, $h_2 = 800\text{мм}$;

h_3 – высота транспортируемых грузов, $h_3 = 1000\text{мм}$;

h_4 – высота крана, $h_4 = 1500\text{мм}$.

$$H_1 = 2630 + 800 + 1000 + 1500 = 5930 \text{ мм}.$$

По величине H_1 из таблицы определяем высоту пролета

$$H = 8,4 \text{ м}.$$

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТОЧЕНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

3.1 Обзор приспособлений для обработки сфер

Когда говорят о сферических поверхностях, то обычно представляют себе шар. В действительности же речь пойдет о сферах, являющихся участками общей поверхности какой-либо детали. К числу таких деталей, имеющих сферы (сферические и торовые поверхности) относят: матрицы, пуансоны, шаровые пяты, подпятники, краны, линзы, наконечники, штуцеры, ниппели, опоры, ступицы, шаровые соединения, клапаны, ролики, валки, маховики, пресс-формы, червячные шестерни и т. п.

Разделим все сферы на выпуклые и вогнутые и классифицируем по признаку расположения их на поверхности детали. На рисунке 3.1 показаны выпуклые, а на рисунке 3.2 вогнутые сферы. Одни сферы по своему расположению имеют общую ось симметрии с деталью, а другие не имеют общей оси симметрии с деталью.

Обработка сфер представляет определенные трудности. В производство внедрены приспособления для обработки и измерения точных сфер большого и малого радиуса (1...200 мм), имеющих 6-й квалитет и шероховатость поверхности 0,32 ... 0,04 мкм. Технологический процесс обработки сфер сводится к точению, шлифованию, полированию и алмазному выглаживанию.

Чтобы разобраться в многообразии приспособлений и лучше знать, какие приспособления в каком случае применять, классифицируем их по характеру движения резца: приспособления с поступательным движением резца (рисунок 3.3 а, б) и с вращательным движением (рисунок 3.3 в).

ВКР 23.03.03.33220 ПТСП 00.00.ПЗ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Приспособление для точения сферических поверхностей		
Разраб.		Сидгатов Б.Р.	<i>[Подпись]</i>	06.20			
Провер.		Марданов Р.Х.	<i>[Подпись]</i>	06.20	Казанский ГАУ каф. ОИД группа Б252-05		
Н. Контр.		Марданов Р.Х.	<i>[Подпись]</i>	06.20			
Утвердил		Ликмцлин Г.В.	<i>[Подпись]</i>	06.20			
					Лит.	Лист	Листов
						1	24

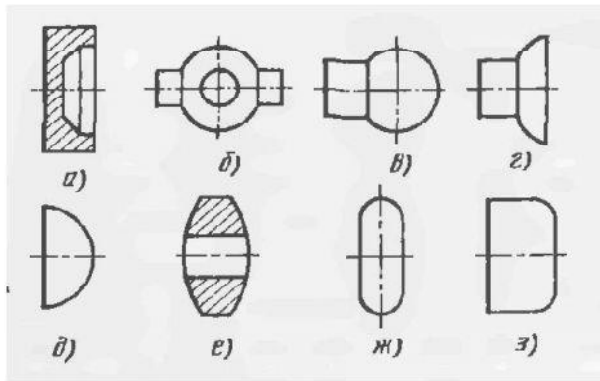


Рисунок 3.1 Выпуклые сферы

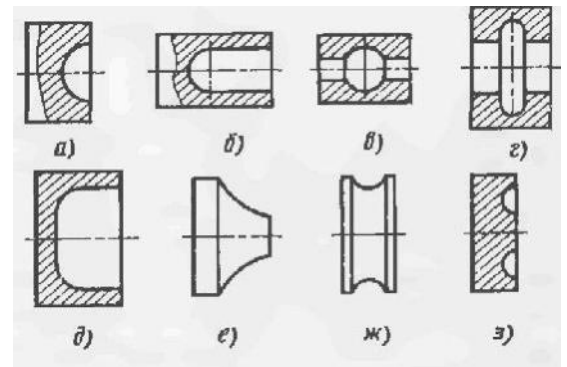


Рисунок 3.2 Вогнутые сферы

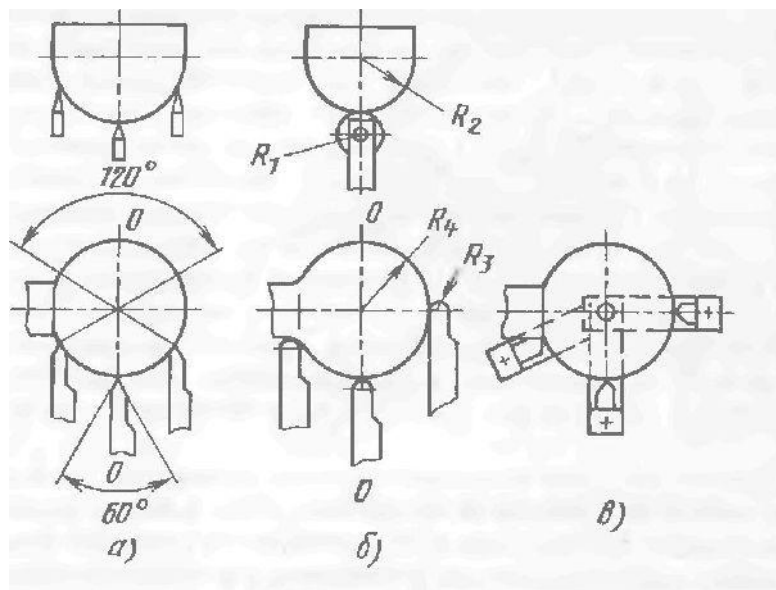


Рисунок 3.3 Приспособления с поступательными (а,б) и вращательным (в) движением резца.

Приспособления с поступательным движением резца менее универсальны и имеют больше недостатков по сравнению с приспособлениями с вращательным движением. Непрерывное изменение углов в плане резца при поступательном перемещении его по кривой поверхности детали и износ режущих кромок приводят к искажению геометрии сферы и повышению шероховатости поверхности. Кроме того, величина поверхности сферы, которую можно обработать без разворота резца, ограничена. Например, при угле в плане 60° можно проточить поверхность сферы не более как под углом 120° .

						Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для уменьшения этих недостатков в приспособлениях с поступательным движением резца применяют вместо щупа ролик или сферический наконечник, а на резце затачивают круговую режущую кромку определенного радиуса (рисунок 3.3б). В этом случае соотношение радиусов выдерживается по формуле

$$R_1 + R_2 = R_3 + R_4$$

где соответственно радиусы: R_1 — ролика; R_2 — копира; R_3 — резца; R_4 — сферы.

Замена щупа роликом или сферическим наконечником вносит дополнительные трудности, связанные с изготовлением резцов. В то же время общий недостаток таких приспособлений не устраняется из-за наличия зазоров в механизмах приспособлений. Остается искажение геометрии сферы в зоне оси О-О (рисунок 3.3а,б). Эти зазоры проявляют себя, когда меняется направление движения механизма, несущего резец, и когда изменяется направление давления на ролик или щуп при скольжении их по копиру.

Кроме того, при обработке сферы приспособлениями с поступательным движением резца затруднена возможность контроля ее формы. Для этого, казалось бы, достаточно проточить сферу предварительно и путем измерения убедиться в правильности ее геометрической формы. Но этот прием не дает нужных результатов, так как при предварительной проточке сфера получается искаженной. Измерения без искажений можно произвести только тогда, когда сфера будет проточена до требуемого размера.

Приспособления с поступательным движением инструмента не пригодны для выполнения алмазного выглаживания, так как выпуклая рабочая часть алмаза в виде сферы или цилиндра ограничена по размерам и выглаживать она может лишь при неизменной ориентации относительно обрабатываемой поверхности.

Приспособления с вращательным движением резца (рисунок 3.3в) не имеют указанных недостатков. Углы в плане резца остаются неизменными.

						Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Износ резца не вызывает искажения формы сферы и может влиять лишь на изменение размера сферы, что легко устраняется поднастройкой станка. Такие приспособления удобны для применения алмазного выглаживания и получают все большее применение.

Приспособления для обработки сфер с поступательным движением резца имеют следующие разновидности: копировальные, шарнирно-стержневые и эксцентриковые с двумя независимыми суппортами. Наиболее распространенными приспособлениями являются копировальные. Принцип их работы основан на прямом или обратном перенесении на заготовку формы копира. Для каждой сферы изготавливают индивидуальный копир. По способу перемещения резца приспособления подразделяют на приспособления электрического, гидравлического, механического и ручного действия.

