

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

Направление: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

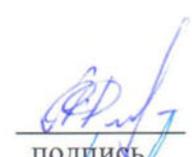
Кафедра: Общеинженерные дисциплины

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

На тему: Проектирование технологии изготовления зубчатого
колеса коробки передач автомобиля ГАЗ-3309 с разработкой
контрольного приспособления

Шифр: ВКР 23.03.03.456.20

Студент группы Б252-04


подпись

Исмаилов А.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

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

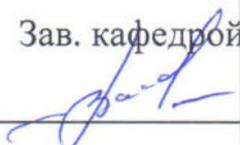
Кафедра: Общеинженерные дисциплины

Направление: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

 / Пикмуллин Г.В. /

« 16 » мая 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Исмаилову Арслану Руслановичу

1. Тема: Проектирование технологии изготовления зубчатого колеса коробки передач автомобиля ГАЗ-3309 с разработкой контрольного приспособления

утверждена приказом по вузу № ____ от _____ 2020 г.

2. Срок сдачи студентом законченной работы 18.06.20

3. Исходные данные:

Типовые проекты изготовления деталей, специальная техническая литература

4. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

Раздел 1 Основные разработки технологических процессов

Раздел 2 Проектирование технологии изготовления

Раздел 3 Конструкторский раздел

5. Перечень графических материалов _____

Лист 1 Чертеж зубчатого колеса

Лист 2 Технология изготовления

Лист 3 Причины брака

Листы 4,5 и 6 Чертежи конструкции приспособления

Лист 6 Экономическое обоснование

6. Консультанты с указанием соответствующих разделов проекта

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

7. Дата выдачи задания _____ 12.05.20 _____

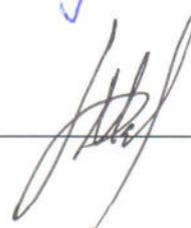
КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов	Срок выполнения	Примечание
1	Раздел 1	до 20.05.2020	
2	Раздел 2	до 30.05.2020	
3	Раздел 3	до 18.06.2020	

Студент

 _____ (Исмаилов А.Р.)

Руководитель

 _____ (Марданов Р.Х.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе
Исмаилова Арслана Руслановича на тему:
«Проектирование технологии изготовления
зубчатого колеса коробки передач автомобиля
ГАЗ-3309 с разработкой контрольного
приспособления»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 72 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 10 рисунков, 5 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы содержит 49 наименований.

В первом разделе приводятся основы разработки технологических процессов.

Во втором разделе спроектирована технология изготовления зубчатого колеса.

В третьем разделе разработана конструкция приспособления для контроля. 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 Ismailov Arslan Ruslanovich on the theme: "Design of manufacturing technology of the gear box of the car GAZ-3309 with the development of the control device»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 72 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 10 figures, 5 tables, 1 Annex. The list of references contains 49 titles.

The first section provides the basis for the development of technological processes.

In the second section the technology of manufacturing of a gear wheel is designed.

In the third section the design of the device for control is developed. The necessary design and technological calculations have been made. Measures on 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	8
1. ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. 8	
1.1 Цели и задачи проектирования технологического процесса.....	8
1.2 Факторы, влияющие на построение технологического процесса....	9
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-3309.....	13
2.1. Обоснование программы выпуска изделий.....	13
2.2. Выбор способа получения заготовки и определение её припусков и допусков	13
2.3 Маршрут обработки зубчатого колеса.....	16
2.4 Оборудование и инструмент для механической обработки заготовки	17
2.5 Расчет режимов резания	19
2.5.1 Расчет режима резания при токарной обработке	19
2.5.2 Расчет режима резания при сверлении	25
2.5.3 Расчет режима резания при протягивании	29
2.6 Расчет и конструирование сверла.	31
2.7 Выбор измерительного инструмента	34
2.8 Проектирование червячной зуборезной фрезы.	35
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС	39
3.1 Измерение и контроль зубчатых колес и передач.....	39
3.2 Проект станочного приспособление для контроля зубчатых колес	42
3.2.1 Расчет точности приспособления.....	44
3.2.2 Расчет подшипников.....	45
3.2.3 Расчет болтового соединения.	46
3.3. Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия.....	48

3.3.1 Организация производственного освещения	48
3.3.2 Расчет освещения	50
3.3.4 Инструкция по охране труда для токаря при изготовлении зубчатого колеса	52
3.5 Производственная гимнастика на рабочем месте	57
3.6 Экономическое обоснование конструкции приспособления	62
3.6.1 Расчет балансовой стоимости приспособления	62
3.6.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции	64
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	63
ПРИЛОЖЕНИЕ... ..	70

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нашей стране сложилась такая ситуация, что развитие промышленности является самой приоритетной из всех поставленных задач. Для того, чтобы Россия заняла прочное место среди ведущих мировых держав, в ней должна существовать развитая сфера промышленного производства, которая должна основываться не только на восстановлении основанных в советский период заводов, но и на новых, более современно оборудованных, предприятиях.

Одним из важнейших шагов на пути к экономическому процветанию является подготовка специалистов, которые имели бы не строго ограниченные рамки своей профессии знания, а могли комплексно оценить выполняемую ими работу и ее результат. Такими специалистами являются инженеры-экономисты, разбирающиеся не только во всех тонкостях экономических аспектов функционирования предприятия, но и в сущности производственного процесса, который и обуславливает это функционирование.

Производство изделия, его сущность и методы оказывают наиболее весомое влияние на технологические, эксплуатационные, эргономические, эстетические и, конечно, функциональные характеристики этой продукции, а, следовательно, на его себестоимость, от которой в прямой зависимости находятся цена изделия, спрос на него со стороны пользователей, объемы продаж, прибыль от реализации, а, следовательно, все экономические показатели, которые и определяют финансовую устойчивость предприятия, его рентабельность, долю рынка и т.д. Таким образом, то, как изготавливается продукция, оказывает влияние на весь жизненный цикл товара.

Итак, проектирование технологического процесса является важнейшим этапом производства продукции, который влияет на весь жизненный цикл товара и способен стать определяющим при принятии решения о производстве того или иного продукта.

1. ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

1.1 Цели и задачи проектирования технологического процесса

Проектирование технологических процессов обработки заключается в выборе орудий производства (необходимых для обработки станков, приспособлений и инструментов), в установлении рациональной последовательности выполнения работ, определении изменений в размерах, форме и чистоте обрабатываемых поверхностей, регламентации действий рабочего и режима работы станка. Кроме того, при проектировании технологического процесса определяется квалификация рабочих и подсчитывается время, потребное на обработку.

Задачей проектирования технологического процесса является такое установление рационального порядка обработки, назначение орудий производства и регламентация их использования, при которых обработка деталей будет отвечать техническим требованиям, предъявляемым к изготовлению этих деталей, и в то же время будет выполняться при наименьших материальных затратах и с наибольшей производительностью.

Технологический процесс должен быть запроектирован так, чтобы были правильно и полно использованы технологические возможности станков и инструментов.

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. При подробном проектировании технологического процесса обработки деталей облегчается получение доброкачественных машин.

Интенсивный рост техники требует ускоренного освоения новых объектов производства. Один из наиболее эффективных способов такого ускорения — это параллельная работа конструкторов и технологов. Одновременно с конструированием узлов ведется технологическая проработка конструкций деталей и узлов. Непосредственно за выполнением детальных чертежей разрабатываются чертежи заготовок на эти отдельные детали. И, наконец, параллельно с рабочей компоновкой производится, в максимально возможной степени, изготовление погребной основной оснастки станков.

1.2 Факторы, влияющие на построение технологического процесса

На технологический процесс механической обработки непосредственно влияют следующие факторы:

- 1) форма и размеры детали;
- 2) требуемая точность и чистота обрабатываемых поверхностей и другие технические условия на готовую деталь;
- 3) материал детали и ее термообработка;
- 4) характер заготовки;
- 5) программа выпуска деталей;
- 6) производственные возможности предприятия (наличный парк станков и прочие условия, при которых должна осуществляться обработка детали).

Исходные данные для проектирования технологического процесса

Для проектирования технологического процесса механической обработки *необходимы следующие основные материалы и сведения:*

- 1) рабочий чертеж обрабатываемой детали и другие технические условия на готовую деталь (если они имеются);
- 2) чертеж заготовки;
- 3) чертеж узла, в который входит обрабатываемая деталь;
- 4) готовой выпуск объектов производства;
- 5) количество запасных частей на каждый объект;
- 6) данные об оборудовании (паспорта станков, каталожный материал в соответствии с конъюнктурными условиями, сведения о размещении и загрузке существующего в цехе оборудования).

Кроме того, необходимы следующие справочные материалы:

- 1) нормами операционных припусков и допусков (ГОСТ и др.);
- 2) данные о применяемых в промышленности охлаждающих жидкостях;
- 3) каталоги режущего, мерительного и вспомогательного инструмента;
- 4) стандарты сортамента материалов, изготавливаемых промышленностью;

5) нормативы по режимам резания, нормативы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени и времени обслуживания рабочего места и перерывов на отдых;

б) таблицы величин врезания 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.

Требования к рабочим чертежам деталей

В рабочих чертежах приводятся почти все технические требования, предъявляемые к обработанной детали, указываются размеры и точность обработки отдельных поверхностей, точность их взаимной координации, места, подвергающиеся термической обработке, и род этой термической обработки, чистота поверхностей и т. д. В отдельных случаях сообщается о требуемом методе обработки для получения нужной чистоты. Кроме того, на чертеже всегда указываются места, покрываемые защитными покрытиями, род и толщина слоя этих покрытий.

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.

Современный рабочий чертеж детали должен быть в максимальной степени увязан с процессом ее обработки и контроля. Размеры, указанные на чертеже, должны быть проставлены так, чтобы отсчет этих размеров при промерах был прост, удобен и при этом не требовалось бы пересчетов. Кроме того, размеры должны быть проставлены так, чтобы при промерах не происходило накопления ошибок.

