

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

Направление: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

На тему: Проектирование участка технического контроля с
разработкой приспособления для контроля валов

Шифр ВКР 23.03.03.644.20

Студент группы Б252-05



подпись

Сафин И.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: Автомобили и автомобильное хозяйство

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

/ Пикмуллин Г.В. /

« 16 » мая 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Сафину Ильфату Равилевичу

1. Тема: Проектирование участка технического контроля с разработкой приспособления для контроля валов

утверждена приказом по вузу № ____ от ____ 2020 г.

2. Срок сдачи студентом законченной работы 12.06.20

3. Исходные данные:

Типовые проекты участков контроля, специальная техническая литература

4. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

Раздел 1 Основные понятия о качестве поверхности

Раздел 2 Проектирование участка технического контроля

Раздел 3 Конструкторский раздел

5. Перечень графических материалов _____

Лист 1 Планировка участка

Лист 2 Виды и методы технического контроля

Лист 3 Факторы влияющие на качество продукции

Листы 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


_____ (Сафин И.Р.)

Руководитель


_____ (Марданов Р.Х.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе
Сафина Ильфата Равиловича на тему:
«Проектирование участка технического
контроля с разработкой
приспособления для контроля валов»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 88 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 8 рисунков, 5 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы содержит 50 наименований.

В первом разделе приводятся основные понятия о качестве поверхности.

Во втором разделе спроектирован участок технического контроля

В третьем разделе разработана конструкция приспособления. 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 Safin Ilfat Ravilevich on the theme: "Design of the site of technical control with the development of devices for the control of shafts»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 88 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 8 figures, 5 tables, 1 Annex. The list of references contains 50 titles.

The first section provides the basic concepts of surface quality.

In the second section, the technical control section is designed

In the third section, the design of the device 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	7
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О КАЧЕСТВЕ ПОВЕРХНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ	8
1.1. Понятие качества продукции и определяющие его факторы.....	8
1.2 Методы и средства контроля и измерений.....	15
1.3 Выбор контрольно-измерительных средств.....	17
1.4 Контроль и измерение диаметров валов и отверстий	19
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ... 21	
2.2 Задачи и функции службы технического контроля качества продукции на предприятии	21
2.3 Виды и методы технического контроля качества продукции	26
2.4 Органы технического контроля.....	30
2.5 Необходимость и эффективность текущего контроля и регулирования производства	35
2.6 Организация работы и рабочего места контролера.....	38
2.7 Техническая документация контроля	40
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВАЛОВ.....	43
3.1 Общие сведения о контроле деталей	43
3.2 Назначение и типы контрольных приспособлений.....	44
3.3 Приборы для контроля диаметров валов.....	46
3.4 Приборы для измерения отклонений формы и расположения поверхностей.....	51
3.5 Проект приспособления для контроля валов	57
3.7 Выбор материалов и расчет прочности приспособлений.....	58
3.7.1. Выбор конструкционных материалов.....	58

3.7.2. Покрытия деталей и их химическая (электрохимическая) обработка.....	59
3.7.3. Прочность деталей приспособлений.....	62
3.7.2 Расчёт и выбор посадок подшипников качения	65
3.8. Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия.....	69
3.9 Мероприятия по снижению шума оборудования	71
3.10 Мероприятия по снижению вибраций машин и оборудования ...	71
3.11 Разработка пылеулавливающих устройств	72
3.12 Производственная гимнастика на рабочем месте	73
3.13 Экономическое обоснование конструкции приспособления	77
3.13.1 Расчет балансовой стоимости приспособления.....	77
3.13.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции приспособления.....	79
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ... ..	89

ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

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

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О КАЧЕСТВЕ ПОВЕРХНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

1.1. Понятие качества продукции и определяющие его факторы

Качество обработанной поверхности характеризуется величиной макро- и микронеровностей, а также физико-механическим состоянием поверхностного слоя.

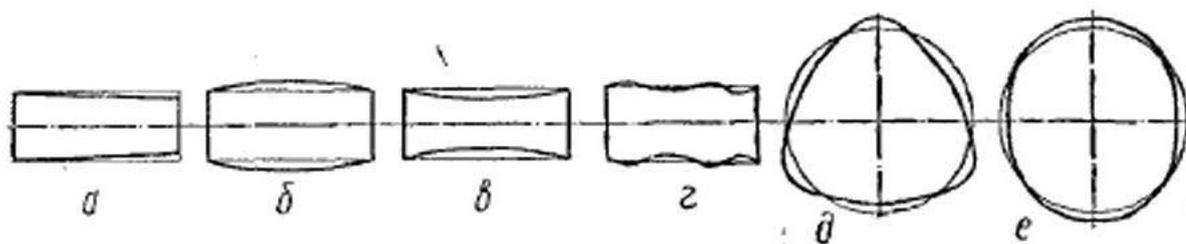
Макронеровности представляют собой единичные, не повторяющиеся регулярно, отклонения поверхности от геометрической формы. К ним относятся выпуклость, вогнутость и неплоскостность — для плоскостей, конусность, бочкообразность, вогнутость, волнистость, овальность, огранка — для цилиндрических и конических поверхностей. Характерным признаком макронеровностей является их большой шаг при относительно малой высоте. Величина макронеровностей составляет обычно 30...50% от допуска на размер детали. При обработке ответственных поверхностей эта величина должна быть строго регламентирована.

Волнистостью поверхности называют периодически повторяющиеся и близкие по размерам неровности, расстояние между которыми значительно больше, чем у шероховатостей. Форма волн близка к синусоиде. Высота волны может изменяться от 0,5 до 500 мкм, а шаг — от 1 до 15 мм. При увеличении высоты волн уменьшается фактическая площадь контакта сопряженных поверхностей, что приводит к усиленному износу, ослаблению прессовых соединений, нарушению герметичности и т.п.

Волнистость поверхности вызывается неравномерностью процесса резания вследствие колебаний станка, инструмента и детали. В свою очередь, волнистость поверхности, полученная на предыдущей операции (переходе), может служить источником возникновения колебаний на последующих операциях (переходах). Волнистость пока еще не регламентирована, влияние ее на работу сопряженных поверхностей изучено недостаточно.

Шероховатость поверхности, образующаяся в результате обработки, представляет собой совокупность неровностей с относительно малыми шагами, формирующих рельеф поверхности.

Физико-механическое состояние обработанной поверхности характеризуется степенью наклепа, его глубиной, структурой поверхностного слоя и остаточными напряжениями в этом слое. Все эти характеристики зависят от величины пластических деформаций, фазовых и структурных превращений, обусловленных тепловыми явлениями при резании металла.



а) конусность; б) бочкообразность; в) вогнутость; г) волнистость;
д) огранка; е) овальность

Рисунок 1.1 – Отклонение от правильной цилиндрической формы

Степень наклепа и глубина наклепанного слоя, знак и величина остаточных напряжений в поверхностном слое зависят от обрабатываемого материала, метода обработки и режимов резания.

Шероховатости поверхности являются местом концентрации напряжений и ослабляют деталь. Грубо обработанные поверхности больше подвержены коррозии, ускоряющей появление трещин и разрушение деталей. При хорошо обработанной поверхности повышается усталостная прочность. Полированные детали из высокопрочной стали имеют предел выносливости на 40% больше, чем грубо обточенные. Усталостное разрушение деталей начинается с поверхности и вызывается нормальными растягивающими напряжениями. Усталостную прочность можно повысить, создавая в поверхностном слое сжимающие остаточные напряжения.