В приспособлениях, показанных на рисунке 3.4 а, б, в, резец закреплен в резцедержателе токарного станка, а копир — в пиноли задней бабки (рисунок 3.4а) или на станине (рисунок 3.4 б,в). В приспособлении, показанном на рисунке 3.4в, винт поперечной подачи суппорта отсоединен и суппорт вместе с хомутом и щупом постоянно прижимается к копиру пружинным толкателем или грузом, повешенным на тросе, перекинутом через блок.

При настройке приспособления, показанного на рисунке 3.4 (а,б) необходимо установить копир, ролик и резец так, чтобы точка касания ролика на кривой копира совпадала с идентичной точкой касания резца.

Приспособление, показанное на рисунке 3.4г, закреплено в резцедержателе токарного станка. Копирная планка 1 соединена с кронштейном 2, закрепленным неподвижно на станине. Принцип работы копировальных приспособлений механического действия состоит в том, что перемещение инструмента в одном направлении осуществляется механизмом подачи, в другом — копиром. Резец описывает кривую, соответствующую образующей сферы.

						Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

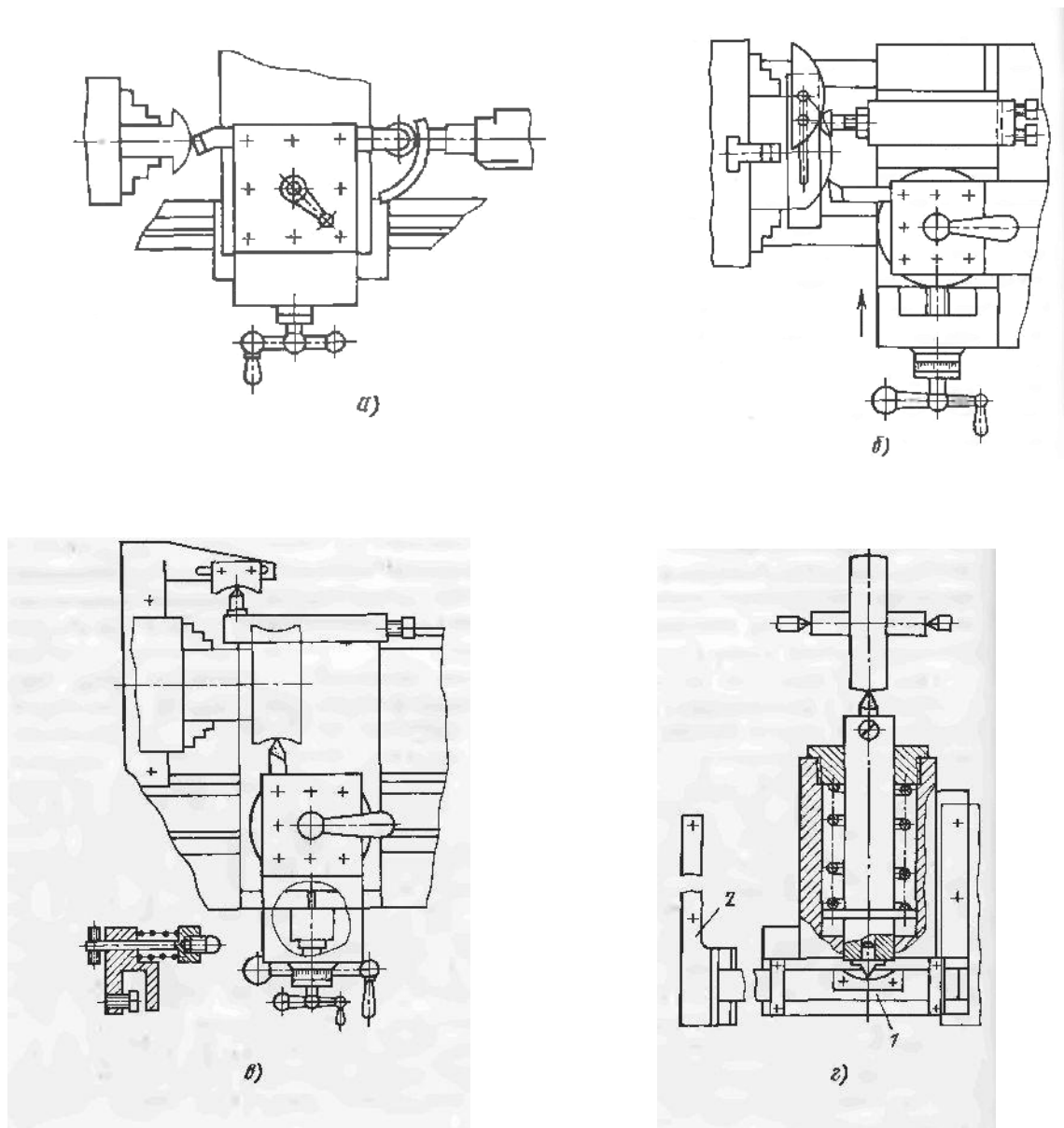


Рисунок 3.4 Приспособление с копиром, установленным в пиноли задней бабки (а), с боковым копиром (б), с задним копиром (в) и для точения сфер, закрепленное на суппорте (г)

Применяют копировальные приспособления и ручного действия, в которые вместо ролика (щупа) устанавливают индикатор, скользящий по копиру.

При включении механической подачи рабочий вручную подает суппорт с резцом, сохраняя стрелку индикатора в одном положении.

Копировальные приспособления обеспечивают довольно высокую

производительность обточки сферических поверхностей благодаря достаточном жесткости крепления резца. Наличие автоматической подачи обеспечивает получение малой шероховатости поверхности. Недостатком их является сложность изготовления копира и невозможность его регулирования для получения сфер различного размера, а также сложность настройки для получения точных сфер. Кроме того, копировальным приспособлениям присущи все недостатки, свойственные приспособлениям с поступательным движением резца.

Приспособление с поступательным движением резца шарнирно-стержневого типа показано на рисунке 3.5. На направляющих станины закреплена балка 2 со стойкой 3, имеющей отверстие под вилку 1. На поперечном суппорте установлен хомут 4 с отверстием под вилку. Вилка связывает суппорт с балкой. Ее два стержня передвигаются по валику и настраиваются на требуемый радиус обрабатываемой сферы. Настройка производится путем измерения расстояния H .

В некоторых приспособлениях такого типа применяют вместо вилки серьгу с отверстиями, расстояние между которыми равно радиусу обрабатываемой сферы. Серьга своими отверстиями устанавливается на стержни, закрепленные на балке и хомуте.

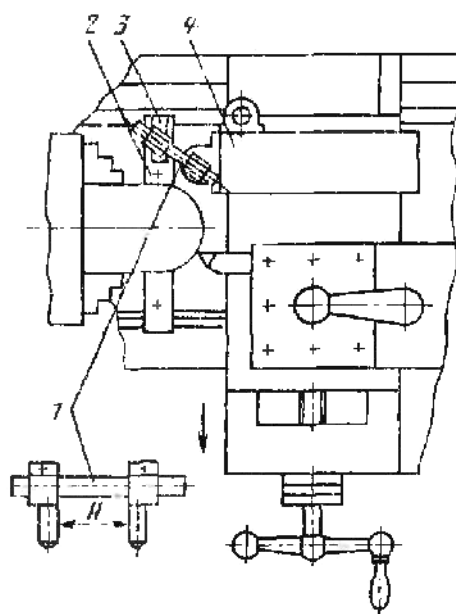


Рисунок 3.5 – Приспособление шарнирно-стержневого типа

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Настройка приспособления для обточки сферы заключается в установке параллельности между осью соединительного валика вилки и линией, проходящей через вершину резца и центр сферы. Рассмотрим один из приемов такой настройки. При освобожденном хомуте перемещают продольный суппорт в сторону передней бабки до тех пор, пока соединительный валик серьги не встанет под прямым углом к оси шпинделя. В станке закрепляют валик или фланец. К образующей валика или фланца подводят до касания вершину резца. Зная радиус сферы и диаметр валика или фланца, рассчитывают перемещение поперечного суппорта для установки резца в нужное положение. На эту величину перемещают суппорт и закрепляют хомут. Врезание производится при перемещении верхнего суппорта. Включают поперечную подачу, вилка, поворачиваясь, тянет продольный суппорт, а резец обтачивает сферу.

Для обработки выпуклых сфер приспособление устанавливают с левой стороны суппорта, а для обработки вогнутых сфер — с правой стороны. При обработке сфер на роликах, шкивах, червячных шестернях и других подобных деталях шарнирно-стержневое приспособление монтируют с задней стороны суппорта. Стойку закрепляют на кронштейне, а винт подачи поперечного суппорта отсоединяют. Обточку сферы производят при подаче суппорта самоходом.