На чертеже должны быть проставлены все необходимые для обработки размеры.

Во многих случаях на ответственные поверхности задаются допустимые отклонения от правильной геометрической формы и правильной координации.

В рабочих чертежах должны быть указаны, если это требуется, специальные методы контроля (рентген, гидроиспытание) и другие особые требования (балансировка, подбор по весу или по размерам, клеймение и т.д.).

В современных условиях к составлению рабочих чертежей детали все чаще начинают привлекаться технологи. Они непосредственно в конструкторском бюро проверяют рабочие чертежи, увязывая их с намечаемым процессом обработки. Это позволяет свести к минимуму все переделки и исправления в чертежах, обусловленные недоучетом тех или других особенностей технологического процесса обработки»

Кроме того, технологический контроль чертежей деталей часто позволяет своевременно избежать чрезмерного усложнения формы детали, а также назначения слишком строгих допусков на обработку.

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.

Совместная работа конструкторов и технологов в значительной степени ускоряет как подготовку производства, так и освоение новых объектов. Современное скоростное проектирование машин требует обязательной совместной работы конструкторов и технологов.

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.

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.

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. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-3309

2.1. Обоснование программы выпуска изделий

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций K_{30}

Условно различают три основных типа производства: массовое, серийное и единичное.

Приняты следующие коэффициенты серийности:

- для массового производства - $K_{30} = 1 \dots 2$;
- для крупносерийного - $K_{30} = 2,5 \dots 10$;
- для среднесерийного - $K_{30} = 10 \dots 20$;
- для мелкосерийного - $K_{30} = 20 \dots 40$;
- для единичного - $K_{30} > 40$.

В хозяйстве имеется 25 рабочих мест. Хозяйство изготавливает 164 наименований деталей и на одну деталь в среднем приходится по 8 операций, то есть

$$K_{30} = \frac{164 \cdot 8}{25} = 52,48 \quad (2.1)$$

2.2. Выбор способа получения заготовки и определение её припусков и допусков.

Способ получения заготовки: Прокат

Припуски определяем по ГОСТ 7829-70. Припуски должны быть разделены на общие и межоперационные. Под общим припуском понимают припуск, снижаемый в течении всего процесса обработки данной поверхности - от размера заготовки до окончательного размера готовой детали. Межоперационным называют припуск, который удаляют при

выполнении отдельной операции. Припуск должен иметь размеры, обеспечивающие выполнение необходимой для данной детали механической обработки при удовлетворении установленных требований к шероховатости и качеству поверхности металла и точности размеров деталей при наименьшем расходе материала наименьшей себестоимости детали.

При установлении размеров припусков на обработку указывают допустимое отклонение от них, т.е. допуски на размеры заготовки, т.к. получить заготовку точно установленных размеров невозможно.

При установлении размеров припусков на обработку указывают допустимые отклонения от них, т.е. допуски на размеры заготовки, т.к. получить заготовку точно установленных размеров невозможно.

Размер припуска зависит от толщины поверхностного поврежденного слоя, т.е. от толщины корки для литых заготовок, обезуглероженного слоя для проката, глубины поверхностных неровностей, раковин, трещин, пор, и пр., а также от неизбежных производственных и технологических погрешностей, зависящих от способа изготовления заготовки, её формы и размеров, способа обработки, геометрических погрешностей станка и других факторов.

В производственных условиях размеры припусков устанавливаются на основании опыта; при этом используются различные нормативные таблицы, входами в которые являются геометрические размеры детали конструктивные формы, точность обработки и чистоты поверхности.

Полученный размер заготовки уточняют по сортаменту, выбирая ближайший больший. Ориентировочные значения общего припуска для проката характеризуются следующими средними данными.

Вид заготовки	Материал	Припуск на толщину дефектного слоя на сторону в мм.	Общий припуск на сторону в мм.
Прутковый металл	Сталь	0,5	1 - 2

То для максимально нагруженного размера получаем:

$$\varnothing 86,66 + 1,4 + 1,0 = \varnothing 89,06 \text{ мм};$$

По ГОСТ 7417 - 75 находим ближайшую большую \varnothing 90 мм;
следовательно для изготовления детали используем припуск :

$$\text{Круг } \frac{90 \text{ 7417-75}}{45 \text{ 1051-73}}$$

Для изготовления детали используем сталь 45 со следующими технологическими свойствами:

температураковки, C^0 : начала 1250, конца 700

свариваемость - трудно свариваемая.

способы сварки - ручная дуговая.

Необходим подогрев с последующей термообработкой.

К отпускной хрупкости не склонна.

Химический состав

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			Не более					
0,42...0,5	0,17...0,3	0,50...0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Назначение - изготовление вал-шестерён, коленчатых и распределительных валов, шестерён, шпинделей, бандажей, цилиндров, кулаков, и других нормализуемых, улучшаемых и подвергаемых поверхностной термообработке деталей, от которых требуется поверхностная прочность.

2.3 Маршрут обработки зубчатого колеса

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8Б262	Тиски
010	Кузнечная		
015	Термическая обработка		
020	Подрезать торцы $\varnothing 60/\varnothing 32H7$ и $\varnothing 87,66/\varnothing 66$ предварительно. Точить поверхность $\varnothing 60$ предварительно. Сверлить, зенкеровать, развернуть отверстие $\varnothing 32H7$ предварительно. Расточить и точить фаски.	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трех кулачковый патрон
025	Подрезать торец $\varnothing 87,66/\varnothing 32H7$. Точить поверхность $\varnothing 87,66$ предварительно.	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трех кулачковый патрон
030	Протянуть шпоночный паз $B=10j_9$ окончательно.	Горизонтально-протяжной 7512	Жесткая опора
035	Опилить заусенцы на шпоночном пазе	Вибробункер	
040	Подрезать торец $\varnothing 60/\varnothing 32H7$ предварительно, торец $\varnothing 87,66/\varnothing 60$ и точить поверхность $\varnothing 60$, $\varnothing 87,66$ окончательно.	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трёхкулачковый патрон
045	Подрезать торец $\varnothing 87,66/\varnothing 32H7$ предварительно	Токарный с ПУ КТ141	Трёхкулачковый патрон.
050	Контроль		
055	Строгать 35 зубьев ($m=2,5$) под шлифование	Зубострогальный 5Т23В	Оправка
060	Зачистить заусеницы на зубьях	Вибробункер	

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Оснастка
065	Шлифовать торец $\varnothing 60/\varnothing 32H7$ окончательно и отверстие $\varnothing 32H7$ окончательно	Внутришлифовальный	Трёхкулачковый патрон
070	Шлифовать торец $\varnothing 87,66/\varnothing 32H7$ окончательно	Плоскошлифовальный 3Б740	Магнитный стол
075	Шлифовать 35 зубьев ($m=2,5$) окончательно	Зубошлифовальный 58П70В	Оправка
080	Промыть деталь	Моечная машина	
085	Технический контроль		
090	Нанесение антикоррозионного покрытия		

2.4 Оборудование и инструмент для механической обработки заготовки

Заданием предусмотрены для расчёта следующие операции:

токарная - $\varnothing 90$ до $\varnothing 60$ мм

сверлильная - $\varnothing 32$ мм

протягивание шпоночного глаза $B = 10j_p 9$;

Согласно рекомендаций выбираем следующее оборудование:

Для токарной обработки токарно-винторезный станок 1К62 со следующими параметрами:

Наибольший диаметр обрабатываемой детали -	320 мм
Расстояние между центрами	1000 мм
Число ступеней частот вращения шпинделя	24
Частота вращения шпинделя	12,5 - 1600 мин ⁻¹
Число ступеней подач суппорта	24

подача суппорта :

продольная -	0,08 - 1,9 мм/об
поперечная -	0,04 - 0,95 мм/об
Мощность главного электро двигателя -	4 кВт
КПД станка -	0,75
Наибольшая сила подачи механизма подачи -	150 Н

В качестве режущего инструмента для токарной обработки используем токарный проходной резец, прямой, правый .

Материал рабочей части - твердый сплав Т5К10, материал корпуса резца - сталь 45, сечение корпуса резца (державки) :

$$B \times H = 16 \times 25 \text{ мм}$$

длина резца - 150 мм

Геометрические параметры:

$$\varphi = 60^{\circ}, \gamma_1 = -5^{\circ}, \alpha = 12^{\circ}, f = 0,6 \text{ мм}, R = 6 \text{ мм}, \varphi_1 = 15^{\circ}, \gamma = 15^{\circ}, \tau = 0^{\circ},$$

$$B = 2,5 \text{ мм}, r = 1 \text{ мм}$$

Форма передней поверхности - радиусная с фаской

В качестве дополнительной оснастки для токарной обработки выбираем:

а) патрон самоцентрирующийся трехлапчатый по ГОСТ 2675- 80; 7100 - 0005;

б) оправку с разрезными цангами по ГОСТ 31.1066.02-85; 7112 - 1458;

Для сверления - вертикально-сверлильный станок 2Н135 со следующими параметрами:

наибольший условный диаметр сверления -	35 мм
вертикальное перемещение сверлильной головки -	250 мм
число ступеней частоты вращения шпинделя -	12
частота вращения шпинделя -	31,5 - 1400 мин ⁻¹
число ступеней подач -	9
подача шпинделя -	0,1...1,6 мм/об

крутящий момент на шпинделе -	40 кг-с/м
наибольшая допустимая сила подачи -	1500 Н
мощность электродвигателя -	4 кВт
КПД станка -	0,8;

В качестве режущего инструмента используем сверло спиральное из быстро режущей стали P18: по ГОСТ 2092 - 77 2301 - 4157;

В качестве дополнительной оснастки используем тисы станочные с ручным приводом: по ГОСТ 14904 - 80 7200 - 0213;

Для протягивания: выбираем горизонтально - протяжной станок модели 7Б510 со следующими характеристиками :

номинальное тяговое усилие -	10000 Н
длина рабочего хода ползуна -	1250 мм
диаметр отверстия под планшайбу в опорной плите -	150 мм
размер передней опорной плиты -	420 мм
пределы рабочей скорости протягивания -	1...9 м/мин
мощность главного электродвигателя -	17 кВт
КПД станка -	0,9;

В качестве режущего инструмента используем протяжку: по ГОСТ 24820 - 81;

В качестве дополнительного оборудования (оснастки) используем тисы станочные с ручным приводом: по ГОСТ 14.904 - 80 7200 - 0213;

2.5 Расчет режимов резания.