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.

С уменьшением шероховатостей повышается также коррозионная устойчивость, прочность прессовых соединений, стабильность зазоров и натягов, коэффициент теплопередачи и т. п.

Износ поверхностей трения зависит не только от их качества, но и от условий работы. Наименьший износ получается при некоторой оптимальной высоте шероховатостей. В ряде случаев очень чистые поверхности изнашиваются быстрее, чем более грубые.

На величину износа влияют также материал трущихся пар, удельное давление, температура в зоне трения, скорость скольжения и т. д.

Назначение чистоты поверхности производится в зависимости от точности размеров и других требований, предъявляемых к деталям. В

некоторых случаях точность обработки не связывается с чистотой поверхности (например, при декоративной отделке деталей).

При высокой точности размеров следует соблюдать необходимую чистоту поверхности, достаточную для того, чтобы износ и изменение размера при запрессовке или при работе узла не изменяли в короткий срок характер посадки. Величина шероховатости поверхности регламентируется ГОСТ 2789-59.

Методы оценки шероховатости поверхности разделяются на две группы. В первой группе поверхности детали сравниваются с эталонами, характеристики шероховатости которых известны. Во второй группе измеряется высота шероховатостей.

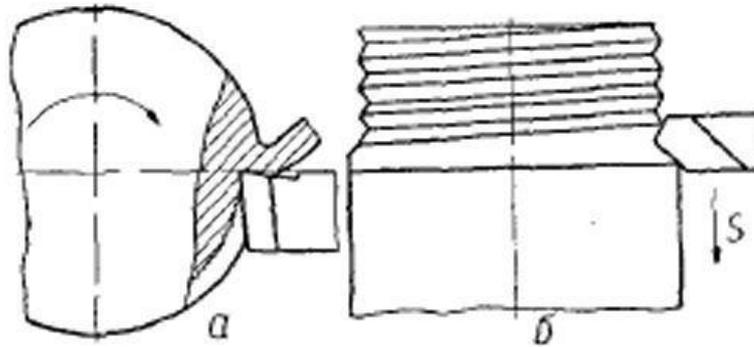
В производственных условиях больше распространены методы первой группы, дающие возможность быстро и в большинстве случаев достаточно точно оценить шероховатость поверхности. Сравнение деталей с эталонами производится невооруженным глазом (1..6-й классы чистоты) и с помощью микроскопов сравнения МС-49.

На шероховатость поверхности влияют следующие основные факторы:

- 1) состав, структура и механические свойства обрабатываемого материала;
- 2) материал, геометрия, микрогеометрия и износ режущей части инструмента;
- 3) режим резания;
- 4) жесткость системы станок — инструмент — деталь;
- 5) количество, качество и способа подвода смазочно-охлаждающих веществ.

Высоту шероховатостей можно измерять в направлении движения резания (продольная шероховатость) и в направлении подачи (поперечная шероховатость) (рисунок 1.2). Чаще всего поперечная шероховатость оказывается больше продольной и по ней производится оценка качества

поверхности. При отделочной обработке абразивными инструментами разница между продольной и поперечной шероховатостями уменьшается.



а) продольная; б) поперечная

Рисунок 1.2 – Виды шероховатостей

С изменением свойств обрабатываемого материала изменяется высота шероховатостей, а также характер влияния других факторов на чистоту поверхности. При обработке малоуглеродистой стали шероховатость больше, чем при обработке средне- и высокоуглеродистой. Объясняется это большим содержанием феррита в малоуглеродистой стали, который повышает склонность к наростообразованию.

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.

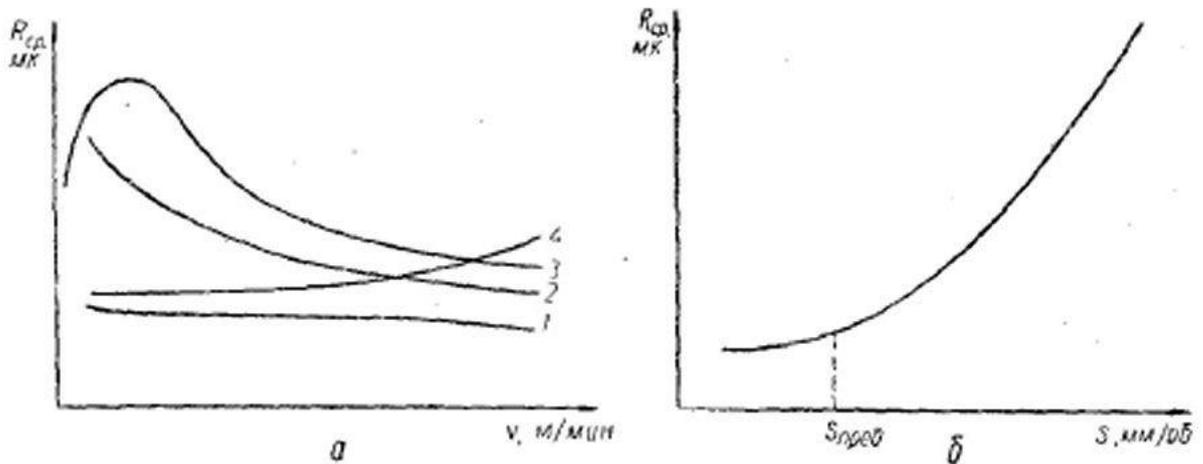


Рисунок 1.3 – Зависимость высоты шероховатости от:

а) скорости резания; б) подачи

Глубина резания практически не влияет на шероховатость поверхности.

При обработке деталей абразивными инструментами шероховатость уменьшается с уменьшением размеров зерна, повышением твердости инструмента, повышением скорости вращения инструмента и детали, уменьшением продольной и поперечной подачи, увеличением числа проходов без поперечной подачи. Однако необходимо учитывать, что каждому классу чистоты соответствует некоторое оптимальное значение зернистости, при котором производительность получается наибольшей. Применение способа подачи смазочно-охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга уменьшает высоту шероховатостей на 20—30%.

При перекрестной правке шлифовальных кругов алмазными инструментами получают поверхности 11—12-го классов чистоты при одном-двух проходах без поперечной подачи.

В процессе механической обработки деталей на металлорежущих станках происходит изменение размеров и формы заготовок, причем с каждой

последующей операцией обрабатываемая деталь все больше приближается по своим размерам, форме. И точности к заданным в чертеже. Для того чтобы получить готовую деталь, необходимо произвести несколько операций. Так, например, чтобы обработать вал по второму классу точности (6-му качеству), необходимо вначале выполнить черновую обработку заготовки на токарном станке, затем получистовую и, наконец, окончательную обработку. Для обработки валов меньшей точности число операций будет меньше. Назначаемое число операций зависит также от состояния заготовки и оборудования.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2 Методы и средства контроля и измерений

У каждой обработанной детали должны быть измерены все или наиболее ответственные размеры, а также определены шероховатость, отклонения формы и расположения поверхностей. Под измерением понимается процесс нахождения числового значения проверяемой величины при помощи специальных технических средств, выраженного в принятых единицах измерения. Какие именно размеры или характеристики геометрической точности обработанных деталей подлежат измерениям в процессе обработки, определяют технологи, разрабатывающие технологический процесс. Указания об этом заносят в карты технологического процесса механической обработки и в карты технического контроля деталей. Вместо определения размеров часто лишь устанавливают годность детали, т.е. определяется, находится ли действительное значение проверяемого размера в установленных пределах. Такой процесс получения и обработки информации о точности детали называют процессом контроля.