Такие приспособления имеют ряд достоинств: они просты по устройству, технологичны в изготовлении, работают с большими режимами резания, допускают регулировку радиуса сферы. Однако настройка их для получения точной сферы довольно сложная, и не обеспечивается обработка сфер радиусом менее 40 мм. Угол поворота вилки, при котором она может тянуть суппорт, не более 60... 70°. Этим углом ограничивается часть поверхности сферы, которую можно обработать с помощью приспособления шарнирно-стержневого типа.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

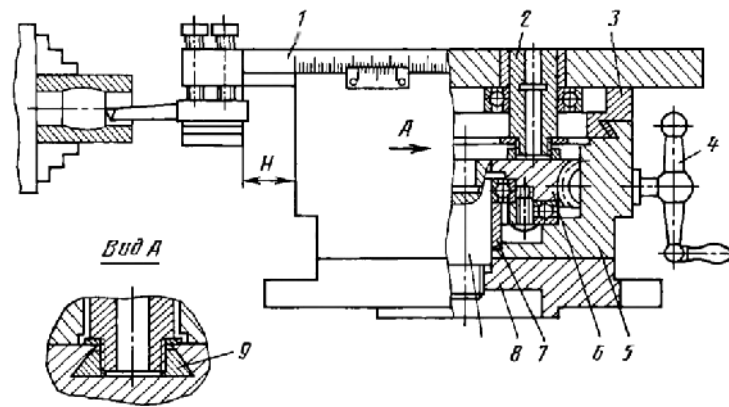


Рисунок 3.6 Эксцентриковое приспособление

Эксцентриковое приспособление с двумя независимыми суппортами с поступательным движением резца состоит из основания 8 с верхним корпусом 5. Основание закрепляется на место верхнего суппорта токарного станка. В корпусе смонтирована червячная шестерня 6 с пазом, имеющим форму «ласточкина хвоста». В пазу установлена гайка 9. Суппорты 1 и 3 смонтированы на корпусе 5 и могут перемещаться перпендикулярно друг к другу. Они связаны с червячной шестерней пальцем 2. На конце суппорта 1 имеется резцедержатель.

При вращении рукоятки 4 вращается червячная шестерня 6 совместно с эксцентрично установленным пальцем 2, который, будучи соединенным с нижним суппортом 3 через подшипник и с верхним суппортом через бронзовую втулку 7, перемещает оба суппорта в соответствующем направлении, а вершина резца, закрепленного в резцедержателе, описывает кривую по радиусу сферы. Радиус сферы равен эксцентриситету между осями червячной шестерни 6 и пальца 2. Настройка приспособления на радиус сферы осуществляется с помощью нониуса или измерения расстояния Н смещением гайки 9 вместе с пальцем 2 по пазу червячной шестерни.

При помощи такого приспособления можно обрабатывать сферы любой конфигурации — как выпуклые, так и вогнутые радиусом 0 ... 50 мм. Вместе с тем оно сложно в изготовлении, имеет ручную подачу с поступательным

						Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

движением резца. Получаемая сфера, как правило, имеет искаженную геометрическую форму, так как на участках, где один из суппортов меняет направление движения, вершина резца начинает двигаться не по окружности из-за зазоров в соединениях, а по какой-то неправильной кривой. Величина этого искажения зависит от точности подгонки движущихся деталей. Полностью же исключить зазоры нельзя, так как необходимо обеспечить скольжение между перемещающимися деталями.

В машиностроении применяют большое число различных конструкций приспособлений с вращательным движением инструмента. Наиболее характерные из них могут быть подразделены на приспособления: устанавливаемые в задней бабке токарного станка; с поворотом резцедержателя в горизонтальной плоскости; хоботового типа для выпуклых сфер с поворотом резцедержателя в вертикальной плоскости; типа борштанги для вогнутых сфер.

На рисунке 3.7а показано одно из приспособлений, устанавливаемых в пиноли задней бабки токарного станка (вид сбоку), состоящее из корпуса 7, приваренного к оправке 4, резцедержателя 3, пружины 1 и тросика 2. Перед обработкой пружина постоянно прижимает резцедержатель к упору 6, закрепленному на корпусе.

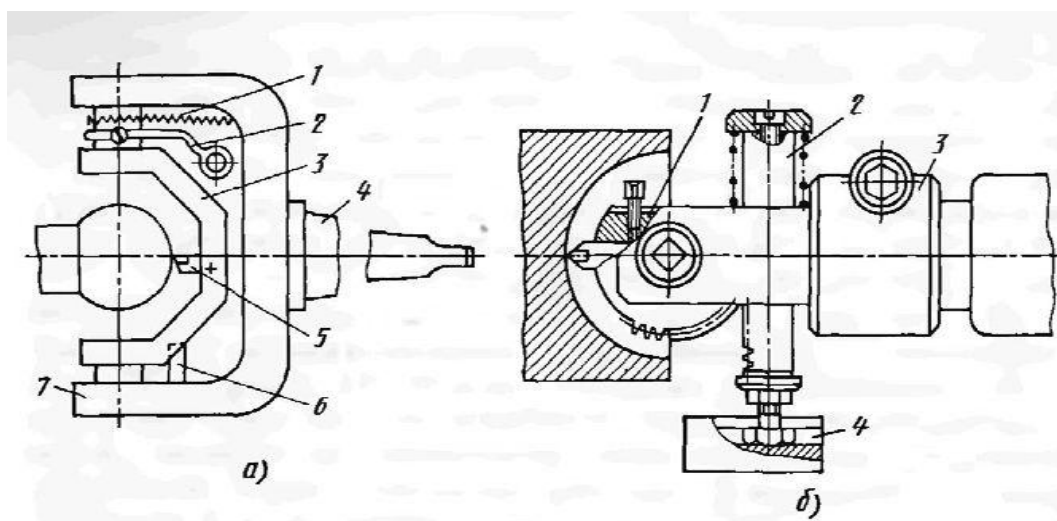


Рисунок 3.7— Приспособление, установленное в пиноли задней бабки (а)
и для точения вогнутых сфер (б)

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

При обточке заготовки петлю на конце тросика надевают на оправку, закрепленную в резцедержателе станка, и включают подачу. Поперечный суппорт при своем движении тянет тросик, и резцедержатель вместе с резцом 5 поворачивается и обтачивает сферу. Приспособление применяют для обработки выпуклых сфер на деталях типа линз, наконечников и т. п.

Для обработки вогнутых сфер на деталях типа матриц, подпятников и т. п. применяют приспособление (рисунок 3.7 б), также устанавливаемое в задней бабке. Борштанга 3 закрепляется своим утолщенным концом на пиноли. Зубцы резцедержателя 1 находятся в зацеплении с зубчатой рейкой 2, соединенной с колодкой 4. Колодка закреплена в резцедержателе. При поперечном перемещении суппорта рейка поворачивает резцедержатель и резец растачивает сферу.

Достоинством приспособлений, закрепляемых в задней бабке, является простота изготовления их и быстрота установки благодаря наличию самоцентрирования. Резцедержатель высвобождается, и при одной установке заготовки можно производить обработку сферы и других ее поверхностей. Но эти приспособления недостаточно универсальны, так как с их помощью можно обрабатывать только те сферы, у которых центр совпадает с осью вращения детали.

Выводы. Наиболее удобными в работе и качественными приспособлениями являются приспособления хоботового типа для выпуклых сфер и приспособления типа борштанги для вогнутых сфер. Однако наличие многообразия взаимного расположения сфер с другими поверхностями детали не исключает применения приспособлений других конструкций. Например, обработку выпуклой сферы детали типа матрицы можно выполнить только с приспособлением копировального типа или с приспособлением, показанным на рисунке 3.6. Для обработки выпуклых и вогнутых сферических поверхностей большого размера у ответственных деталей наиболее целесообразно применять приспособления шарнирно-

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

стержневого типа, которые обеспечивают большую производительность.