2.5.1 Расчет режима резания при токарной обработке

Деталь - зубчатое колесо. Материал сталь 45; $\sigma_B = 61 \text{ кг-с/мм}^2$;

Режущий инструмент - токарный проходной резец из быстрорежущей стали Т5К10, правый, стойкость резца - 90 мин .

Оборудование - токарно-винторезный станок 1К62

Необходимо рассчитать режим резания при токарной обработке цилиндрической поверхности с диаметра $\varnothing 87,66$ мм; до диаметра $\varnothing 60$ мм; по 5 классу, на длине 12 мм .

1) .Определяем припуск на механическую обработку и глубину резания :

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{87.66 - 60}{2} = \frac{27.66}{2} = 13.83 \text{ мм}$$

Учитывается что припуск до 2мм срезается за один проход, принимаем $i = 7$, где i - число проходов, то;

$$t = \frac{13.83}{7} = 1.975 \approx 1.98 \text{ мм}$$

2. Назначаем подачу для первого точения: - 0,4 мм/об проверяем выбранную подачу с паспортной подачей станка 1М 61:

$$S_{\text{ст}} = 0,08 \div 1,9 \text{ мм/об}$$

$$Z = 24 \text{ (число ступеней подач)}$$

$$S_{\text{max}} = S_{\text{min}} \times \varphi^{z-1};$$

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{S_{\text{max}}}{S_{\text{min}}}} = \sqrt[23]{\frac{1.9}{0.08}} = \sqrt[23]{23.75} = 1.15;$$

Рассчитаем значение подач по ступеням :

$$S_{10} = S_1 \times \varphi^9 = 0,08 \times 1,15^9 = 0,28 \text{ мм/об}$$

$$S_{11} = S_{10} \times \varphi = 0,28 \times 1,15 = 0,32 \text{ мм/об}$$

$$S_{12} = S_{11} \times \varphi = 0,32 \times 1,15 = 0,368 \text{ мм/об}$$

$$S_{13} = S_{12} \times \varphi = 0,368 \times 1,15 = 0,423 \text{ мм/об}$$

В качестве расчетной принимаем ближайшую меньшую :

$$S_p = S_{I2} = 0,368 \text{ мм/об}$$

3) . Определяем расчётную скорость резания:

$$V_p = \frac{C_v \times K_v}{T^m \times S^{Y_v} \times t^{X_v}},$$

Где K_v - поправочный коэффициент, учитывающий реальные условия резания

$$K_v = K_{m_v} \times K_{u_v} \times K_T \times K_{n_v};$$

где

K_{m_v} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала.

$$K_{m_v} = \frac{75}{\sigma_{\%}} = \frac{75}{61} = 1.23$$

K_{u_v} - поправочный коэффициент на материал режущей части инструмента.

Для Т5К10 $K_{u_v} = 0.65$;

K_T = поправочный коэффициент, учитывающий влияние периода стойкости резца:

Для $T = 90$ мин. $K_T = 0.92$

K_{n_v} = поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовок $K_{n_v} = 1.0$

Находим:

$$K_v = K_{m_v} \times K_{u_v} \times K_T \times K_{n_v} = 1.23 \times 0.65 \times 0.92 \times 1.0 = 0.735$$

C_v - коэффициент зависящий от качества обрабатываемого материала и материала режущей части инструмента;

T - принятый период стойкости резца ($T = 90$ мин)

Значения $C_v; X_v; Y_v; m$ - находим по таблице 5, для стали при $S > 0.3$;

$$C_v = 350; X_v = 0.15; Y_v = 0.35; m = 0.2;$$

$$\text{то } V_p = \frac{350 \times 0.735}{90^{0.2} \times 0.368^{0.35} \times 1.98^{0.15}} = \frac{257.25}{2.46 \times 0.7 \times 1.1} = 135.8 \text{ м/мин}$$

4. Определяем расчётную частоту вращения n_p ;

$$n_p = \frac{1000 \times V_p}{\pi \times D},$$

где D - диаметр детали.

$$n_p = \frac{1000 \times 135.8}{3.14 \times 87.6} = 493.7 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка 1М61

$$n_{\min} = 12.5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{\max} = 1600 \text{ мин}^{-1}$$

$Z = 24$ (число ступеней вращения)

$$n_{\max} = n_{\min} \times \varphi^{z-1};$$

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}} = \sqrt[23]{\frac{1600}{12.5}} = \sqrt[23]{128} = 1.23$$

Определяем частоту вращения по ступеням.

$$n_{15} = n \times \varphi^{14} = 226.6 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{16} = n_{15} \times \varphi = 226.6 \times 1.23 = 279 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{17} = n_{16} \times \varphi = 279 \times 1.23 = 343 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{18} = n_{17} \times \varphi = 343 \times 1.23 = 422 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{19} = n_{18} \times \varphi = 422 \times 1.23 = 519 \text{ мин}^{-1}$$

В качестве расчётной принимаем ближайшее меньшее значение

$$n_p = n_{18} = 422 \text{ мин}^{-1}$$

5. Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\text{TM}} = \frac{\pi D n_{\text{TM}}}{1000} = \frac{3.14 \times 87.6 \times 422}{1000} = 116 \text{ м/мин};$$

Основные режимы резания при точении:

$$t = 1.98 \text{ мин.}$$

$$Sp = S_{12} = 0.368 \text{ мм/об}$$

$$V_{\phi} = 116 \text{ м/мин}$$

$$n_{\phi} = n_{18} = 422 \text{ мин}^{-1}$$

6. Проверяем выбранный режим по мощности, потребляемой на резание:

$$P_z = C_p \times t^{X_p} \times S^{Y_p} \times V^{n_p} \times K_p,$$

Где K_p - поправочный коэффициент $K_p = K_{M_p} \times K_{\phi_p}$, где

K_{M_p} - поправочный коэффициент на обрабатываемый материал, по таб. 6

находим

$$K_{M_p} = 0.89 \text{ (}\sigma_B = 61 \text{ кг-с/мм}^2\text{)}$$

K_{ϕ_p} - поправочный коэффициент на главный угол в плане резца (таб. 7)

$$K_{\phi_p} = 1.0; (\phi = 45^0);$$

$$\text{То } K_p = K_{M_p} \times K_{\phi_p} = 0.89 \times 1.0 = 0.89;$$

Значения $C_p; X_p; Y_p; n_p$ находим по таблице 8

$$C_p = 300; X_p = 1; Y_p = 0.75; n_p = -0.15; \text{То}$$

$$P_z = 300 \times 1.98^1 \times 0.368^{0.75} \times 116^{-0.15} \times 0.89 = 57.14 \text{ кг-с};$$

Определяем осевую составляющую силы резания P_{X_p} ;

$$P_{X_p} = 0.3 P_z = 0.3 \times 57.14 \text{ Н}, = 17.14 \text{ Н}$$

По паспорту станка $P_{X_p} = 160 \text{ Н}$ $P_{\text{ст}} > P_{X_p}$ следовательно расчёт произведён верно.

7. Определяем эффективную мощность на резании $N_э$;

$$N_э = \frac{P_z \times V_p}{60 \times 102} = \frac{57.14 \times 116}{60 \times 102} = 1.09 \text{ кВт}$$

8. Определяем мощность потребляемую на резание.

$$N_{номр} = \frac{N_э}{\eta_{см}} \quad \text{где } \eta_{см} - \text{ КПД станка} = 0.75$$

$$N_{номр} = \frac{1.09}{0.75} = 1.46 \text{ кВт.}$$

определяем коэффициент использования станка

$$K = \frac{N_{номр}}{N} \times 100\%,$$

где $N_{дв}$ - мощность главного электродвигателя станка; $N=4$ кВт (по паспорту)

$$K = \frac{1.46}{4} \times 100\% = 36.5\%$$

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.

9. Определяем технологическое (машинное) время

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S}$$

где L - расчётная длина обрабатываемой поверхности.

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ где}$$

l - действительная длина обрабатываемой поверхности; $l = 12$ мм;

l_1 - величина врезания

$$l_1 = t \times \operatorname{ctg} \varphi = 1.98 \times \operatorname{ctg} 45^\circ = 1.98 \text{ мм};$$

l_2 - выход инструмента;

$$l_2 = (2 \div 3) S_{cm} = 2 \times 0.37 = 0.74 \text{ мм};$$

$i = 7$ (количество проходов)

$$L = l + l_1 + l_2 = 12 + 1.98 + 0.74 = 14.72 \text{ мм};$$

$$T_0 = \frac{14.72 \times 7}{0.37 \times 422} = 0.66 \text{ минут.}$$

2.5.2 Расчёт режима резания при сверлении

Деталь - заготовка конического зубчатого колеса. Материал - сталь 45:
 $\sigma_B = 61 \text{ кг-с/мм}^2$;

Станок вертикально сверлильный модели 2Н135; Сверло - спиральное из быстрорежущей стали Р18; $\varnothing 30$

1. Определяем глубину резания при сверлении:

$$t = \frac{D_0}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ мм}$$

2. Подача при сверлении :

$$S = 0.02 \times D_0 = 0,02 \times 30 = 0,6 \text{ мм/об};$$

Корректируем подачу по паспорту станка 2Н135;

$$S_{\text{пас}} = 0.1 \dots 1.6 \text{ мм/об}; Z = 9;$$

$$S = 0.6, \text{ т.е. } 0.1 < S < 1.6$$

Выбираем подачу по ступеням:

$$S_{\text{max}} = \varphi^{z-1} \times S_{\text{min}};$$

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{S_{\text{max}}}{S_{\text{min}}}} = \sqrt[8]{\frac{1.6}{0.1}} = \sqrt[8]{16} = 1.42;$$

$$S_2 = 0.1 \times 1.42 = 0.142 \text{ мм/об}$$

$$S_3 = 0.142 \times 1.42 = 0.202 \text{ мм/об}$$

$$S_4 = 0.202 \times 1.42 = 0.286 \text{ мм/об}$$

$$S_5 = 0.286 \times 1.42 = 0.406 \text{ мм/об}$$

$$S_6 = 0.406 \times 1.42 = 0.577 \text{ мм/об}$$

$$S_7 = 0.577 \times 1.42 = 0.820 \text{ мм/об}$$

В качестве расчётной принимаем ближайшую меньшую

$$S_p = S_6 = 0.577 \text{ мм/об}$$

3 . Определяем расчётную скорость резанья при сверлении

$$V_p = \frac{C_v \times D^{b_v} \times K_v}{T^m \times S^{Y_v}}$$

где $K_v = K_{Lv} \times K_{Mv} \times K_{Hv}$ - поправочный коэффициент.