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.); измерительные инструменты и приборы, а также контрольные приспособления и калибры. По числу параметров, проверяемых при одной установке детали, различают одномерные и многомерные контрольно-измерительные средства, а по степени механизации процесса измерения — ручного действия, механизированные, полуавтоматические и автоматические. Измерительные средства делят также на универсальные и специальные. Универсальные измерительные средства предназначены для измерения самых различных деталей (как по форме, так и по размерам); специальные, в том числе контрольные приспособления и автоматы, — предназначены для контроля определенного типа деталей, отдельных конкретных деталей или их параметров.

Назначение того или иного метода контроля или измерения обработанной детали требует применения определенных контрольно-измерительных средств, соответствующих принятому методу контроля или измерения, допускаемым погрешностям измерения, объему и типу производства, требованиям экономической целесообразности.

1.3 Выбор контрольно-измерительных средств

Выбор контрольно-измерительных средств зависит от организационно-технических форм контроля, установленных на предприятии; типа производства (индивидуальное, серийное, массовое); конструктивных особенностей контролируемых деталей и необходимой точности их изготовления; надежности технологических процессов; экономической целесообразности и др.

При использовании на предприятиях массового производства методов селективной сборки изготовленные детали сортируют по размерным группам на основе сплошного контроля с применением высокопроизводительных

контрольных приспособлений, контрольных полуавтоматов и автоматов (подшипниковая промышленность, автотракторостроение).

В единичном и мелкосерийном производстве применяются универсальные измерительные средства и предельные калибры, а в крупносерийном и массовом производстве - предельные калибры, специальные и специализированные измерительные средства и измерительные приборы. Для наладки металлорежущего оборудования и технологических процессов при любых видах производства применяют универсальные измерительные средства; плоскопараллельные концевые меры длины, штриховые измерительные приборы и инструменты и др. Конструктивные особенности детали влияют на выбор измерительных средств: детали больших габаритных размеров и массы, а так- же детали, закрепленные на станках, контролируют переносными измерительными средствами.

1.4 Контроль и измерение диаметров валов и отверстий

Требования, записанные в технологических процессах, обязательны как к окончательным, так и к операционным, т.е. промежуточным, размерам. Невыполнение операционных размеров, которые могут быть предельными, может привести к забракованию детали, так как на последующей операции не всегда удастся достигнуть требуемой точности размеров и геометрической формы.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

2.2 Задачи и функции службы технического контроля качества продукции на предприятии

Организация и проведение технического контроля качества — одни из составных элементов системы управления качеством на стадиях производства и реализации продукции.

Технический контроль — это проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным стандартам или техническим требованиям. В машиностроении (в том числе и в радиоэлектронном приборостроении) он представляет собой совокупность контрольных операций, выполняемых на всех стадиях производства: от контроля качества поступающих на предприятие материалов, полуфабрикатов, комплектующих приборов и изделий до выпуска готовой продукции.

Технический контроль является неотъемлемой частью производственного процесса. Он выполняется различными службами предприятия в зависимости от объекта контроля. Так, контроль за правильным использованием стандартов, технических условий, руководящих материалов и другой нормативно-технической документации в процессе подготовки производства осуществляет служба нормоконтроля. Качество технической документации контролируется непосредственными исполнителями и руководителями всех уровней в отделах главного конструктора, главного технолога, главного металлурга и других служб предприятия. Но контроль качества готовой продукции и полуфабрикатов своего производства осуществляет отдел технического контроля (ОТК), хотя ответственность за качество не снимается с исполнителей и руководителей производственных подразделений (цехов и участков).

Основной задачей технического контроля на предприятии является своевременное получение полной и достоверной информации о качестве продукции, состоянии оборудования и технологического процесса с целью предупреждения неполадок и отклонений, которые могут привести к нарушениям требований стандартов и технических условий.

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.

Число контролеров (Чк) в массовом и крупносерийном производствах определяется по формуле:

$$\text{Чк} = \frac{\sum_{j=1}^k N_j t_{\text{кн}} P_{\text{в}} \Pi_{\text{кз}}}{F_{\text{э}} \times 60},$$

где N_j , — программа выпуска деталей (изделий) u -го наименования в плановый период, шт.;

$t_{\text{кн}}$ — норма времени на проверку одной детали, мин;

$P_{\text{в}}$ — процент выборочности при контроле деталей;

$\Pi_{\text{кз}}$ — число контрольных промеров на одну деталь;

$F_{\text{э}}$ — эффективный фонд времени работы одного контролера в плановый период, ч;

$j=1,2,\dots,k$ — число наименований деталиеопераций, на которых производится контроль.

Трудоемкость поверки средств измерений поверочной лаборатории определяется по формуле

$$T_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n t_{nki} \left[K_{zi} m_i \left(1 + \frac{P_B}{100} \right) + K_{xi} m_i + K_{pi} \right],$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ — однотипные средства измерений, имеющие равные затраты времени на поверке;

t_{nki} — норма времени на поверку одного средства измерений, ч;

K_{zi} , K_{xi} , K_{pi} — количество i -х средств измерений, находящихся в эксплуатации, на хранении, подлежащих поверке после выхода из ремонта;

m_i — периодичность поверки приборов в год;

P_B — процент средств измерений, подвергающихся внеочередной поверке ($P_B = 25 \dots 30\%$ от K_{zi}).

2.3 Виды и методы технического контроля качества продукции

Организационные формы и виды процессов технического контроля качества продукции весьма разнообразны. Поэтому целесообразно их деление на группы по классификационным признакам. Выделяют следующие виды контрольных операций:

По стадиям жизненного цикла изделия:

- контроль проектирования новых изделий;
- контроль производства и реализации продукции;
- контроль эксплуатации или потребления,

По объектам контроля:

- контроль предметов труда;
- контроль средств производства;
- контроль технологии;
- контроль труда исполнителей;
- контроль условий труда.

По стадиям производственного процесса:

- входной контроль, предназначенный для проверки качества материалов, полуфабрикатов, инструментов и приспособлений до начала производства

- промежуточный контроль, выполняемый по ходу технологического процесса (пооперационный);
- окончательный приемочный контроль, проводимый над заготовками, деталями, сборочными единицами, готовыми изделиями;
- контроль транспортировки и хранения продукции.

По степени охвата продукции:

- сплошной контроль, выполняемый при 100%-ном охвате предъявляемой продукции. Он применяется в следующих случаях:

- а) при ненадежности качества поставляемых материалов, полуфабрикатов, заготовок, деталей, сборочных единиц;

- б) когда оборудование или особенности технологического процесса не обеспечивают однородности изготавливаемых объектов;

- в) при сборке в случае отсутствия взаимозаменяемости;

- г) после операций, имеющих решающее значение для качества последующей обработки или сборки;

- д) после операций с возможным высоким размером брака;

- е) при испытании готовых изделий ответственного назначения;

- выборочный контроль, осуществляемый не над всей массой продукции, а только над выборкой. Обычно он используется в следующих случаях:

- а) при большом числе одинаковых деталей;

- б) при высокой степени устойчивости технологического процесса;

- в) после второстепенных операций.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.4 Органы технического контроля

Система бездефектного труда и самоконтроль неизбежно «втягивают» весь коллектив предприятия в сложную, напряженную и квалифицированную работу по обеспечению высокого качества продукции. Обобщение опыта деятельности кружков качества в Японии показало, что непосредственно от рабочих уровень качества зависит всего лишь на 20—25 %, а на 75-80 % — от решения проблем, далеко выходящих за пределы рабочих мест. Следовательно, обеспечение высокого качества требует такого управления им, которое обеспечивало бы деятельность всего коллектива, начиная от проектирования, изготовления и заканчивая эксплуатацией изделия. Эту деятельность на предприятии принято называть комплексным управлением

качеством.