3.2 Проектирование приспособления для точения сферических поверхностей

Изучив достоинства и недостатки существующих приспособлений нами предлагается приспособление которое представлено на рисунке 3.8

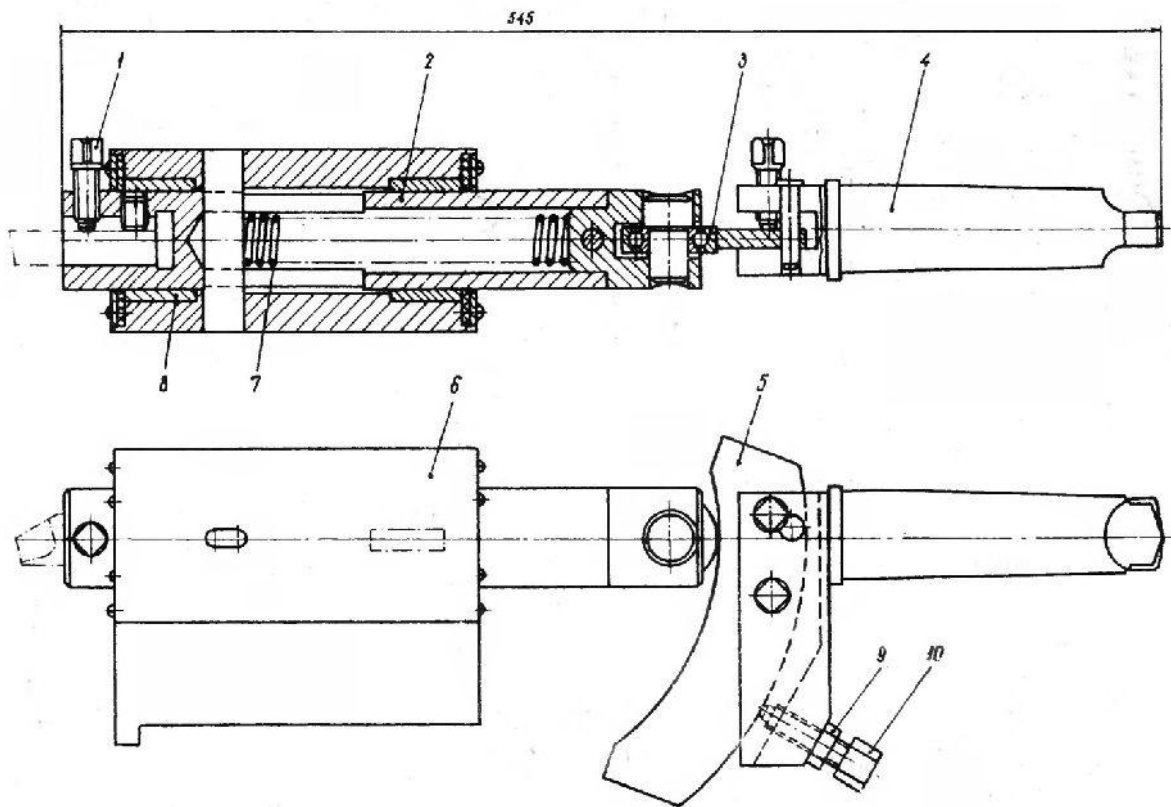


Рисунок 3.8 – Приспособление для точения сферических поверхностей

Приспособление состоит из хвостовика 4, копира 5, винта 1, корпуса 6, ползуна 2, шарикоподшипника 3 и пружины 7.

В пиноль задней бабки токарного станка вставляют хвостовик 4 и к нему винтами прикрепляют сменные копиры 5. Болтом 10 и гайкой 9 регулируют положение копира.

В корпусе 6 приспособления, закрепленном в резцедержателе станка, размещен ползун 2, свободно перемещающийся в нем и постоянно

поджимаемый пружиной 7 в сторону копира 5. Резец удерживается в ползуне винтом 1.

Для того чтобы избежать заклинивания ползуна в корпусе, бронзовые втулки 8 притерты с ползуном.

При помощи пиноли задней бабки копир 5 перемещается до соприкосновения с шарикоподшипником 3, а следовательно, и резца с деталью. Шарикоподшипник 3 перемещается в поперечном направлении по копиру, одновременно резец плавно описывает заданную кривую на поверхности детали. Правильные режимы резания позволяют получить чистоту обрабатываемой поверхности по 6-му классу.

В результате внедрения приспособления отпадает необходимость ручной доработки детали с целью доведения сферической поверхности до требуемого класса чистоты.

Производительность труда возрастает в 3-4 раза.

3.3 Настройка приспособлений для обработки сфер

Для настройки приспособления для обработки сфер требуется: установить приспособление в такое положение, чтобы центры вращения резцедержателя и обрабатываемой сферы совпадали. Рассмотрим виды отклонений сферических поверхностей от круглости, их причины и способы устранения.

При работе приспособлениями копировального типа наибольшее искажение сферы наблюдается на участках смены направления движения резца из-за зазоров в механизмах копирования. На точность сферы влияние оказывают также погрешности изготовления самого копира.

При работе приспособлениями с вращательным движением резца основной причиной отклонения от круглости сферы является несовмещение центра вращения резцедержателя приспособления с геометрическим центром

						Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обрабатываемой сферы. Если сфера получилась бочкообразной формы, то центр приспособления смещен дальше геометрического центра сферы (рисунок 3.9 а), если сфера имеет сплюснутый вид, то центр приспособления приближен к резцу (рисунок 3.9б).

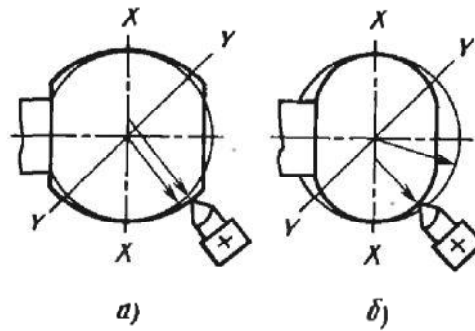


Рисунок 3.9 – Схема возникновения бочкообразности (а) и сплюснутости (б) сфер

Для определения формы сферы необходимо произвести два измерения размеров по осям X и Y и сопоставить полученные величины. У бочкообразных сфер размер по оси Y больше, чем по оси X , а у сплюснутых — меньше. Эти искажения устраняют путем совмещения центра вращения резцедержателя приспособления с геометрическим центром сферы. Для этого используют два способа.

Предварительно протачивают сферу и измеряют ее вдоль осей X и Y . Пусть получилось по оси X 36,32 мм, а по оси Y 36,68 мм, т. е. сфера бочкообразная. Тогда центр приспособления необходимо переместить в сторону резца. Для этого находят разность измерений, равную 0,36 мм; смещают приспособление, например, на 0,5 мм в сторону резца; снова протачивают сферу и производят измерение в тех же направлениях. Пусть получилось по оси X 35,96, а по оси Y — Y 36,08 мм. По оси Y размер оказался по-прежнему больше, т. е. сфера осталась бочкообразной. Находим разность измерений, равную 0,12 мм, и определяем, насколько изменилась разность измерений при смещении приспособления на 0,5 мм:

						Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$0,36-0,12=0,24 \text{ мм.}$$

После этого решаем пропорцию:

$$0,5—0,24$$

$$x—0,12,$$

откуда $x=0,25$ мм, т. е. для получения сферы правильной геометрической формы необходимо сместить приспособление в сторону резца на 0,25 мм.

Протачивают сферу и измеряют как в первом случае. Пусть получилось по оси X 58,3 и по оси Y 58,12 мм, т.е. сфера оказалась сплюснутой, и поэтому центр приспособления необходимо удалить от резца в сторону центра детали. Разность измерений 0,18 мм. Вместо резца в приспособление вставляют индикатор и перемещают приспособление по отношению к заготовке до тех пор, пока стрелка индикатора при движении ножки его по образующей сферы не покажет половину разности измерений. В данном примере показание индикатора по оси X, допустим, соответствует 0, а по оси Y должно быть меньше на 0,09 мм.

Пользуясь таким приемом настройки приспособления, можно добиться получения сферы большой точности. Настройка приспособления для получения требуемого размера сферы производится различными методами в зависимости от конфигурации самой сферы. Получение размера выпуклых сфер, показанных на рис. 49, б, в, достигается путем последовательных проточек без перемещения приспособления. При этом врезание резца за каждый рабочий ход производится смещением резца к центру вращения резцедержателя. Сферы такого вида легко измерять при обработке и одновременно производить поднастройку приспособления одним из описанных приемов.

Выпуклые сферы других видов целесообразно обрабатывать приспособлением, предварительно настроенным на требуемый радиус сферы. Измерение круглости таких сфер на станке затруднено, и производят его обычно шаблоном. Для получения точных по размеру сфер такого вида (как

						Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

выпуклых, так и вогнутых) необходимо заранее настроить приспособление на требуемый радиус сферы, что достигается установкой режущей кромки резца на расстоянии от центра вращения резцедержателя, равном радиусу сферы.