K_{Lv} - коэффициент, учитывающий глубину отверстия в зависимости от диаметра сверла. По таблице 9 находим $K_{Lv} = 1.0$;

K_{Mv} - коэффициент учитывающий влияние материала.

$$\text{Для стали } K_{Mv} = \left(\frac{75}{\sigma_s} \right)^\alpha; \text{ где } \alpha = 0.9$$

$$\sigma_s = 61; K_{Mv} = \left(\frac{75}{61} \right)^{0.9} = 1.3^{0.9} = 1.14;$$

K_{Mv} - коэффициент учитывающий материал сверла.

Для сверла из быстрорежущей стали $K_{Mv} = 1.0$;

то $K_v = K_{Lv} \times K_{Mv} \times K_{Mv} = 1.0 \times 1.14 \times 1.0 = 1.14$;

По табл. 11 находим для $S > 0.2$;

$C_v = 9.8; b_v = 0.4; X_v = 0; Y_v = 0.7; m = 0.2$;

$$V_p = \frac{9.8 \times 30^{0.4} \times 1.14}{90^{0.2} \times 0.6^{0.7}} = 26,68 \text{ м/мин};$$

4. Определяем расчётную частоту вращения шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \times V_p}{\pi D} = \frac{1000 \times 26.68}{3.14 \times 30} = 283 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка

$$n_{\min} = 31.5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{\max} = 1400 \text{ мин}^{-1};$$

$Z = 12$; число ступеней вращения

$$n_{\max} = n_{\min} \times \varphi^{z-1}$$

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}} = \sqrt[11]{\frac{1400}{31.5}} = \sqrt[11]{44.4} \approx 1.41;$$

Частота вращения по ступеням:

$$n_2 = n_1 \times \varphi = 31.5 \times 1.41 = 44.42 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_3 = n_2 \times \varphi = 44.4 \times 1.41 = 62.62 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = n_3 \times \varphi = 62.6 \times 1.41 = 88.3 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_5 = n_4 \times \varphi = 88.3 \times 1.41 = 124.5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_6 = n_5 \times \varphi = 124.5 \times 1.41 = 175.6 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_7 = n_6 \times \varphi = 175.6 \times 1.41 = 247.5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_8 = n_7 \times \varphi = 247.5 \times 1.41 = 349.0 \text{ мин}^{-1};$$

В качестве расчётной принимаем ближайшую меньшую частоту вращения

$$n_p = n_7 = 247.5 \text{ мин}^{-1}$$

5. Определяем фактическую скорость резания.

$$V_{\text{тм}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_p}{1000} = \frac{3.14 \times 30 \times 247.5}{1000} = 23.31 \text{ м/мин}$$

Основные режимы резанья при сверлении:

$$S = 0.6 \text{ мм/об};$$

$$V = 23.31 \text{ м/мин};$$

$$n = 247.5 \text{ мин}^{-1};$$

6. Определяем осевую силу резания:

$$P_0 = C_p \times D^{Z_p} \times S^{Y_p} \times K_{M_p}$$

по таблице 6 $K_{M_p} = 0.89$: по табл. 12 находим:

$$C_p = 51; Z_p = 1.4; Y_p = 0.8, \text{ то}$$

$$P_0 = 51 \times 30^{1.4} \times 0.6^{0.8} \times 0.89 = 51 \times 116.9 \times 0.665 \times 0.89 = 352.8 \text{ кг-с};$$

$$P_{\text{доп}} = 1500 \text{ кг-с}; \text{ то}$$

$$P_0 < P_{\text{доп}};$$

7. Определяем крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = C_M \times D^{B_M} \times S^{Y_M} \times K_{M_M};$$

$$\text{где } K_{M_M} = K_{M_p} = 0.89;$$

то табл. 12 находим для стали $C_M = 40$; $B_M = 2.0$; $Y_M = 0.8$;

$$M_{кр} = 40 \times 30^{2.0} \times 0.6^{0.8} \times 0.89 = 8.54 \text{ кг-с} \times \text{м};$$

по паспорту станка $M_{кр п} = 40 \text{ кг-с} \times \text{м};$

8. Определяем мощность на шпинделе станка.

$$N_{э} = \frac{M_{кр} \times n_{см}}{974} = \frac{8.54 \times 247.5}{974} = 2.163 \text{ кВт} \approx 2.2 \text{ кВт};$$

$$N_{ном} = \frac{N_{э}}{\eta} = \frac{2.2}{0.8} = 2.71 \text{ кВт}$$

$\eta = 0.8$ (КПД станка по паспорту)

9. Коэффициент использования станка по мощности

$$K = \frac{N_{ном}}{N_{см}} \times 100\% = \frac{2.71}{4} \times 100\% = 67.5\%;$$

где $N_{см}$ - мощность главного электродвигателя станка по паспорту.

10. Определяем основное техническое время

$$T_0 = \frac{L}{n_{см} \times S_{см}};$$

где L - расчётная длина обрабатываемой поверхности.

$$L = l + l_1 + l_2;$$

l - действительная длина (чертёжный размер) $l = 33 \text{ мм};$

l_1 - величина врезания;

l_2 - выход инструмента;

$$l_1 + l_2 = 0.4 \times D = 0.4 \times 30 = 12 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{33 + 12}{274.5 \times 0.6} = \frac{45}{148.5} = 0.3 \text{ мин}$$

2.5.3 Расчёт режима резания при протягивании

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. По таблице 15 выбираем подачу на зуб S_z ;

$$S_z = 0.1 \text{ мм}$$

2. Определяем расчётную скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times S_z y_v} \text{ м/мин} ;$$

где T = стойкость протяжки; назначаем $T = 300$ мин,
по таблице 16 находим

$$C_v = 7.7; \quad m = 0.87; \quad Y_v = 1.40;$$

$$V = \frac{7.7}{300^{0.87} \times 0.1^{0.4}} = \frac{7.7}{150 \times 0.032} = 1.6 \text{ м/мин}$$

По паспорту станка

$1 < V_{cm} < 9$, то расчёт верен.

3. Определяем силу резания :

$$P_z = C_p' \times S_z^y \times b \times Z \times n \times K_h \times K_{жс} \times K_L \times K_\gamma \text{ кгс}$$

по таблице 17 находим

$$C_p' = 177; Y_p = 0.85;$$

$$S_z = 0.1 \text{ мм}; b = 10; n = 1$$

$$Z = \frac{l}{t_p} + 1 = \frac{33}{7.18} + 1 = 5.6; t_p = 125\sqrt{l} = 1.25 \times 5.74 = 7.18$$

$K_h; K_c; K_L; K_\gamma$ - коэффициенты, характеризующие влияние соответственно износа, смазочно охлаждающей жидкости заднего и переднего углов.

$$K_h = 1.0; K_L = 1; K_\gamma = 1.0$$

$$K_{жс} = 1.13 \text{ (охлаждение эмульсолам)}$$

$$P_z = 177 \times 0.1^{0.85} \times 10 \times 5.6 \times 1 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.13 = 177 \times 0.109 \times 10 \times 5.6 \times 1.13 = 1008.1 \text{ кгс}$$

По паспорту станка $P_{ст} = 10000 \text{ Н}$, то расчёт верен.

4. Определяем эффективную мощность.

$$N_э = \frac{P_z \times V}{102 \times 60} = \frac{1008 \times 1.6}{102 \times 60} = 2.6 \text{ квт};$$

5. Потребляемая мощность

$$N_{ном} = \frac{N_э}{\eta} = \frac{2.6}{0.9} = 2.88 \text{ квт};$$

где $\eta = 0.9$ - КПД станка по паспорту.

6. Коэффициент использования по мощности главного электродвигателя.

$$\eta_{жс} = \frac{N_{э}}{N_{-□}} \times 100\% = \frac{2.88}{17} \times 100\% = 16.9\% \approx 17\%$$

В связи с низким коэффициентом использования электродвигателя в качестве протяжного станка можно выбрать менее мощный, например 7Б505 с мощностью 7 кВт.

7. Определяем основное технологическое время T ;

$$T_0 = \frac{L_u \times K}{1000V};$$

Где $L_u = l + l_p + l_k + l$ - длина рабочего хода инструмента;

l - действительное определение (чертёжная) длина протягиваемой детали. $l = 33$;

l_p - длина режущей части протяжки

$$l_p = Z_p \times t; \quad Z_p = \frac{h}{2 \times S_z} + 3 = \frac{3.3}{2 \times 5.6} + 3 = 3.3 \text{ ""};$$

$$l_p = 33 \times 7 = 23 \text{ мм};$$

l_k - длина калибрующей части

$$l_h = 6 \times 7 = 42 \text{ мм}; \quad l = 10 \text{ мм} - \text{длина перебегов протяжки.}$$

$$T_0 = \frac{(33 + 23 + 42 + 10) \times 1.5}{1000 \times 1.6} = 0.1 \text{ мин};$$

2.6 Расчёт и конструирование сверла.