Комплексное управление качеством продукции — это совокупность инженерно-технических, технологических, контрольных, транспортных, складских, организационных, обслуживающих и других процессов, выполняемых всеми службами и подразделениями предприятия, направленных на обеспечение и поддержание высокого уровня качества продукции при ее разработке, производстве, потреблении и эксплуатации путем целенаправленного воздействия на влияющие на него условия и факторы.

Таким образом, комплексное управление качеством обеспечивает активизацию человеческого фактора путем вовлечения работников всех служб и подразделений в этот процесс и в управление им.

Наиболее эффективным методом комплексного управления качеством продукции является матричный, при котором сочетается административное и функциональное управление.

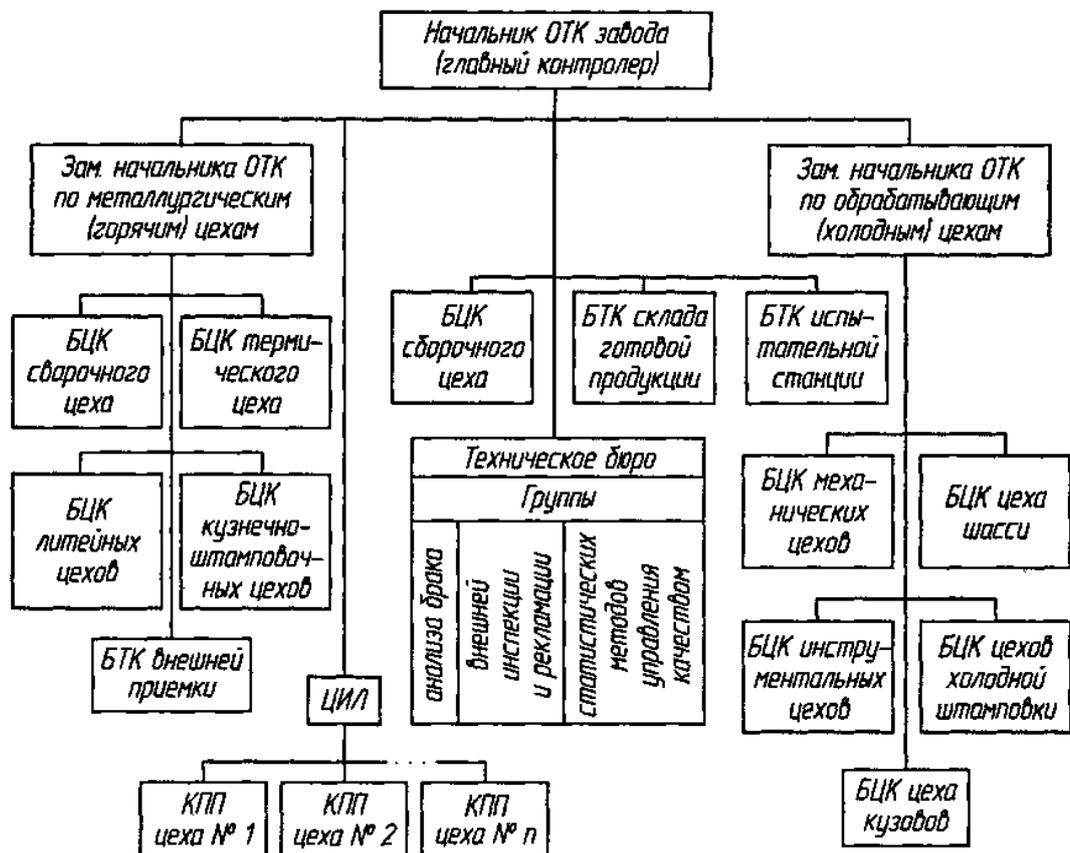


Рисунок 2.3 – Структура службы технического контроля

Как ни велико значение бездефектного труда и самоконтроля качества, необходимость в специальном контрольном органе на предприятии не отпадает. Даже в Японии, где самоконтроль на всех стадиях производства достиг небывалого размаха, на предприятиях существует специальный штат контролеров качества, который в отдельных отраслях машиностроения составляет 1.5 % общей численности работающих.

На предприятиях функцию контроля качества осуществляет отдел технического контроля.

Руководство заводской службой контроля качества осуществляет начальник ОТК или главный контролер завода, который имеет в своем подчинении не только возглавляемый им ОТК, но и ряд оперативных подразделений, осуществляющих работу по непосредственному контролю качества. Начальник ОТК (главный контролер) подчиняется непосредственно директору (генеральному директору) завода и наравне с ним несет ответственность за качество выпускаемой продукции.

Главная функция ОТК — профилактическая работа по предупреждению брака, что обеспечивается наблюдением за ходом и стабильностью технологических процессов и периодическим летучим инспекционным контролем качества, а также проверкой фактического его уровня на выходе из процесса с тем, чтобы бракованная продукция не попала как внутреннему, так и внешнему потребителю. Основными оперативными подразделениями ОТК завода, осуществляющими непосредственный контроль качества продукции в цехах, являются *бюро цехового контроля* (БЦК). На них возлагается задача организации и осуществления технического контроля на всех основных и вспомогательных участках соответствующего цеха, от контроля поступающих полуфабрикатов, заготовок, деталей и узлов до контроля отправки продукции другим цехам или потребителям, включая оформление приемной и сопроводительной документации и актов о браке, а также контроль качества применяемых приспособлений, наладки и

настройки оборудования, чистоты рабочих мест. Начальник БЦК подчинен непосредственно начальнику ОТК завода или его заместителю. Организацию технического контроля в смене осуществляет сменный (или старший сменный) контрольный мастер. Он руководит работой контролеров (относящихся к категории вспомогательных рабочих), которые проверяют качество продукции на участках. Контрольный мастер, кроме того, непосредственно контролирует наиболее ответственные детали и узлы, а в ряде случаев — и операции.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

приводит к необходимости использования некоторых особых методов исследования.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.5 Необходимость и эффективность текущего контроля и регулирования производства

В ходе производства отклонения его параметров от показателей, зафиксированных в календарных планах, могут быть вызваны причинами как внутреннего, так и внешнего порядка, т.е. зависящими и не зависящими от работы предприятия.

Для поддержания производства в заданных параметрах текущий контроль должен дополняться мерами непосредственного регулирования, что достигается текущим оперативным распорядительством и маневрированием резервами.

Эффективность текущего контроля и регулирования производства состоит в ликвидации или сведении к минимуму производственных потерь, являющихся следствием нарушения его нормального хода, предусмотренного календарными планами (потери в выпуске продукции, перерасход сырья и материалов, простой рабочей силы, оборудования, потери от возможных аварий, излишних переналадок, применения сверхурочных работ и др.), которые могут возникать из-за несвоевременного выявления возможных отклонений и непринятия соответствующих мер оперативного воздействия на ход производственного процесса.