В приспособлении для вогнутых сфер обрабатывается одна из боковых поверхностей, которая принимается за базу; измеряется расстояние от этой базовой поверхности до центра оси вращения резца; при настройке вылета резца приспособление кладется базовой поверхностью на плоскую плиту и рейсмасом или индикатором измеряется вылет резца; при этом резцедержатель должен быть повернут под прямым углом к базовой поверхности; размер от базовой поверхности до острия резца должен быть равен расстоянию от центра оси резцедержателя до базовой поверхности плюс радиус сферы. Для получения точной сферы настройку проверяют пробной проточкой сферы на заготовке, измеряют ее и, если требуется, то настройка корректируется.

Установка приспособлений для обработки сфер в нужное положение по отношению к оси симметрии детали производится способами, указанными на рисунке 3.10. Требуется установить приспособление для обработки выпуклых сфер так, чтобы центр вращения его был смещен от торца заготовки на величину H (рисунок 3.10 а). Для этого в центральное отверстие приспособления вставляется установочный палец. При этом его ось должна быть перпендикулярна к оси шпинделя. Затем подводят приспособление до касания установочным пальцем торца заготовки, для чего пользуются следующим приемом: на установочный палец наклеивают полоску бумаги. Затем включают станок и медленно подводят установочный палец к торцу заготовки до момента срыва бумаги силой трения о заготовку.

						Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

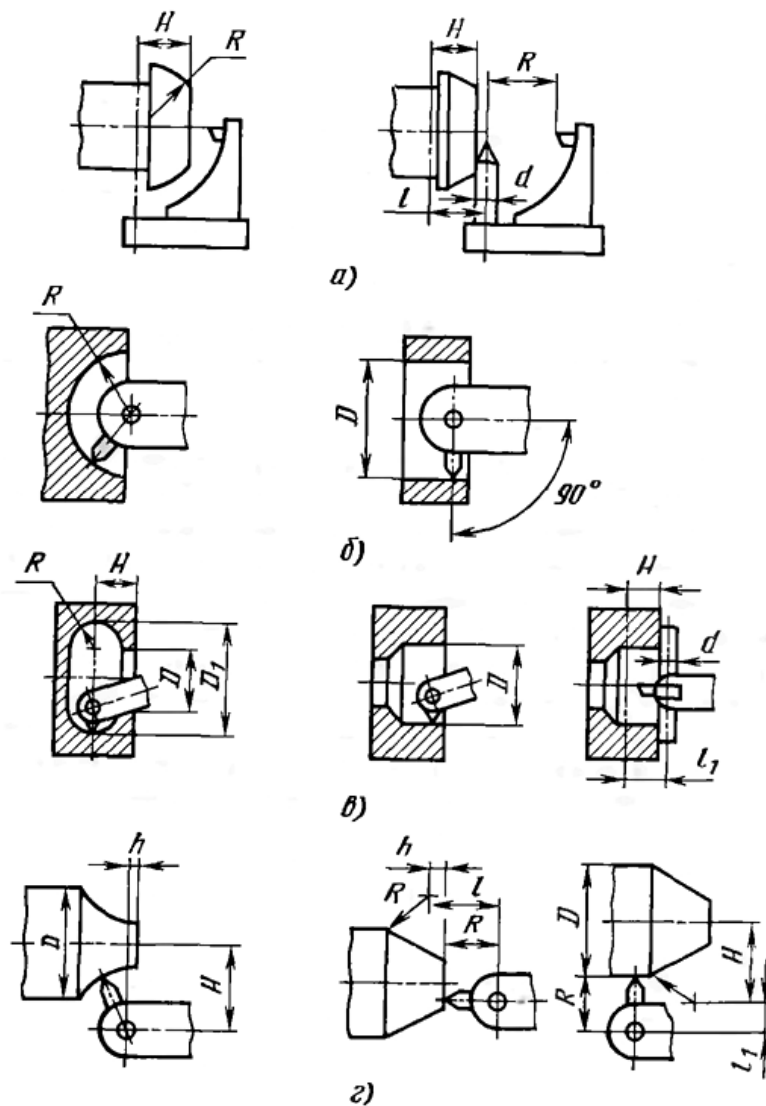


Рисунок 3.10 – Схема для настройки приспособлений

После этого производят расчет l — величины перемещения суппорта до совмещения с геометрическим центром сферы:

$$l = H + \frac{d}{2}$$

где H — расстояние от торца заготовки до центра сферы;

d — диаметр установочного пальца.

Пусть требуется установить приспособление по центру станка для обработки вогнутых сфер радиусом R . Для этого прежде всего устанавливают вылет резца от оси вращения резцедержателя на величину R . Затем закрепляют на станке втулку, устанавливают резец под прямым углом

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

к продольной оси станка и растачивают отверстие до диаметра, равного двум радиусам сферы. После этого начинают точить сферу. При этом врезание резца за каждый рабочий ход осуществляется перемещением продольного суппорта.

Установку приспособления по оси станка можно произвести и другим способом. Пользуются для этого установочной вилкой, вставляемой в конус шпинделя (рисунок 3.10б). Сверлят два отверстия, одинаковые с отверстиями в головке приспособления для обработки вогнутых сфер. Затем совмещают отверстия вилки и приспособления, фиксируя пальцем, и таким образом устанавливают приспособление по оси станка.

На схеме, показанной на рисунке 3.10в, требуется проточить сферу радиусом R с глубиной врезания до получения диаметра D_1 . Ось симметрии сферы смещена от торца заготовки на величину H . Сначала определяют величину врезания l от начала касания поверхности диаметром D до получения поверхности диаметром D_1

$$l = \frac{D - D_1}{2}$$

Затем определяют смещение l_1 суппорта с приспособлением от начала касания установочного пальца приспособления торца заготовки до совмещения оси вращения резцедержателя с осью сферы:

$$l_1 = H + \frac{d}{2}$$

На схеме, показанной на рисунке 3.10г, требуется совместить центр приспособления с центром радиуса сферы, координаты которого H и h . Для этого последовательно касаются острием резца вначале торца, а затем образующей диаметром D и определяют при этом величину перемещения приспособления от момента касаний до совмещения с центром радиуса сферы. В первом случае смещение от торца детали $l = R + h$, где R — расстояние от острия резца до центра приспособления.

Во втором случае смещение от образующей составит

						Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$l_1 = R + \frac{D}{2} - H$$

На требуемое расстояние суппорт последовательно смещают с приспособлением после каждого касания острием резца поверхностей заготовки.

3.4 Приспособления и способы измерения сфер

Применяют различные способы измерения сфер в зависимости от допуска на круглость сферы. Измерение сфер с большими допусками трудности не представляет и выполняется с помощью шаблонов, радиусомеров и т. п. Довольно просто измеряются также сферы, имеющие несколько диаметрально противоположных точек. По результатам измерения сферы такого вида по осям X и Y делается вывод о правильности круглости и размера сферы.

Сложнее измерять сферы с малым допуском и не имеющие нескольких диаметрально противоположных точек.

Для измерения и обработки таких сфер изготавливают специальные оправки, на которых закрепляют детали. Каждая такая оправка имеет поверхность, дополняющую сферу заготовки. В целом получается составная сферическая поверхность с диаметрально противоположными точками для измерения.

Для измерения выпуклых сфер пользуются индикаторным приспособлением, показанным на рисунке 3.11 а. Оно состоит из двух планок: неподвижной 5 и подвижной 6, соединенных осью 1. В центре оси имеется отверстие для установочного штыря, расположенное перпендикулярно к плоскости планки 5.

Планка 5 через боковую планку 3 соединяется с угольником 2, который крепится в резцедержателе токарного станка. По пазам в угольнике планку 3 можно перемещать вверх и вниз и устанавливать таким образом

						Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

приспособление по высоте центров. В планке 5 имеются отверстия с болтом 4, с помощью которых приспособление устанавливается на индикаторной стойке при измерениях сфер на контрольной плите.