Расчёт и конструирование сверла из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком для обработки сквозного отверстия $\varnothing 30$, глубиной $L = 33$ мм. В заготовке из стали 45 с пределом прочности $\sigma = 610$ Мпа;

Определяем диаметр сверла по ГОСТ 2092-77 находим необходимый диаметр сверла $\varnothing 30$ мм: сверло 2301-4157.

Определяем осевую составляющую силы резания

$$P_x = 9.81 \times C_p \times D^{X_p} \times S_0^{Y_p} \times K_{M_p};$$

$$K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_6}{75} \right)^{0.75} = \left(\frac{61}{75} \right)^{0.75} = 0.854 ;$$

$$P_x = 9.81 \times 68 \times 30 \times 0.6^{0.7} \times 0.854; \text{ где по таблице } C_p = 68; X_p = 1.0; Y_p = 0.7 ;$$

$S_0 = 0.6 \text{ мм/об}$ - по расчётам режима резания;

$$P_x = 6544 \text{ Н} = 654 \text{ кгс} ;$$

Момент силы сопротивления резания

$$M_{c.p} = 9.81 \times C_m \times D^{Z_M} \times S_0^{Y_M} \times K_{M_m}, \text{ где}$$

$$C_m = 0.0345; Z_M = 2.0; Y = 0.8; K_{M_m} = 0.854;$$

$$M_{c.p} = 9.81 \times 0.0345 \times 30^2 \times 0.6^{0.8} \times 0.854 = 92.25 \text{ Н} \times \text{м} = 9.225 \text{ кгс} \times \text{м}$$

Определяем № конуса Морзе хвостовика и осевую составляющую силу резания P_x можно разложить на две силы:

Q - действующую нормально к образующей конуса $Q = \frac{P_x}{\sin \theta}$, где θ угол

конусности хвостовика, и силу R действующую в радиальном направлении и уравновешивающую реакцию на противоположной точке поверхности конуса.

Сила Q создаёт касательную составляющую T силы резания; с учётом коэффициента трения поверхности конуса о стенки втулки μ имеем:

$$T = \mu Q = \frac{\mu P_x}{\sin \theta} ;$$

Момент трения между хвостовиком и втулкой:

$$\mu_{\square p} = \frac{\mu P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} \times (1 - 0.04 \Delta \theta)$$

Приравниваем момент трения к максимальному моменту сил сопротивления резанию, т.е. к моменту, создающимся при работе затупившимся сверлом, который увеличивается до трёх раз по сравнению с моментом, принятым для нормативной работы сверла

$$3M_{-p} = M_{\square p} = \frac{\mu m_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0.04 \Delta \theta)$$

средний диаметр конуса хвостовика: $d_{-p} = \frac{D_1 + d_2}{2}$ или

$$d_{cp} = \frac{6 \mu_{-p} \sin \theta}{\mu P_x (1 - 0.04 \Delta \theta)};$$

$$M_{cp} = 9.225 \text{ кг-с}\times\text{м};$$

$$P_x = 654 \text{ кг-с}$$

$\mu = 0.096$ - коэффициент трения стали по стали;

$$\angle \theta = 1^\circ 30' ; \sin 1^\circ 30' = 0.02618;$$

$\Delta \theta = 5'$ - отклонение угла конуса

$$d_{-p} = \frac{6 \times 9.225 \times \sin 1^\circ 30'}{0.096 \times 654 \times 255 (1 - 0.2)} = 26.14 \text{ мм}$$

По ГОСТ 25557-82 выбираем ближайший больший конус т.е. конус

Морзе №3:

Определяем длину сверла по ГОСТу находим

$$L = 395 \text{ мм}$$

$$l = 275 \text{ мм}$$

Определяем геометрические и конструктивные параметры рабочей части сверла;

Форма заточки - ДП (двойная с подточкой перемычки),

Угол наклона винтовой канавки $\varpi = 30^\circ$;

$2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ$ - угол между режущими кромками

$\alpha = 12^\circ$ - задний угол

$\psi = 55^\circ$ - угол наклона поперечной кромки.

Шаг винтовой канавки

$$H = \frac{\pi \times D}{\operatorname{tg} \varpi} = \frac{3.14 \times 30}{\operatorname{tg} 30^\circ} = \frac{94.2}{0.57735} = 163.15 \text{ мм};$$

Толщина d_c - сердцевина сверла выбирается в зависимости от диаметра сверла;

$$C_c = 0.16D = 4.8 \text{ мм};$$

Утолщение сердцевины по направлению хвостовика $0.5 - 0.8$ мм на 100 мм длины рабочей части:

$$\Delta d = \frac{275 \times 0.5}{100} = 1.37 \approx 1.5 \text{ мм};$$

ширина ленточки (вспомогательная задняя поверхность лезвия f_0 , выбираем по таблице в зависимости от диаметра сверла $f_0 = 1.8$ мм;

Предварительное отклонения размеров конуса хвостовика устанавливаем по ГОСТ 2848-75. Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать 0.15 мм;

Углы $2\varphi = 118^\circ \pm 2^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ + 5^\circ$;

Угол наклона винтовой канавки $\varpi = 30^\circ - 2^\circ$; Предельные отклонения размеров подточки перемычки режущей части сверла $+ 0.5$ мм;

Твёрдость рабочей части сверла $63 \div 66 \text{ HRC}$;

2.7 Выбор измерительного инструмента:

Измерительный инструмент - это техническое устройство, используемое при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства. При выборе измерительного инструмента учитываются формы контроля (сплошной или выборочный масштаб производства, конструктивные характеристики детали, точность её изготовления).

В соответствии с линейными размерами нашей детали:

максимальный измеряемый диаметр - $D_{1 \max} = 90$ мм

минимальный измеряемый диаметр - $D_{\min} = 32$ мм

максимальный линейный размер - $L_{\max} = 38,0$ мм

минимальный линейный размер - $L_{\min} = 10$ мм

и классом точности размеров (смотри выше) - 5

В качестве основного измерительного инструмента выбираем:

Штангенциркуль.

Штангенциркуль ШЦ - 125 по ГОСТ 166 - 80 с ценой делений 0,1 мм.

Для измерения диаметра отверстий шпоночного паза выбираем нутромеры индикаторные:

Тип и параметры	НИ - 50 М	НИ - 18
диапазон измерений	18...50 мм	10...18 мм
цена деления	0,01мм	0,01мм
допускаемая погрешность	$\pm 0,012$ мм	$\pm 0,012$ мм
глубина измерения	150мм	130мм

2.8 Проектирование червячной зуборезной фрезы.

Исходные данные.

Параметры зубчатого колеса с эвольвентным профилем: модуль - $m_0=3$;

число зубьев $z=37$, угол зацепления $\alpha_z = 20^\circ$.

Параметры зубьев колеса (зубчатой рейки).

Основные параметры зубьев колес характеризуется размерами исходного контура зубчатой рейки. Параметры зубьев колеса (зубчатой рейки) определяются по следующим формулам:

$$h_0 = 2,25 \cdot m_0 = 2,25 \cdot 3 = 6,75 \text{ мм};$$

$$h_g = m_0 = 3 \text{ мм};$$

$$S_g = 0,5 \cdot \pi \cdot m_0 = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 3 = 4,71 \text{ мм}.$$

Расчётный профильный угол α_0 инструментальной рейки в нормальном сечении (профильный угол фрезы) для эвольвентного зацепления.

Для эвольвентного колеса:

$$\alpha_0 = \alpha_z = 20^\circ.$$

Нормальный модуль фрезы принимаем равным модулю колеса (прямозубое колесо).

$$m_n = m_0 = 2 \text{ мм}.$$

Шаг по нормали P_{n_0} между соседними профилями фрезы.

$$P_{n_0} = \pi \cdot m_n = 3,14 \cdot 2 = 6,28 \text{ мм}.$$

Расчетная толщина зуба S_{n_0} по нормали к делительной окружности..

$$S_{n_0} = P_{n_0} - (S_g + \delta \cdot S_{n_1}) = 6,28 - 3,14 = 3,14 \text{ мм},$$

где, δS_{n_1} - припуск по толщине зуба под последующую обработку.

Так как обработка чистовая, то $\delta \cdot S_{n_1} = 0$.

Высота головки и ножки зуба.

$$h_{a_0} = h_{f_0} = h_0 - h_g = 4,5 - 2 = 2,2 \text{ мм}.$$

Высота зуба фрезы.

$$h_u = h_0 + 0,3 \cdot m_n = 4,5 + 0,25 \cdot 2 = 5 \text{ мм}.$$

Выбор типа и основных размеров фрезы (ГОСТ 9324-80)

Согласно ГОСТ 9324-80 для нарезания колеса 7 степени точности

выбираем цельную прецизионную фрезу (класса точности АА, тип 1). Фрезу принимаем правозаходной.

Основные параметры:

$$m_0 = 2 \text{ мм};$$

$$d_{a_0} = 90 \text{ мм} - \text{наружный диаметр фрезы};$$

$$d = 40 \text{ мм} - \text{диаметр отверстия под оправку};$$

$$d_1 = 60 \text{ мм} - \text{диаметр буртика};$$

$$L = 90 \text{ мм} - \text{длина фрезы};$$

$$l = 5 \text{ мм} - \text{длина буртика};$$

$$z_0 = 14 - \text{число стружечных канавок (число зубьев фрезы)}.$$

Угол контакта фрезы.

$$\psi = \arccos \frac{d_{a_0} - 2 \cdot h_u}{d_{a_0}}$$

$$\psi = \arccos \frac{90 - 1 \cdot 5}{90} = \arccos 27,27 \approx 28^\circ$$

Число зубьев фрезы.

$$z_\phi = 1,3 \cdot \frac{360^\circ}{\psi} = \frac{1,3 \cdot 360^\circ}{28^\circ} = 17$$

Уточняем число зубьев фрезы по ГОСТ 9324-80 $z_\phi = 14$.