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.

Моральные резервы — осознание работниками ответственности за порученное дело и его важности для производства. Обращение к этим резервам состоит в разъяснении или напоминании работнику о последствиях, к которым может привести невыполнение задания. Благодаря этому может быть повышена интенсивность его работы, способствующей скорейшей ликвидации отклонений. Моральные резервы должны дополняться материальным поощрением за интенсивную работу по ликвидации отклонений.

По месту образования и порядку распорядительства различают резервы, которыми распоряжается диспетчерский аппарат соответствующего подразделения.

В производстве всех типов объектом текущего контроля и регулирования является материальная обеспеченность цехов и участков, своевременность перемещения предметов труда с операции на операцию, с участка на участок и из цеха в цех, в первую очередь по отстающим дефектным деталям.

2.6 Организация работы и рабочего места контролера

Система организации работы контролера зависит от ритмичной подачи продукции на контроль, расположения контрольного пункта по отношению к обслуживаемому производственному участку, от его оборудования и обеспечения технической документацией, измерительными инструментами и

приборами, которые должны находиться па своих, строго определенных местах.

Рабочее место контролера не должно быть захлавлено бракованными деталями и ненужными предметами. Рабочее положение контролера при выполнении работы не должно быть напряженным, так как это приводит к утомляемости, ослаблению внимания, а следовательно, и к снижению достоверности выполняемых измерений.

Производительность труда контролера зависит также от освещенности рабочего места. Освещенность поверхности контрольного стола не должна быть менее 100—150 лк.

Чтобы повысить производительность труда, контролер должен применять рациональные приемы работы. Последовательность контрольных приемов заключается в следующем:

- ознакомление с чертежом и технологическим процессом;
- подбор необходимого измерительного инструмента и осмотр его;
- осмотр деталей и выявление внешних поверхностных пороков — раковин, трещин, забоин и т. д.;
- контроль чистоты поверхности и точных посадочных размеров, а затем проверка биений, соосности, эксцентricности и др.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.7 Техническая документация контроля

Основной технической документацией являются ГОСТы, технические условия, рабочие чертежи, справочники, система допусков и посадок, карты технологического процесса, технология контроля качества, различные инструкции, ведомственные и заводские нормалы.

Государственные общественные стандарты (ГОСТ) обязательны для всех отраслей промышленности. В них даются основная характеристика продукции, гарантийные сроки, основные требования к качеству, методика испытания, вид упаковки и условия поставки продукции.

Технические условия (ТУ) представляют собой перечень требований, не включенных в ГОСТ. Технические условия должны быть составлены на каждый вид выпускаемой продукции. Они должны содержать:

- основную характеристику и область применения;
- комплектность, паспортные данные, монтажные размеры;
- технические требования к приемке и испытанию изделия;
- маркировку и клеймение изделия; внешний вид изделия (покрытия, окраска);
- способы консервации, упаковки и хранения изделия; различные приложения к техническим условиям;
- гарантийный срок работы изделия, в течение которого изготовитель несет ответственность.

На рабочем чертеже приводится графическое изображение детали с указанием всех размеров и допусков, необходимых как для ее изготовления, так и для контроля. Кроме того, на рабочем чертеже приводятся данные о материале, термической обработке, твердости, чистоте поверхности и другие технические требования.

Для наиболее ответственных деталей в чертеж вписывают технические условия, в которых указывают допускаемые отклонения по биению, параллельности, перпендикулярности, требования к качеству материала и т. д. На эти технические условия контролер должен обращать внимание в первую очередь. Чертежи должны периодически проверяться конструкторским отделом и иметь штамп о годности на определенный срок.

Система допусков и посадок является основным техническим документом, обеспечивающим взаимозаменяемость, виды сопряжений и точность изготавливаемых деталей, поэтому на контрольных пунктах ОТК обязательно должны находиться таблицы допусков и посадок. Контролер обязан хорошо разбираться в этих таблицах.

В карты технологического процесса внесены необходимые сведения, указания и условия для изготовления детали в соответствии с чертежом и

указанными в нем техническими условиями. При техническом контроле необходимо пользоваться одновременно рабочим чертежом и картами технологического процесса. При контроле также необходимо выявлять нарушения в последовательности выполнения технологических операций. Все изменения которые вносят в технологический процесс, должны быть указаны в картах технологического процесса и иметь дату и подпись лица производившего изменения.

В картах технологического процесса контроля качества продукции рассматривается последовательность контрольных операций с указанием методов и приемов их выполнения и оснастки, необходимой при контроле и обеспечивающей точность и производительность контроля. Технология контроля должна являться неотъемлемой частью всего технического процесса на изготовление продукции.

Для особо точных деталей, оказывающих влияние на такие показатели машины, как точность, производительность, прочность составляют паспорта. В них указывают допуски и способы контроля отдельных размеров. Контролер при контроле этих размеров записывает фактические результаты измерений в паспорт. Величина их не должна превышать указанных в паспорте.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВАЛОВ

3.1 Общие сведения о контроле деталей

Все основные виды контроля механической обработки деталей можно разбить на девять групп: контроль валов, контроль отверстий, контроль конических поверхностей, контроль плоскостей, контроль корпусных деталей, контроль шпоночных и шлицевых соединений, контроль резьбовых соединений, контроль зубчатых колес, контроль шероховатости.

Перед началом контроля любой детали необходимо ознакомиться с чертежом, по которому изготавливается деталь; с техническими условиями, указанными в чертеже; с технологическим процессом изготовления детали, а при операционном контроле — с той операцией, после выполнения которой деталь предъявляется на контроль.

На основании технологии изготовления и технологии контроля определяются методы и средства контроля.

Затем следует осмотреть контролируемую деталь и проверить выполнение предыдущих операций согласно технологическому процессу. При осмотре необходимо обращать внимание на отсутствие механических повреждений в виде забоин, трещин, раковин, рыхлости, пороков проката — волосовины и т. д. Это необходимо делать, так как приведенные выше пороки могут помешать правильному измерению или контролю деталей, а также послужить причиной считать их браком до контроля измерительными средствами.

<i>ВКР 23.03.03.644.20 00.00.00.ПЗ</i>				
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата
Разраб.		Сафин И.Р.	<i>[Подпись]</i>	06.20
Провер.		Марданов Р.Х.	<i>[Подпись]</i>	06.20
Н. Контр.		Марданов Р.Х.	<i>[Подпись]</i>	06.20
Утвердил		Пикмцлли Г.В.	<i>[Подпись]</i>	06.20
<i>Приспособление для контроля валов</i>				
			Лит.	Лист
				Листов
			1	37
<i>Казанский ГАУ каф. ОИД группа Б252-05</i>				

В помещении, где производится измерение, не должно быть резких перепадов температуры, сотрясений, вызывающих вибрации стрелок измерительных приборов и т. п.

При контроле деталей скобами, пробками, плоскопараллельными плитками нельзя допускать, чтобы калибр долгое время находился в руке проверяющего. Так, штампованная скоба размером 90 мм, находясь в течение 15 мин в руке контролера, увеличивает свой размер на 0,004 мм. Перед началом контроля следует также, убедиться в правильности показаний измерительного инструмента и в отсутствии механических повреждений на нем.