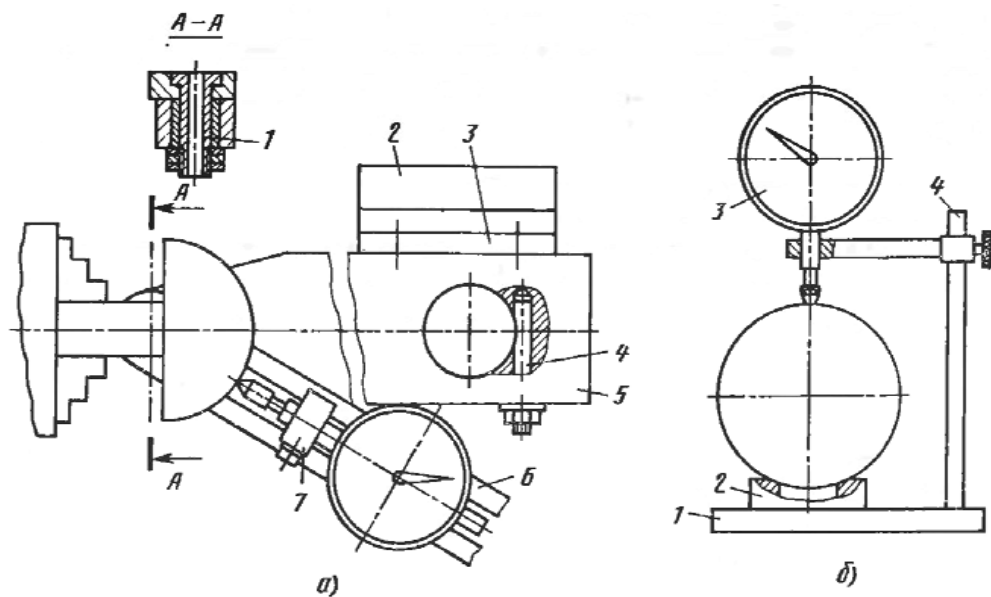


Рисунок 3.11 – Приспособления для измерения сфер

В подвижной планке 6 имеется продольный паз, позволяющий крепить стойку 7 с индикатором на различном удалении от центра вращения в зависимости от измеряемого радиуса сферы. Стойка имеет несколько отверстий для ориентировочной установки индикатора по высоте. Перед измерением приспособление настраивается на радиус сферы с помощью мерных плиток, устанавливаемых между установочным штырем и ножкой индикатора. При установке приспособления необходимо следить за параллельностью планки 5 к горизонтальной оси симметрии детали. Длина планки 5 принимается такой, чтобы можно было осуществить поворот планки 6 не менее чем на 180° .

Наиболее точным и практичным способом измерения выпуклых сфер является применение индикатора и использование приспособления для точения сфер. Для этого на установочный центр приспособления надевают диск диаметром, равным диаметру обрабатываемой сферы, по которому настраивают индикатор, вставленный в резцедержатель. Затем, поворачивая

резцедержатель, скользя ножкой индикатора по образующей сферы с обеих сторон оси симметрии детали и перемещая приспособление продольно и по высоте, добиваются наименьшего отклонения стрелки индикатора.

Для контроля поверхности на отклонение от сферичности применяют приспособление (рисунок 3.11 б), состоящее из основания 1, опорного кольца 2, индикатора 3 и стойки 4. Контролируемую деталь устанавливают на опорное кольцо. Подводят ножку индикатора до соприкосновения с поверхностью детали и вращением последней определяют по шкале отклонение сферичности шара.

3.5 Конструктивные расчеты

Определение силы закрепления

Силу закрепления определяем из условия непроворота, несдвига, неотрыва и неопрокидывания.

Условие непроворота. Момент от силы резания P_0 :

$$M_1 = P_0 \cdot A = 2031 \cdot 26 = 52806 \text{ Н мм}$$

где $A = 62/2 - 5 = 26 \text{ мм}$

Условие непроворота представлено для максимального момента M_1 :

$$M_1 \cdot K = f \cdot x \cdot W \cdot x \cdot C$$

Откуда сила закрепления:

$$W = \frac{M_1 - K}{f \cdot C} = \frac{52806 - 2.5}{0.15 \cdot 28.75} = 12244,3 \text{ Н}$$

где $K = 2.5$ - коэффициент запаса

$f = 0.15$ - коэффициент трения по [15, с.98:табл.21]

$C = (62/2 + 45/2) / 2 = 26,75 \text{ мм}$ - радиус установки опор

Условие несдвига представлено для силы P_0 :

$$P_0 \cdot K = f \cdot x \cdot W$$

Откуда сила закрепления:

						Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$W = \frac{P_0 \cdot K}{f} = \frac{2031 \cdot 2.5}{0.15} = 33850 \text{ Н}$$

Условие неотрыва представлено также для силы P_0 :

$$P_0 \cdot K = W$$

Откуда сила закрепления:

$$W = P_0 \cdot K = 2031 \cdot 2.5 = 5077,5 \text{ Н}$$

Условие неопрокидывания

Момент от силы резания P_0 :

$$M_3 = P_1 \cdot (A - C) = 2031 \cdot (62 - 45) = 34527 \text{ Н-мм}$$

Момент от силы резания P_1 :

$$M_1 = P_1 \cdot (D - C) = 1524 \cdot (50 - 32) = 27432 \text{ Н-мм}$$

где $D = 50 \text{ мм}$ - радиус расположения оси отверстия $\varnothing 5$.

Условие неопрокидывания представлено для максимального момента M_3 :

$$M_3 \cdot K = f \cdot W \cdot C$$

Откуда сила закрепления:

$$W = \frac{M_3 \cdot K}{f \cdot C} = \frac{34527 \cdot 2.5}{0.15 \cdot 26,75} = 21512,15 \text{ Н}$$

Сила закрепления - максимальная из определенных выше $W = 33850 \text{ Н}$

Расчет детали на прочность

Рассчитываю на прочность деталь ползун. Диаметр ползуна 26мм. Для того чтобы проверить выдержит ли ползун растягивающую нагрузку, произведем расчет ползуна на растяжение. Материал ползуна - Сталь 45, предел прочности $[\sigma] = 16 \text{ кН/см}^2$.

Рассчитываю на прочность при растяжении резьбу М16 на штоке приспособления. Материал штока – Сталь 45.

Для того, чтобы при работе резьбу на ползуне не сорвало, необходимо

						Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

выполнение условия:

$$\sigma_p \leq [\sigma]_p$$

Предел текучести для Стали 45 равен $\sigma_T = 300$ МПа [2].

$$[\sigma]_p = 0,6\sigma_T$$

$$[\sigma]_p = 0,6 \cdot 300 = 180 \text{ (МПа)}.$$

Опасным является сечение, ослабленное нарезкой.

Расчетный диаметр резьбы определяется по формуле:

$$d_p = d - 0,94 \cdot p$$

где: d – внешний диаметр резьбы, мм;

p – шаг резьбы, мм.

$$d_p = 26 - 0,94 \cdot 2 = 24,12 \text{ (мм)}.$$

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi d_p^2}$$

где: F – максимальная осевая сила, действующая на растягивание штока, Н.

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi d_p^2} = \frac{4 \cdot 4636}{3,14 \cdot 24,12^2} = 29,6 \text{ МПа}$$

Условие выполняется ($29,62 < 180$), следовательно, резьба на ползуне выдержит нагрузку.

Точностной расчет приспособления

С информационной точки зрения расчеты допусков на изготовление элементов приспособления представляют собой преобразование информации о точности обработки поверхностей детали на данной операции в точностные требования к приспособлению.

Прежде чем приступить к расчету точности, определим расчетные параметры, которые в большей мере влияют на достижение заданных допусков обрабатываемой детали. Определим допустимую погрешность

						Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

изготовления на параллельность установочной поверхности плиты:

$$E_{np} \leq T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot E_B)^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_{II}^2 + E_{II}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + E_{ПЗ}^2},$$

где, Т - допуск на диаметр отверстия, Т $\varnothing 5 = 30$ мкм

K_T - коэффициент, учитывающий возможное отступление от нормального распределения отдельных составляющих, принимаем $K_T = 1,5$;

K_{T1} - коэффициент, принимаемый во внимание, когда погрешность базирования равна не нулю;

E_B - погрешность базирования заготовки, $E_B = 0$ мкм (см. п. 5.2);

E_3 - погрешность закрепления заготовки, т.к. привод механизированный и погрешность закрепления будет постоянной, то учитываем ее один раз при настройке станка, принимаем $E_3 = 0$;

E_y - погрешность установки приспособления на станке. Данная погрешность равна максимальному зазору Н8/г9 между шпонкой и корпусом приспособления: $E_y = S_{max} = 105$ мкм;

E_{II} - погрешность перекося инструмента, $E_{II} = 0$;

E_{II} - погрешность, возникающая вследствие износа установочных элементов; (принимаем $E_{II} = 0$);

K_{T2} - коэффициент, учитывающий вероятность появления погрешности обработки, принимаем $K_{T2} = 0,6$;

ω - средняя экономическая точность обработки, по при обработке отверстия экономическая достижимая точность - 9 квалитет, т.е. $\omega = 62$ мкм;

$E_{ПЗ}$ - погрешность позиционирования станка, по [3, с.7] $E_{ПЗ} = 0$ мкм.