Геометрические параметры зубьев фрезы принимаем

$$\gamma = 0; \alpha = 10^\circ.$$

Падение затылка

$$K = \frac{\pi \cdot d_{a_0}}{z_\phi} \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{3,14 \cdot 90}{14} \operatorname{tg} 10^\circ = 3,56.$$

По ГОСТу 9324-80 принимаем $K = 4$.

Поскольку фреза имеет класс АА, ее зубья могут быть нешлифованными, поэтому значения K_1 не определяем.

Диаметр начальной окружности фрезы.

$$d_{m_0} = d_{a_0} - 2h_{a_0} - 0,5K = 90 - 2 \cdot 4,5 - 0,5 \cdot 4 = 79 \text{ мм}.$$

Угол подъема витков фрезы на начальной окружности.

$$\sin \beta_k = \frac{m_0 n_0}{d_{m_0}} = \frac{2 \cdot 1}{79} = 0,0253$$

$$\beta_k = 1,45^\circ$$

Поскольку фреза чистовая $n_0 = 1$ - число заходов фрезы.

Осевой шаг фрезы.

$$P_{X_0} = \frac{P_{n_0}}{\cos \beta_k} = \frac{6,28}{\cos 1,45} = 6,282 \text{ мм.}$$

Угол установки фрезы на станке.

При нарезании прямозубых колес червячную фрезу устанавливают наклонно к горизонтальной плоскости под углом φ , равным углу подъема β_k винтовой линии $\varphi = \beta_k 1,45$

Глубина стружечной канавки (для нешлифованного зуба).

$$H_2 = h_{a_0} + K + 0,5 = 4,5 + 4 + 0,5 = 9 \text{ мм.}$$

Наименьшая длина на нарезанной части фрезы.

$$L_{\min} = 2\sqrt{R_a^2 + R_f^2} \text{ мм,}$$

где R_a , R_f - радиусы наружной и внутренней окружности колеса.

$$R_a = \frac{m_0(z+2)}{2} = \frac{2 \cdot (49+2)}{2} = 51 \text{ мм;}$$

$$R_f = \frac{m_0(z-2,4)}{2} = \frac{2 \cdot (49-2,4)}{2} = 46,6 \text{ мм;}$$

$$L_{\min} = 2\sqrt{51^2 + 46,6^2} = 138,16 \text{ мм.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Измерение и контроль зубчатых колес и передач

Существуют различные приборы для контроля цилиндрических, конических, червячных, червяков и прочих колес станкового и накладного типов, разделяемых по классам точности на три группы: *A*, *AB* и *B*. Интенсивно разрабатываются полуавтоматические и автоматические приборы, в том числе приборы активного контроля, использующие экранную оптику, цифровой отсчет, запись результатов измерения, машинную обработку результатов, управление производственным процессом и т. п.

Приборы для технологического контроля используют в цеховых условиях для контроля изделий и наладки зубообрабатывающего оборудования. Типы, основные параметры и нормы точности приборов для измерения цилиндрических зубчатых колес регламентированы ГОСТ 5368-81, ГОСТ 8137-81, ГОСТ 10387-81

Накопленную погрешность шага можно контролировать на приборе в котором при непрерывном вращении зубчатого колеса в электронный блок поступают импульсы от кругового фотоэлектрического преобразователя, установленного на одной оси с измерительным колесом, и от линейного фотоэлектрического преобразователя, выдающего командный импульс при заданном положении зуба (при максимуме отраженного потока). При появлении командного импульса самописец фиксирует ординату погрешностей шага колеса.

					<i>ВКР 23.03.03.456.20 КП.00.00.ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ доким.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Контрольное приспособление</i>		
<i>Разраб.</i>		<i>Исмаилов А.Р.</i>	<i>И.И.И.</i>	<i>06.20</i>			
<i>Провер.</i>		<i>Марданов Р.Х.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						1	10
<i>Н. Контр.</i>		<i>Марданов Р.Х.</i>			<i>Казанский ГАУ каф. ОИД группа Б252-04</i>		
<i>Утвердил</i>		<i>Пикмцлин Г.В.</i>	<i>Г.В.П.</i>	<i>06-20</i>			

Радиальным биение зубчатого венца P_n - колеса называется изменение расстояния от постоянных хорд впадин зубьев колеса до оси его вращения. Этот показатель контролируют на биениемерах, имеющих модульные профильные наконечники с углом конуса 40° для контроля наружных зубчатых колес. Разность положений наконечников, определяемая с помощью каретки и индикатора, характеризует биение зубчатого венца.

Колебание длины общей нормали – контролируют на приборах, имеющих два наконечника с параллельными плоскостями и в зависимости от требуемой точности отсчетное нониусное, микрометрическое или индикаторное устройство. Нормалемеры микрометрические имеют тарельчатые измерительные наконечники, вводимые во впадины зубьев колеса. Особенностью контроля длины общей нормали является отсутствие необходимости базирования колеса по его оси.

Погрешность обката обычно выявляют на кинематомерах, позволяющих установить несогласованность движения режущего инструмента (фрезы) и заготовки зубчатого колеса при зубообразовании. Так, на зубофрезерных станках преобразователь выдает импульсы, характеризующие угловое положение стола станка, а преобразователь — импульсы характеризующие положение шпинделя. После сравнения импульсов в спецустройстве разность фаз, пропорциональная погрешности углового положения шпинделя относительно стола станка, регистрируется самописцем.

Плавность работы зубчатых колес можно выявлять при контроле местной кинематической погрешности, циклической погрешности колеса и передачи на приборах для измерения кинематической точности, в частности путем определения ее гармонических составляющих на автоматических анализаторах. С помощью поэлементных методов контролируют шаг зацепления, погрешность профиля и отклонения шага.

Шаг зацепления контролируют с помощью накладных шагомеров, снабженных тангенциальными наконечниками и дополнительным

					<i>ВКР 23.03.03.456.20 КП.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						2
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

наконечником. Измерительный наконечник подвешен на плоских пружинах. При контроле зубчатого венца перемещение измерительного наконечника фиксируется встроенным отсчетным устройством, При настройке положение наконечников можно менять с помощью винтов.

Погрешность профиля выявляют на эвольвентомерах, сопоставляя теоретическую эвольвенту, воспроизводимую прибором, с реальной эвольвентой контролируемого зуба. В приборе типа БВ теоретическая эвольвента воспроизводится образцовым сектором, расположенным на одной оси с контролируемым колесом. В качестве линейки обката служит каретка, которая связана с сектором с помощью охватывающей его ленты. Радиус основной окружности меняют при настройке путем изменения положения упора, находящегося на измерительной каретке. Микроскоп служит для настройки прибора на требуемый радиус основной окружности.

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

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

С помощью тангенциальных зубомеров контролируют, по существу, положение постоянной хорды относительно линии выступов, а с помощью кромочных зубомеров измеряют *толщину зуба* на заданном расстоянии от линии выступов. Эти зубомеры имеют нониусные микрометрические или индикаторные отсчетные устройства.

3.2 Проект станочного приспособление для контроля зубчатых колес

Станочные приспособления - это положительные устройства к станкам, позволяющие достаточно точно устанавливать и закреплять заготовки деталей при их обработке .

При необходимости станочные приспособления обеспечивают направления режущего инструмента и периодический поворот заготовки в процессе обработки .

Станочные приспособления обеспечивают правильное взаимное расположение заготовки, стола и инструмента, расширяют технологические возможности станков. Они повышают точность обработки, производительность и экономическую эффективность, облегчают условия труда рабочих. По группам оснащаемых станков, приспособления подразделяются на токарные, фрезерные, сверлильные (кондукторы), шлифовальные и т.д..

По количеству устанавливаемых деталей: одноместные и многоместные.

По степени универсальности (специализации) приспособления подразделяются на:

- универсальные безналадочные (УБП) и универсально наладочные приспособления (УНП);
- специализированные безналадочные (СБН) и наладочные приспособления (СНП);

						Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- специализированные приспособления: универсальные сборные (УСП); сборно-разборные (СРП) и необратимые специальные (НСП).

Спроектированное приспособление показано на рисунке 3.1

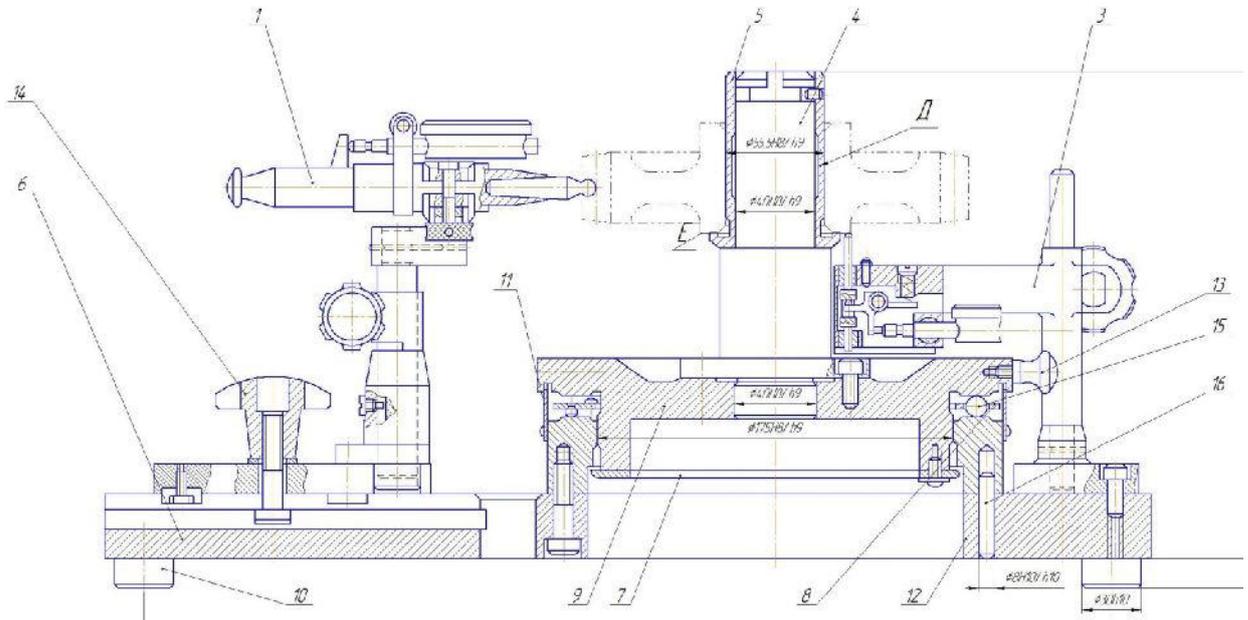


Рисунок 3.1 Приспособление для контроля валов

3.2.1 Расчет точности приспособления

При контроле зубчатого колеса требуется обеспечить отклонение от перпендикулярности поверхности относительно поверхности плиты приспособления. Для выполнения этого условия необходимо рассчитать с какой точностью должна быть выполнена при сборке приспособления параллельность поверхности приспособления относительно стола станка, т.е. с каким допуском должен быть выполнен параметр γ .