3.2 Назначение и типы контрольных приспособлений

Контроль качества изделий весьма важен в современном машиностроении; в особенности велика роль контроля при производстве изделий по принципу полной взаимозаменяемости. Применение универсальных измерительных инструментов и калибров малопроизводительно, не всегда обеспечивает нужную точность и удобство контроля, а в условиях поточно-автоматизированного производства вообще неприемлемо.

Контрольные приспособления повышают производительность труда контролеров, улучшают условия их работы, повышают качество и объективность контроля. Так, при контроле гладкого валика диаметром 40 мм в трех сечениях микрометром обеспечивается производительность 90 деталей в час, при использовании предельной скобы — 300 деталей, контрольного приспособления с одним индикатором — 400, контрольного приспособления с тремя электроконтактными головками и световой сигнализацией — 1000 и контрольно-сортировочного автомата — 1500. Контрольные приспособления уменьшают попадание брака в годные детали и пропуск годных деталей в брак.

						Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Контрольные приспособления применяют для проверки заготовок, деталей и узлов машин. Приспособления для проверки деталей применяют на промежуточных этапах обработки (межоперационный контроль) и для окончательной приемки, выявляя точность размеров, взаимного положения поверхностей и правильность их геометрической формы.

Высокая точность современных машин обуславливает использование в контрольных приспособлениях измерителей высокой чувствительности и важность правильного выбора принципиальной схемы и конструкции приспособления.

Погрешность измерения, под которой понимают отклонение найденного значения величины от ее истинного значения, должна быть по возможности малой.

Однако чрезмерное повышение точности измерения может привести к усложнению и удорожанию приспособления и снижению его производительности.

Погрешности измерения в зависимости от назначения изделия допускают в пределах 8...30% поля допуска на контролируемый объект. Общая (суммарная) погрешность измерения определяется рядом ее составляющих: погрешностью, свойственной самой схеме; погрешностью установки контролируемого изделия; погрешностью настройки приспособления по эталону, износам деталей приспособления, а также колебаниями температуры.

При конструировании контрольных приспособлений необходимо изучить условия возникновения первичных погрешностей и выявить пути их уменьшения или полного устранения. На выбор принципиальной схемы контрольного приспособления большое влияние оказывает заданная производительность контроля. При 100 %-ной проверке деталей в поточном производстве время контроля не должно превышать темпа работы поточной линии. Для выборочного контроля деталей при стабильных технологических

						<i>Лист</i>
						3
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

процессах их изготовления требования к производительности контрольного приспособления могут быть снижены.

Для проверки небольших и средних деталей применяют стационарные контрольные приспособления, а для крупных — переносные. Наряду с одномерными находят широкое применение многомерные приспособления, где за одну установку проверяют несколько параметров.

Контрольные приспособления делят на пассивные и активные. Пассивные применяют после выполнения операций обработки. Активные устанавливают на станках; они контролируют детали в процессе обработки, давая сигнал на органы станка или рабочему на прекращение обработки или изменение условий ее выполнения при появлении брака. Контрольные приспособления из самостоятельных устройств превращаются в составную часть автоматических систем. Это позволяет снизить себестоимость продукции в результате устранения брака и исключения контроля как самостоятельной операции.

Контрольные приспособления, обычные и автоматические, должны обеспечивать заданную точность и производительность контроля, быть удобными в эксплуатации, простыми в изготовлении, надежными при длительной работе и экономичными.

3.3 Приборы для контроля диаметров валов

В крупносерийном и массовом производстве для проверки точных диаметров валов и отверстий широко применяют пневматические приборы высокого или низкого давления, работающие в сочетании со специальными измерительными головками, скобами и пробками.

При измерении валов больших диаметров (св. 500 мм) жесткими скобами возникают затруднения, связанные с понижением жесткости скобы, деформациями измеряемых деталей и др. Все это увеличивает погрешности измерения. Для уменьшения погрешностей измерения при контроле До сих

						Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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.

с кронштейном 4. В требуемом положении кронштейны 4 и 2 фиксируют с помощью винтовых устройств 6.

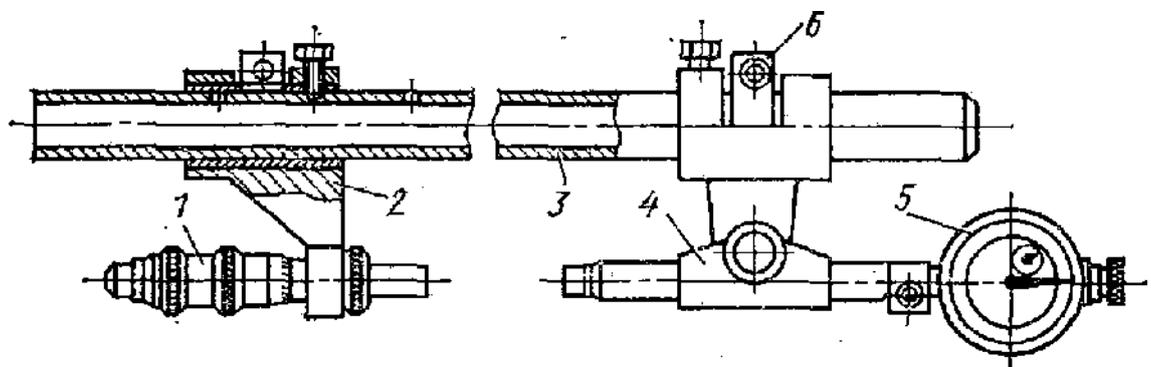


Рисунок 3.1 – Линейная скоба для измерения больших диаметров валов

						Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Настройка линейной скобы и процесс измерения ею не отличаются от настройки и измерения диаметрными скобами. Линейными скобами можно определять размеры торца детали только со стороны, поэтому их используют для измерения диаметров наружных поверхностей деталей типа дисков, колец фланцев, крышек и т.п.

Для измерения больших наружных диаметров валов с торца могут применять также штангенциркули. Однако при этом следует учитывать, что точность измерения ими меньше точности измерения инструментами с микрометрическими измерительными головками, у которых отсчет по нониусу производят с точностью 0,01 мм, в то время как нониус штангенинструмента, как правило, имеет точность отсчета 0,05 мм и грубее. Выпускают облегченные штангенциркули с величиной отсчета по нониусу 0,1 мм и с пределами измерения 1500...3000 мм и 2000... 4000 мм. Линейные скобы с микрометрическими головками и штангенциркули применяют также для измерения длин деталей.

Для измерения больших диаметров валов успешно применяют инструменты, основанные на косвенных методах. При использовании способа опоясывания применяют рулетки с длиной стальной ленты 10...50 м, и специальные измерительные стальные ленты. При измерении больших диаметров в серийном производстве применяют специальные ленты, имеющие определенную длину.