При оговоренных условиях:

$$E_{np} = 62 - 1,5 \cdot \sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0^2 + 105^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 30)^2 + 0^2} = 98_{\text{мкм}}.$$

С учетом полученных данных принимаем допуск параллельности $E_{ПР} = 100$ мкм по это соответствует 9 степени точности.

Расчёт штока на сжатие.

- диаметр штока $d_{ш} = 26$ мм

						Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- материал штока – сталь 20 ГОСТ 1050 – 74, $[\delta_{сж}] = 115 \text{ МПа}$;

- сила на штоке $P_{ш} = 3750 \text{ Н}$

Расчётный диаметр штока

$$d_p = 1,13 \times \sqrt{\frac{P_{ш}}{[\delta_{сж}]}} = 1,13 \times \sqrt{\frac{3750}{115}} = 28,3 \text{ мм}$$

Таким образом, $d_p > d_{ш}$; прочность штока удовлетворительна.

Расчёт втулки на срез

Исходные данные:

- диаметр втулки $d_b = 32 \text{ мм}$

- материал втулки – сталь 45 ГОСТ 1050 – 74 (HRC 35 – 38), $[\tau_{ср}] = 181 \text{ МПа}$;

- сила среза – $P_{ср} = P_{ш} = 3750 \text{ Н}$

Действительные напряжения среза

$$\tau_{ср} = \frac{P_{ср}}{F_{ср}} = \frac{3750}{23,75 \cdot 10^{-4}} = 320 \cdot 10^{-4} = 3,2 \text{ МПа}$$

$$где F_{ср} = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3,14 \times 55^2}{4} = 2375 \text{ мм}^2 = 23,75 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Таким образом, $\tau_{ср} > [\tau_{ср}]$, поэтому прочность втулки считаем достаточной.

3.6. Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия

Техника безопасности – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействия, которые приводят к травмам или к ухудшению состояния здоровья, наступившему внезапно в результате несчастного случая.

Для уменьшения и предупреждения травматизма проводим следующие виды инструктажа:

1) вводный- при поступлении рабочего на работу;

						Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 2) ежедневный- проводится на рабочем месте
- 3) периодический- через 3...6 месяцев
- 4) внеочередной- после каждого несчастного случая или при изменении технологии.

Тело рабочего должно быть защищено от повреждений при помощи спецодежды. В зависимости от вида и опасности выполняемых работ предусматривается специальная обувь. При работе, связанной с поднятием и переносом тяжелых предметов необходимо пользоваться перчатками. При работе с вредными или красящими жидкостями необходимо применять респиратор, а руки защищать резиновыми перчатками.

Для защиты рабочего от поражений электрическим током необходимо голые проводки, шины и другие токоведущие части оборудования, либо располагать в недоступном месте, либо защищать ограждениями. В некоторых случаях для защиты применяют крышки, короба, изоляцию и т.д.

Для безопасной эксплуатации внутрицехового транспорта и безопасного выполнения работ на участке необходимо четко разметить габариты проезжей части, места переходов и опасных выступающих частей оборудования, а также установить на участке предупредительные и запрещающие знаки, использовать для предупреждения об опасности звуковые и световые сигналы.

Для предотвращения возникновения пожаров на участке предусматриваем следующие меры:

- 1) не допускать нарушения технологического процесса
- 2) не допускать неисправностей оборудования (короткое замыкание, перегрузка)
- 3) не допускать скопления промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию
- 4) ставить ограждения при проведении газо и электросварочных работ
- 5) заземлить все электроустановки

						Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

кроме того, согласно ГОСТ 12.1004-76 "Пожарная безопасность" на рабочих местах должны быть предусмотрены ящики с песком, пожарные щиты и кошмой, ведрами и шанцевым инструментом.

3.7 Мероприятия по снижению шума оборудования в цехах

В промышленности всегда имеет место шум как совокупность мешающих и раздражающих звуков.

Шум на производстве наносит большой ущерб: вредно воздействует на организм человека, снижает производительность труда.

Природа шума- колебания твердых, жидких и газообразных систем.

Можно выделить следующие направления снижения шума:

- 1) внедрение конструкторских решений: замена в кинематических цепях прямозубых шестерен на косозубые, цепных передач на ременные, применение специальных смазочных материалов.
- 2) Технологические решения: выбор менее шумных режимов
- 3) Применение специальных устройств- глушителей на транспорте
- 4) Применение акустической обработки машин и механизмов- ведется с применением пористых, волокнистых, многослойных материалов, противозумных мастик и т. д.
- 5) Необходимо принимать меры по снабжению рабочих берушами, наушниками или шлемами и другими индивидуальными средствами защиты.

						Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.8 Разработка инструкции по охране труда при эксплуатации приспособления для точения сфер

СОГЛАСОВАНО»

«Утверждаю»

Председатель профкома

Директор

Петров П.П. _____

Иванов И.И. _____

«____» _____ 2019г

«____» _____ 2019г

Инструкция

по безопасности труда для слесаря при точении сферических поверхностей

Общие требования безопасности.

1. К работе допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение слесаря-механика, после прохождения стажировки и инструктажа.

2. Запрещается на рабочем месте заниматься посторонними делами, курить, распивать спиртные напитки, отвлекать других.

3. До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит

						Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов,

приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы

возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие

автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих

колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования

Избегать попадания горюче - смазочных материалов на поверхность кожи, глаза.

4. Работать только в специальной одежде: костюм х/б, кирзовые ботинки, перчатки, защитные очки.

5. В случае пожара звонить в пожарную охрану, уметь пользоваться пожарным инвентарём, огнетушителем.

6. В случае неисправности оборудования, аварии и несчастном случае в результате поломки, сообщить руководству о случившемся.

7. При необходимости слесарь-механик должен уметь оказать первую медицинскую помощь: наложить жгут, шину, сделать искусственное дыхание, массаж сердца и т.д.

8. При выполнении работ не допускается рваная и промасленная одежда.

9. За несоблюдение правил инструкции рабочий несет ответственность.

Требования безопасности перед началом работы

1. Одеть специальную одежду и подготовить рабочее место.

						Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Проверить техническое состояние приспособления.
3. Проверить наличие исправного инструмента.
4. При окончании работы приспособления должно быть промыто и убрано в стеллаж.
5. Соблюдать все требования производственной санитарии: уборка рабочего места и прилегающей территории, чистка инструмента.

Требования безопасности во время работы

1. Во время работы не отвлекаться, использовать исправный инструмент и приспособление.
2. При работе с приспособлением не загрождать рабочую зону.
3. Рабочая зона приспособления должна находиться в чистоте, не допускаются разливы масел и других нефтепродуктов.
4. После каждой смены проверять конструкцию на наличие трещин, деформаций или других неисправностей.

4.1.4.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

- 1 При аварии необходимо приостановить работу.
- 2 При травмировании или внезапных заболеваниях необходимо приостановить работу и сообщить руководителю.

Требования безопасности по окончании работы

1. При передаче рабочего места необходимо убедиться в рабочем состоянии и комплектности приспособления, чистоты рабочего места.
2. По окончании работы, привести рабочее место в порядок, подмести пол, вытереть масляные пятна, удалить мусор и ненужные детали.
3. При наличии во время работы приспособления недостатков,

						Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

отклонений сообщить о фактах начальнику цеха или главному инженеру предприятия.

Разработал:

Мухамадиев А.С.

Согласовано:

Специалист безопасности труда

3.9 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.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись

жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и

сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и

сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами

упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли

амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно

было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются «близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

До сих пор мы рассматривали автоколебательные процессы, при которых форма и частота колебаний являлись заданными, они определялись жесткостью и массами элементов системы; силы возбуждения и сопротивления предполагались небольшими по сравнению с силами упругости и инерции, они управляли балансом энергии и определяли амплитуду колебаний; их влиянием на форму и частоту колебаний можно было пренебрегать. Такие автоколебания, как мы указывали, называются

«близкими к гармоническим». Они характеризуются формой, близкой к синусоиде, хотя все же отличающейся от последней.

Такое отступление становится понятным после рассмотрения дифференциального уравнения движения, которое, как мы видели, содержит нелинейные члены.

При изучении вибраций, возникающих при резании металлов, приходится встречаться с автоколебаниями другого рода, при которых силы возбуждения и сопротивления влияют на форму и частоту колебаний. Такие автоколебания называются релаксационными; форма и частота этих колебаний определяются не только жесткостью и массами системы, но и другими ее параметрами. Релаксационные колебания возникают в тех случаях, когда жесткость или массы малы. Форма релаксационных колебаний явно нелинейная.