Расчет ведем по методике изложенной в [5].

Определяем необходимую точность приспособления по параметру γ :

1. Определяем погрешность базирования

$$\omega_6 = \frac{T}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (3.1)$$

2. Погрешность закрепления $\omega_3=0,04$.

3. Погрешность установки фактическая $\omega_6 + \omega_3 = 0,15$ мм.

4. Суммарная погрешность обработки:

$$\omega_{г.с.} = 0,015/100 \text{ мм,}$$

$$\kappa \cdot \omega_6 = 0,7 \cdot 0,015 = 0,0105 \text{ мм.}$$

5. Допустимая погрешность установки

$$[\omega_y] = \sqrt{T^2 - \kappa^2 \cdot \omega_{mc}^2} = 0,04 - 0,00011 = 0,19 \text{ мм.}$$

Т.к., $\omega_6 < [\omega_y]$, то предлагаемая схема базирования и конструктивная схема приспособления приемлемы.

6. Суммарная погрешность приспособления

$$\omega_{np} = T - \sqrt{\omega_y^2 - \kappa^2 \cdot \omega_{mc}^2} = 0,2 - 0,165 = 0,035 \text{ мм}$$

7. Погрешность собранного приспособления

$$T_c = \omega_{np} - (\varepsilon_{yn} + \varepsilon_3 + \varepsilon_n)$$

где ε_{yn} - погрешность установки приспособления на станке определяют по формуле исходя из конструктивной схемы:

$$\varepsilon_{yn} = \frac{L \cdot S}{l} \quad (3.2)$$

где L - длина обрабатываемой заготовки, мм ;

S - максимальный зазор между направляющей шпонкой приспособления и пазом стола станка;

S= 0,07 мм для посадки 14H8/h9;

l- расстояние между шпонками; где l = 350мм;

$$\varepsilon_{yn} = \frac{0,07 \cdot 250}{350} = 0,051 \text{ мм}$$

ε_3 - погрешность закрепления равна нулю, т.к. установка заготовки производится без зазоров;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

e_H - погрешность настройки равна нулю.

$$T_c = 0,2 - (0,051 + 0 + 0) = 0,034 \text{ мм.}$$

На чертеже общего вида приспособления должно быть поставлено значение параметра $\gamma = 0,15/100$ мм.

3.2.2 Расчет подшипников

Определение долговечности и расчет подшипников ведется согласно формуле:

$$P_{x1} = \frac{P_m(\ell - \ell_3) + P_5 \cdot f_2}{\ell}, \quad (3.3)$$

где P_{x1} – реакция опоры, Н;

P_m – нагрузка металлоконструкций, Н;

ℓ - длина вала, мм;

f_2 – расстояние от конической поверхности барабана до подшипника, мм;

ℓ_3 - расстояние от опоры до подшипника, мм;

$$P_{x1} = \frac{2748(158 - 49) + 1100 \cdot 46}{158} = 2233,42 \text{ Н}$$

$$P_{x2} = \frac{P_5(\ell - f_2) + P_m \cdot \ell_3}{\ell} \quad (3.4)$$

$$P_{x2} = \frac{1100(158 - 46) + 2748 \cdot 48}{158} = 1614,58 \text{ Н}$$

Так как вертикальная нагрузка является основной, то другие расчеты можно не производить. Реакции опор P_{x1} P_{x2} будут являться основной нагрузкой. По ним подбираем подшипники по ГОСТ 8545-75.

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

3.2.3 Расчет болтового соединения.

Для ведения расчета применяются следующие обозначения:

P_{δ} – внешняя нагрузка приходящаяся на один болт, Н

$$P_{\delta} = \frac{P_{уст}}{6}, \quad (3.5)$$

где $P_{уст}$ - вес установки

$$P_{уст} = 750 \text{ Н}$$

$$P_{\delta} = 750/6 = 125 \text{ Н.}$$

Определяем расчетное усилие, Н

$$P_{расч.} = 2,8 P_{\delta}$$

где 2,8 = коэффициент учитывающий предварительную растяжку

Изгибающий момент на головку болта определяется расчетом по формуле:

$$M_{изг} = 0,5 P_{расч} \cdot 0,5 d, \quad (3.6)$$

где d - диаметр не нарезанного стержня болта; определяется расчетом.

Момент сопротивления сечения болта, определяется расчетом по формуле [15]:

$$W_{изг} = \frac{d(0,8 \cdot d^2)}{6} \quad (3.7)$$

Определяем расчетное усилие, приходящаяся на болт, Н.

$$P_{расч.} = 2,8 \cdot 125 = 350 \text{ Н}$$

Определяем диаметр болта.

$$P_{расч.} = F[\sigma]_p = \frac{\pi d^2}{4} [\sigma]_p \quad (3.8)$$

$$d = \sqrt{\frac{4P_{расч.}}{\pi[\sigma]_p}} = \sqrt{4 \cdot 350/3,14/38 \cdot 10^7} = 0,016 \text{ м}$$

где $[\sigma]_p$ - допустимое напряжение в стержне болта, таблица 9 [15];
 $[\sigma]_p = 38 \cdot 10^7 \text{ Па}$

Расчет на прочность при изгибе ведется по формуле [15]:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} < [\sigma]_{изг}, \quad (3.9)$$

где $\sigma_{изг}$ - напряжение на изгиб, Па

$$M_{изг} = 0,5 \cdot 350 \cdot 0,5 \cdot 0,012 = 1,05 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$W_{изг} = 12(0,8 \cdot 10^{12})/6 = 230 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{изг} = 1,05 \cdot 10^3 / 230 = 4,5 \text{ Н/мм}^2 = 0,045 \text{ Па}$$

$$\sigma_{изг} < [\sigma]_{изг} \quad (3.10)$$

$$0,045 < 1,4$$

Условие прочности выполняются.

3.3. Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия

3.3.1 Организация производственного освещения

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

С другой стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости (блескости) источников света, а также больших перепадов яркости соседних объектов.

Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости) со всеми, вытекающими отсюда, негативными

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

последствиями, нежелательными как для качества трудовой деятельности, так и для самого человека.

В то же время рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие

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. Естественное освещение может быть: боковым (оконные проемы расположены в наружных стенах); верхним (световые проемы расположены в крыше); совмещенным (сочетание бокового и верхнего).

Искусственное освещение делится на общее, местное и комбинированное. Предусматривается также аварийное, эвакуационное, охранное и дежурное освещение. Применение одного местного освещения на производстве не рекомендуется.

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.

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.

Использование одновременно естественного и искусственного освещения для больших объемов помещения также не рекомендуется.

Характеристики освещения (условия работы зрения) можно разделить на количественные и качественные. К количественным характеристикам относятся: световой поток, сила света, освещенность, яркость и светимость. К качественным показателям относятся: фон, контраст объекта с фоном, видимость, цилиндрическая освещенность, показатель ослепляемости, показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности.

Световой поток Φ — мощность лучистой энергии; оценивается по световому ощущению, которое испытывает глаз.

Единица светового потока — люмен (ЛМ) — световой поток, излучаемый точечным источником с телесным углом в 1 стерадиан при силе света, равной одной канделе.

Сила света I — пространственная плотность светового потока, т.е. световой поток, отнесенный к телесному углу, в котором он излучается:

Единица силы света — кандела (кд) — сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении абсолютно черным телом с площади $1/600\,000\text{ м}^2$ при температуре затвердевания платины и давлении 101 325 ньютонов (Н) на квадратный метр.

Единица освещенности — люкс (лк) — освещенность поверхности площадью 1 кв.м при световом потоке падающего на нее излучения, равном 1 люмену.

Эта характеристика освещения нормируется и контролируется на производстве.

Яркость B , — $\text{кд}/\text{м}^2$ — отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную к данному направлению излучения

Фон — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым, если коэффициент отражения $\rho > 0,4$ ($\rho = \Phi_{\text{отр}}/\Phi_{\text{пад}}$)- При $\rho = 0,2\dots 0,4$ фон считается средним, а при $\rho < 0,2$ — темным.

Контраст объекта различения с фоном K определяется выражением:

3.3.2 Расчет освещения

Для механических цехов с комбинированной освещенностью 400-500 лк, при высоте помещения 5м, выбираем дуговые ртутные лампы ДРЛ. Этим лампам соответствует светильник РСП 05.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Для зрительной работы средней точности необходима освещенность 400-500 лк.

Определим расстояние между соседними светильниками и их рядами по формуле:

$$L = \lambda \cdot h, \text{ м} \quad (3.11)$$

где $\lambda = 1.25$ – величина, зависящая от кривой светораспределения светильника;

h - расчетная высота подвеса светильников, м.