									<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					7

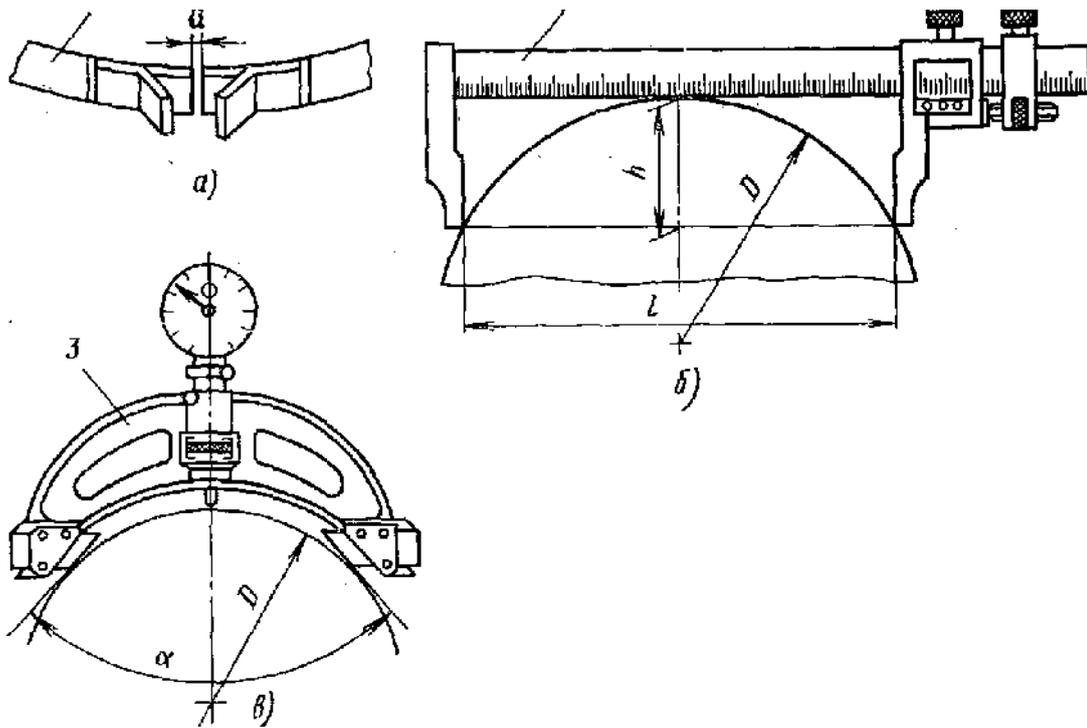


Рисунок 3.2 – Методы измерения валов

При таком методе измерения необходимо хорошее натяжение ленты (до ее полного прилегания к поверхности вала), поэтому применяют грузы или специальные натяжные устройства.

К методам измерения диаметра вала по хорде и высоте сегмента относится измерение штангенциркулем и седлообразными приборами с клиновыми (или роликовыми) вставками. Использование штангенциркуля показано на рисунке 3.2б.

Измерение диаметра вала с помощью седлообразного прибора с клиновыми вставками показано на рисунке 3.2в.

Седлообразные приборы перед измерением настраивают на нулевое деление по радиусным калибрам или шаблонам, радиусы которых равны номинальному (размеру радиуса измеряемой детали).

Иногда используют геодезические методы измерения, основанные на применении точного теодолита, с помощью которого визируют нужные точки на измеряемой детали, определяют угловые повороты оси прибора. Затем, зная базовое расстояние теодолита, рассчитывают искомые размеры.



Предельные погрешности методов измерения больших диаметров (1000...10000 мм):

- с помощью скоб 0,03...0,175 мм;
- с помощью обычных рулеток 0,2...0,345 мм.

Погрешности измерения с помощью измерительных лент в несколько раз меньше, чем с помощью рулеток.

К косвенным методам измерения больших диаметров относятся измерения детали на станке от дополнительных измерительных баз. На рисунке 3.3а показана схема определения от дополнительных баз размеров детали с большими габаритными размерами, обрабатываемой на токарно-карусельном станке

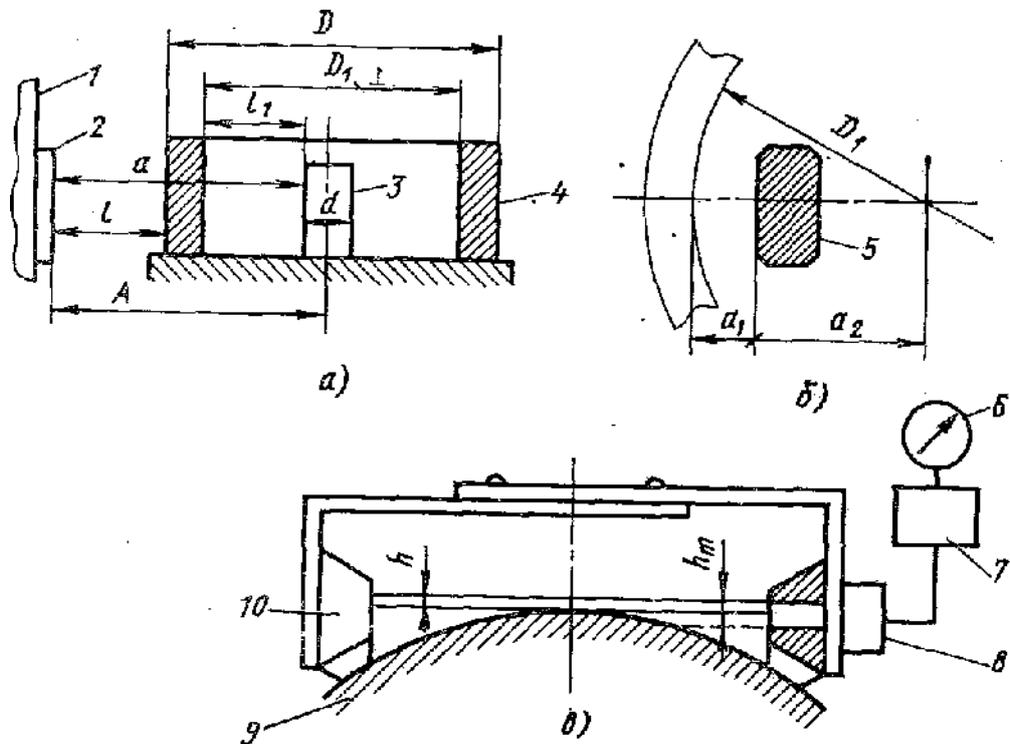


Рисунок 3.3 – Схема косвенного определения больших размеров

На колонке 1 станка закреплена закаленная пластина 2, расстояние А до которой от оси вращения планшайбы станка должно быть строго определенным. Это обеспечивается установкой на планшайбе станка контрольной оправки 3 диаметром d от которой определяют размер a до пластины 2.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						8

Измерением от дополнительных баз можно обеспечить требуемую точность при обработке по 3-му классу точности (8- 9-му квалитетам). Если измерение расстояния произвести из нескольких точек обрабатываемой поверхности, то можно определить погрешности формы обрабатываемой поверхности.

3.4 Приборы для измерения отклонений формы и расположения поверхностей

Рассмотрим методы и средства контроля и измерения отклонений формы и расположения поверхностей наиболее часто встречающихся деталей. Непосредственный контроль формы поверхности представляет существенные трудности, и поэтому его часто заменяют проверкой реального профиля, являющегося сечением поверхности плоскостью, ориентированной в заданном направлении.