При исследовании колебаний, близких к гармоническим, мы рассматривали систему в состоянии колебательного движения, принимая в первом приближении форму этого движения синусоидальной. При таком рассмотрении исследование можно было свести к анализу энергетического баланса. При изучении релаксационных колебаний, форма и частота которых нам неизвестны, требуется более углубленное исследование явления, что приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования

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

						Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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.

3.10 Экономическое обоснование конструкции приспособления

3.10.1 Расчет балансовой стоимости приспособления

Экономический эффект от применения приспособлений определяют путем сопоставления годовых затрат и годовой экономии для сравниваемых вариантов обработки деталей. Годовые затраты состоят из амортизационных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию приспособления. Годовая экономия получается за счет снижения трудоемкости изготовления обрабатываемых деталей, т. е. за счет сокращения затрат на заработную плату рабочих-станочников и уменьшения цеховых накладных расходов.

Применение приспособления экономически выгодно в том случае, если годовая экономия от его применения больше годовых затрат, связанных с его эксплуатацией. Экономическая эффективность применения любого приспособления определяется также величиной срока окупаемости, т. е. срока, в течение которого затраты на приспособление будут возмещены за счет экономии от снижения себестоимости обрабатываемых деталей.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях с целью достижения высокой точности обрабатываемых деталей применяют приспособления независимо от их экономической эффективности.

При технико-экономических расчетах, производимых при выборе соответствующей конструкции приспособления, необходимо сопоставлять экономичность различных конструктивных вариантов приспособлений для конкретной операции обрабатываемой детали. Считая, что расходы на режущий инструмент, амортизацию станка и электроэнергию для этих вариантов одинаковы, определяют и сравнивают лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления.

Масса приспособления определяется по формуле:

						Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G_M = (G_K + G_P) \cdot K, \text{ кг} \quad (3.1)$$

где G_K – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг.;

G_P – масса готовых узлов и агрегатов, кг.;

K – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкций монтажных материалов

$$K=1,05 \dots 1,15$$

Массу сконструированных деталей, узлов и агрегатов заносим в таблице 3.1

Таблица 3.1-Расчет массы сконструированных узлов

Наименование детали	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг
1	2	3	4
Плита	985	$7,8 \times 10^{-3}$	7,6
Кронштейн	143	$7,8 \times 10^{-3}$	1,15
Направляющая	52	$7,8 \times 10^{-3}$	0,405
Зажим	96	$7,8 \times 10^{-3}$	0,748
Всего	-	—	9,903

$$G_M = (9,903 + 3,54) \cdot 1,05 = 14,115 \text{ кг}.$$

Для определения стоимости конструкции машин воспользуемся способом аналогии по сопоставимости массы

$$C_6 = \frac{C_{стар} \cdot G_{стар} \cdot \sigma}{G_{нов}} \quad (3.2)$$

где $C_{стар}$, C_6 – балансовая стоимость проектируемой и старой конструкции, руб. ;

$G_{стар}$, $G_{нов}$. – масса старой и проектируемой конструкции ;

						Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

σ – коэффициент удействление конструкции ($\sigma = 0,9 \dots 0,95$)

$$C_6 = \frac{25000 \cdot 12,1 \cdot 0,95}{13,443} = 21393 \text{ руб.}$$

Для расчетов принимаем $C_6 = 21500$ рублей.

3.10.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Исходные данные для расчета заносим в таблицу 3.2

Таблица 3.2 -Исходные данные для расчета

Наименование	Исходные	Проект
Масса конструкции G , кг.	12,1	13,44
Балансовая стоимость C_6 , руб.	25000	21500
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка $З$, руб. чел/ч	60	60
Норма затрат на ремонт и ТО A_{pmo} , %	16	16
Норма амортизации a , %	14,2	14,2
Годовая загрузка $T_{год}$, час.	1200	1200
Часовая производительность $W_{ч}$, шт/час	12,8	19,3
Срок службы $T_{сл}$, лет	10	10

При расчетах показатели исходной конструкции обозначаем с индексом **0**, а показатели проектируемой конструкции обозначаем индексом **1**

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_{ч} \cdot T_{год} \cdot T_{сл.}}, \text{ кг/шт.} \quad (5.3)$$

где G – масса, кг;

$N_{год}$ – годовая загрузка, шт.;

$T_{cl.}$ – срок службы, лет.

$$M_e^0 = \frac{12,1}{12,8 \cdot 1200 \cdot 10} = 7,88 \cdot 10^{-5} \text{ кг/шт.}$$

$$M_e^1 = \frac{13,44}{19,3 \cdot 1200 \cdot 10} = 5,81 \cdot 10^{-5} \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса (общая):

$$F_e = \frac{C_6}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.4)$$

где C_6 – балансовая стоимость, руб

$$F_{ec} = \frac{25000}{12,8 \cdot 1200} = 1,62 \text{ руб/шт.};$$

$$F_{епр} = \frac{21500}{19,3 \cdot 1200} = 0,92 \text{ руб./шт.}$$

.Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (3.5)$$

где $C_{\text{зн}}$ – затраты на оплату труда, руб./шт.;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание

A – амортизационные отчисления по конструкции, руб./т

Затраты на заработную плату определяется по формуле:

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot T_e, \quad (3.6)$$

$$T_e = \frac{n}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.7)$$

где n – количество обслуживающего персонала

$$T_1 = \frac{1}{12,8} = 0,07 \text{ чел.·ч/шт}$$

$$T_0 = \frac{1}{19,3} = 0,051 \text{ чел.·ч/шт}$$

$$C_{\text{зп}}^0 = Z \cdot T_{\epsilon} = 60 \cdot 0,07 = 4,2 \text{ руб./шт};$$

$$C_{\text{зп}}^1 = 60 \cdot 0,051 = 3,17 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяется из выражения:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.8)$$

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

$$C_{\text{рто}}^0 = \frac{25000 \cdot 14,2}{100 \cdot 12,8 \cdot 1200} = 0,23 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{рто}}^1 = \frac{21500 \cdot 14,2}{100 \cdot 19,3 \cdot 1200} = 0,13 \text{ руб./шт}$$

Затраты на амортизацию определяется из выражения:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.9)$$

где a — норма амортизации, %

$$A^0 = \frac{25000 \cdot 10}{100 \cdot 12,8 \cdot 1200} = 0,16 \text{ руб./шт.}$$

$$A^1 = \frac{21500 \cdot 10}{100 \cdot 19,3 \cdot 1200} = 0,09 \text{ руб./шт}$$

$$S^0 = 4,2 + 0,23 + 0,16 = 4,59 \text{ руб./шт}$$

$$S^1 = 3,17 + 0,13 + 0,09 = 3,39 \text{ руб./шт}$$

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\epsilon}, \quad (3.10)$$

где $E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_{\text{н}} = 0,15$;

						Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$K_{уд}$ – удельные капитальные вложения, руб/ед .

$$C_{прив}^0 = 4,59 + 0,15 \cdot 1,62 = 4,83 \text{ руб/шт ;}$$

$$C_{прив}^1 = 3,39 + 0,15 \cdot 0,92 = 3,52 \text{ руб/шт}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{год} &= (S_c - S_{пр}) \cdot W_{ч} \cdot T_{год} ; \\ (5.11) \quad \mathcal{E}_{год} &= (4,59 - 3,39) \cdot 19,3 \cdot 1200 \approx 27792 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Годовой экономический эффект:

$$\begin{aligned} E_{год} &= (C_{прив с} - C_{прив пр}) \cdot W_{ч} \cdot T_{год} , \\ E_{год} &= (4,83 - 3,52) \cdot 19,3 \cdot 1200 = 30339,6 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (3.12)$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{ок} = \frac{C_{б0}}{\mathcal{E}_{год}} \quad (3.13)$$

где $C_{б0}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб

$$T_{ок} = \frac{21500}{27792} = 0,77$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_{б1}} \quad (3.14)$$

$$E_{эф} = \frac{27792}{21500} = 1,29$$

Таблица 3.3 Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Базовый (исходный)	Проектиру емый
-----------------------------	-----------------------	-------------------

						Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Часовая производительность, шт./ч	12,8	19,3
Фондоемкость процесса, руб./шт.	1,62	0,92
Металлоемкость, г/шт.	7,88	5,81
Уровень эксплуатационных затрат, руб./шт.	4,57	3,39
Уровень приведенных затрат, руб./шт.	4,81	3,52
Годовая экономия, руб.	—	27792
Годовой экономический эффект, руб.	—	30339,6
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	—	0,77
Коэффициент эффективности доп. капитальных вложений	—	1,29

По результатам вычислений видно, что конструкция является экономически эффективной.