Расчетная высота определяется по формуле

$$h = H - h_c - h_p, \text{ м} \quad (3.12)$$

где H - высота помещения, $H = 10$ м;

h_c - расстояние от светильников до перекрытия, $h_c = 0.5$

h_p - высота рабочей поверхности над полом, $h_p = 1$ м.

Подставляем известные величины в формулы и, получим:

$$h = 10 - 0,5 - 1 = 8,5 \text{ м}$$

$$L = 8,5 \times 1,25 = 10,625 \text{ м}$$

Принимаем $L = 10$ м.

Определим необходимое значение светового потока лампы по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / (N \cdot \eta) \text{ лм}, \quad (3.13)$$

где E_n - нормируемая освещенность: $E_n = 200$ лк;

S - освещаемая площадь = 720 м^2 ;

K_3 - коэффициент запаса: $K_3 = 1.5$;

Z - коэффициент неравномерности освещения для ламп ДРЛ: $Z = 1,11$;

N - число светильников = 64 шт.

η - зависит от типа светильника, индекса помещения, коэффициента отражения стен и других условий освещенности. Принимаем $\eta = 0,63$.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$\Phi = 200 \cdot 720 \cdot 1,5 \cdot 1,1 / (64 \cdot 0,63) = 5950 \text{ лм}$$

						Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По рассчитанному световому потоку выбираем лампу ДРЛ-80.
 Определение мощности светильной установки:

$$D_y = P_{л} \cdot N, \text{ Вт} \quad (5.4)$$

где $P_{л}$ - мощность лампы, $P_{л} = 125 \text{ Вт}$.

Подставляя известные величины в формулу получим:

$$D_y = 125 \times 64 = 8000 \text{ Вт}.$$

3.3.4 Инструкция по охране труда для токаря при изготовлении зубчатого колеса

«Утверждаю»

Руководитель предприятия

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1. К работе в качестве токаря допускаются лица, прошедшие медицинскую комиссию, прошедшим обучение безопасным методам работ и имеющие удостоверение на право работы на токарном станке, а также:

- вводный инструктаж;
- первичный инструктаж;
- повторный инструктаж;
- инструктаж по электробезопасности;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- проходить санитарный медицинский осмотр согласно приказу

Минздрава Р Ф № 90 от 14.03.96 г.

1.2. Токарь должен использовать следующие средства индивидуальной защиты: полукombineзон хлопчатобумажный, ботинки кожаные, очки защитные.

						Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-к месту работы и с работы проходить только по специально установленным маршрутам, обозначенными указателями «Служебный проход»;

-переходить пути только под прямым углом, предварительно убедившись, что в этом месте нет движущихся на опасном расстоянии локомотива или вагонов;

-при сходе с тормозной площадки вагона держаться за поручни располагаться лицом к вагону;

-обходить группы вагонов, стоящие на пути, на расстоянии не менее 5 м от автосцепки;

- 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.

1.9. За нарушение требований настоящей инструкции токарь несет ответственность в соответствии с действующим законодательством.

1.10. Токарь вправе не выполнять указаний администрации, если они противоречат требованиям безопасности данной инструкции.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

1.2. Токарь должен убедиться в исправности станка, всего инструмента и оборудования,

надеть положенную по нормам спецодежду и спецобувь. Одежду следует заправить так, чтобы не было свободно свисающих концов, застегнуть манжеты.

2.2. Приготовить крючок для удаления стружки, ключи и другой инструмент. Нельзя применять крючок в виде петли.

2.3. Проверить при работе станка на холостом ходу:

а) исправность органов управления (механизмов главного движения подачи, пуска, остановку движения);

б) исправность системы смазки и охлаждения;

в) исправность фиксации рычагов включения и выключения (убедиться в том, что возможность самопроизвольного переключения с холостого на рабочий ход исключена).

3. ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

3.1 . Проверить правильность установки изделия до пуска станка.

3.2. Обрабатываемую деталь необходимо надежно закрепить в патроне или центрах. Запрещается для ускорения остановки станка тормозить патрон или планшайбу рукой.

3.3. При обработке детали в центрах нужно внимательно следить за состоянием центров и своевременно смазывать их.

3.4. Крепежные приспособления (патрон, планшайба и т.п.) должны быть установлены на станке так, чтобы исключить возможность самоотвинчивания или срыв их со шпинделя при работе и при реверсивном вращении шпинделя.

3.5. Зажимные устройства (задний центр, патрон и т.п.) токарных станков должны обеспечивать быстрое и надежное закрепление детали .

3.6. Крепежные приспособления (патрон, планшайба) не должны иметь на наружных образующих поверхностях выступающих частей или не заделанных открытых углублений. В исключительных случаях патрон и планшайбы с выступающими частями должны быть ограждены.

3.7. Для обточки изделий большой длины должны применяться люнеты.

3.8. 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

						Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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.

3.9. При полировке и опиловке изделий на станках должны применяться способы и приспособления, обеспечивающие безопасное выполнение этих операций.

3.10. Зачищать обрабатываемые детали на станках наждачным полотном необходимо только с помощью соответствующих приспособлений.

3.11. Устанавливать и снимать патроны или планшайбу разрешается только после полной остановки станка.

3.12. Для установки резца разрешается пользоваться только специальными подкладками, по площади равными всей опорной части резца.

3.13. У хомута для закрепления обрабатываемого изделия в центрах должен быть потайной прижимной болт, который не может зацепить рукав рабочего или поранить его руку.

3.14. Необходимо периодически проверять надежность крепления задней бабки и не допускать ее смещения или вибрацию. Если изделие вращается в сторону свинчивания патрона, нужно внимательно наблюдать за положением патрона и своевременно его закреплять.

						Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

нервной системы и привычный рабочий ритм, поэтому подбираются движения и ритм, соответствующие предстоящей деятельности. Комплексы вводной гимнастики состоят из 6- 8 упражнений, выполняемых в течение 5-7 мин в начале рабочего дня.

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

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

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

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

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

В любом виде человеческого труда наблюдаются три фазы: вработываемость, стабильная работоспособность и снижение работоспособности. Это явление объясняется особенностями работы центральной нервной системы.

Вначале требуется определённое время на переключение внимания человека от домашних и прочих забот на трудовую деятельность, т. е. восстановление стереотипа рабочих движений. Продолжительность фазы вработываемости зависит от характера труда и может составлять от 10-20 мин

						Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

до 1 часа. При простых рабочих движениях этот период короче, при сложных, требующих значительного напряжения внимания, он длиннее.

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.. Таким образом достигается оздоровительный эффект.

Схема построения комплекса упражнений производственной гимнастики для профессии «слесарь по металлообработке»:

1. Упражнения с чередованием напряжения и расслабления;
2. Дыхательная гимнастика.
3. Упражнения на координацию движений;
4. Упражнения для глаз.
5. Упражнения для нижних конечностей.
6. Упражнения для мышц спины.
7. Упражнения для мышц туловища, рук и ног.

3.6 Экономическое обоснование конструкции приспособления

3.6.1 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.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
						Лист 23

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:

$$G_m = (G_k + G_g) \cdot K, \text{ кг} \quad (3.16)$$

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

G_g – масса готовых узлов и агрегатов, кг.;

K – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкций монтажных материалов

$$K=1,05...1,15$$

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
Корпус	246	$7,8 \times 10^{-3}$	1,92
Крышка	152	$7,8 \times 10^{-3}$	1,18
Стержень	168	$7,8 \times 10^{-3}$	1,310
Направляющая	96	$7,8 \times 10^{-3}$	0,748

						Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Всего	-	-	5,15
-------	---	---	------

$$G_M = (5,15 + 10,67) \cdot 1,05 = 16,35 \text{ кг.}$$

Для определения стоимости конструкции машин воспользуемся способом аналогии по сопоставимости массы

$$C_{\bar{o}} = \frac{C_{стар} \cdot G_{стар} \cdot \sigma}{G_{нов}} \quad (.3.17)$$

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

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

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

$$C_{\bar{o}} = \frac{14000 \cdot 15,6 \cdot 0,95}{16,35} = 12689 \text{ руб.}$$

Для расчетов принимаем $C_{\bar{o}} = 12500$ рублей.

3.5.2 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.	15,6	16,35
Балансовая стоимость $C_{\bar{o}}$, руб.	14000	12500
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка Z , руб. чел/ч	60	60
Норма затрат на ремонт и ТО $A_{рто}$, %	16	16
Норма амортизации a , %	14,2	14,2
Годовая загрузка $T_{год}$, час.	1200	1200
Часовая производительность $W_{ч}$, шт/час	3,24	5,8

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						25

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

$$S = C_{зн} + C_{рто} + A, \quad (3.19)$$

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

$C_{рто}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./шт

A – амортизационные отчисления по конструкции, руб./шт

Затраты на заработную плату определяется по формуле:

$$C_{зн} = Z \cdot T_e, \quad (3.20)$$

$$T_e = \frac{n}{W_{ч}}, \quad (3.21)$$

где n – количество обслуживающего персонала

$$T_0 = \frac{1}{3,24} = 0,31 \text{ чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

$$T_1 = \frac{1}{5,4} = 0,18 \text{ чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

$$C_{зн}^0 = Z \cdot T_e = 60 \cdot 0,131 = 18,6 \text{ руб./шт.};$$

$$C_{зн}^1 = 60 \cdot 0,18 = 10,8 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяется из выражения:

$$C_{рто} = \frac{C_{\bar{o}} \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}}, \quad (3.22)$$

где $H_{рто}$ – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %

$$C_{рто}^0 = \frac{14000 \cdot 14,2}{100 \cdot 3,24 \cdot 1200} = 0,52 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{рто}^1 = \frac{12500 \cdot 14,2}{100 \cdot 5,4 \cdot 1200} = 0,27 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на амортизацию определяется из выражения:

$$A = \frac{C_{\bar{o}} \cdot a}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}} \quad (3.23)$$

						Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