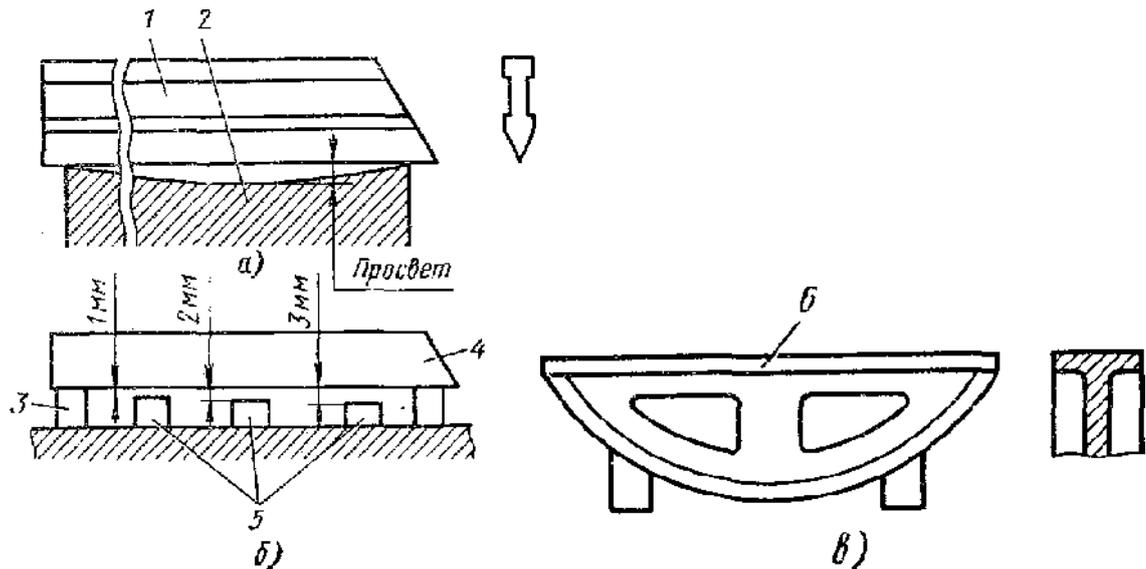


Рисунок 3.4 – Схемы измерения отклонений от прямолинейности

Измерения отклонений от прямолинейности и плоскостности производятся обычно при помощи поверочных линеек различных типов (рис. 3.4). Лекальными линейками (рис. 3.4а) измеряют «на просвет», (накладывая линейку 1 на проверяемую поверхность детали 2. При этом для определения величины про- света (световой щели), т. е. отклонения от прямолинейности, используют для сравнения образец просвета (рис. 3.4б). Лекальную линейку 4 укладывают на две концевые меры 5, а между лекальной линейкой и

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

поверхности, тем с большей точностью она выполнена. Минимальное число пятен краски в квадрате поверхности со стороной 25 мм должно составлять для III и IV степеней точности проверяемой поверхности по ГОСТ 10356-63 — 20...30 пятен; для V и VI степени точности — 12...20 пятен; для степеней точности VII и VIII — 5...12 пятен и для степеней точности IX и X менее 5 пятен. Угловые трехгранные линейки выпускаются с углом α , равным 45° , 55° и 60° , что позволяет использовать их также для проверки расположения плоскостей направляющих типа ласточкин хвост.

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

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

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.

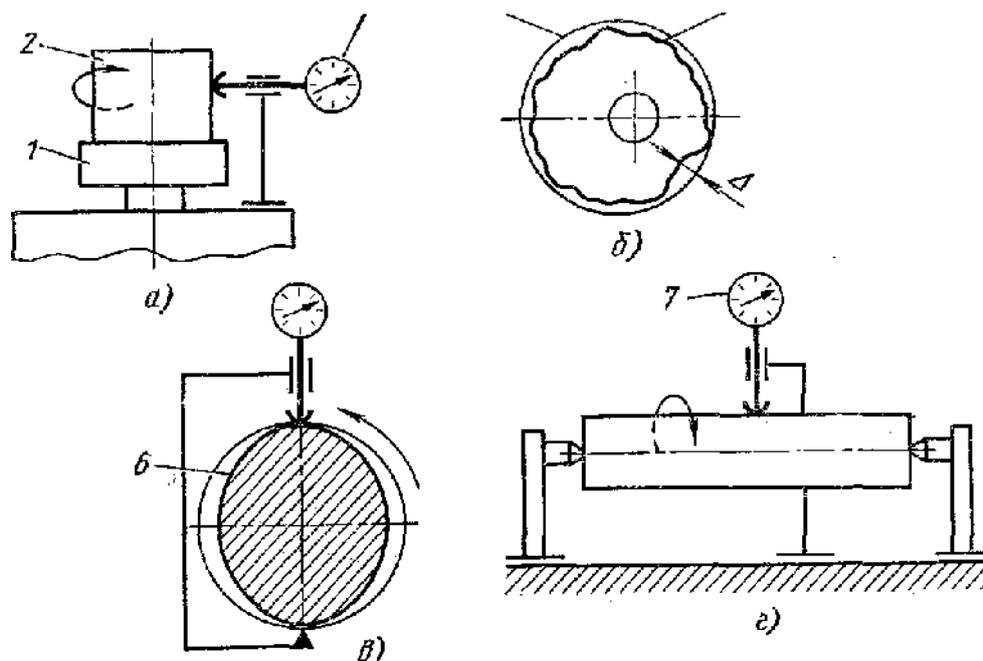


Рисунок 3.5 – Схема измерений отклонений формы цилиндрических деталей

Отклонение от круглости определяют как наибольшую разность расстояний между прилегающей окружностью и действительным профилем детали. Диск, на котором записывают круглограмму, и проверяемая деталь вращаются синхронно от общего электропривода. Запись автоматически прекращается при завершении одного оборота. По круглограмме оценивают отклонения от круглости; для упрощения процесса определения результата измерения используют прозрачные шаблоны, накладываемые на круглограмму.

Выпускают кругломеры четырех классов точности и нескольких моделей с пределами диаметров измеряемых поверхностей 0,5...350 мм и наибольшей высотой до 1500 мм. Пределы допускаемых собственных радиальных погрешностей кругломеров составляют 0,5 мкм.

На кругломерах можно измерять также отклонения от прямолинейности наружных и внутренних образующих цилиндрических деталей и отклонения от круглости конических деталей в заданных поперечных сечениях. Отклонения от круглости и огранку можно контролировать также путем

												Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								13

вращения детали, установленной на призмах или роликах, с регистрацией отклонений измерительной головкой. Однако этот способ является менее совершенным и допускает большие погрешности измерения.

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.

второй отсчет выполняют при повороте детали на 90° . При измерении двухконтактным прибором овальность детали будет равна полуразности показаний прибора, а при измерении в центрах — разности показаний. Для упрощения расчета результата измерения целесообразно установить указатель измерительной головки в нулевое положение в точке наибольшего или наименьшего значения диаметра.

В продольном сечении цилиндрических деталей измеряют конусообразность, бочкообразность, седлообразность, изогнутость. Для

определения первых трех показателей в зависимости от требуемой точности диаметры детали измеряют: у торцов для определения конусообразности; у торцов и в середине — для определения бочкообразности и седлообразности. Значения конусообразности, бочкообразности и седлообразности рассчитывают как полуразность наибольшего и наименьшего измеренных диаметров детали.

Изогнутость валов определяют при вращении детали на двух опорах под наконечником измерительной головки, установленной в середине длины валика. Изогнутость рассчитывают, как полуразность наибольшего и наименьшего показаний прибора. Изогнутость оси отверстия можно контролировать гладким калибром-пробкой, диаметр и длину которого рассчитывают исходя из заданных требований чертежа детали или сборочного соединения. О годности детали судят по прохождению калибра в отверстие, но величину изогнутости при этом не определяют.

3.5 Проект приспособления для контроля валов

Для контроля вала предлагается следующая конструкция приспособления представленная на рисунке 3.6

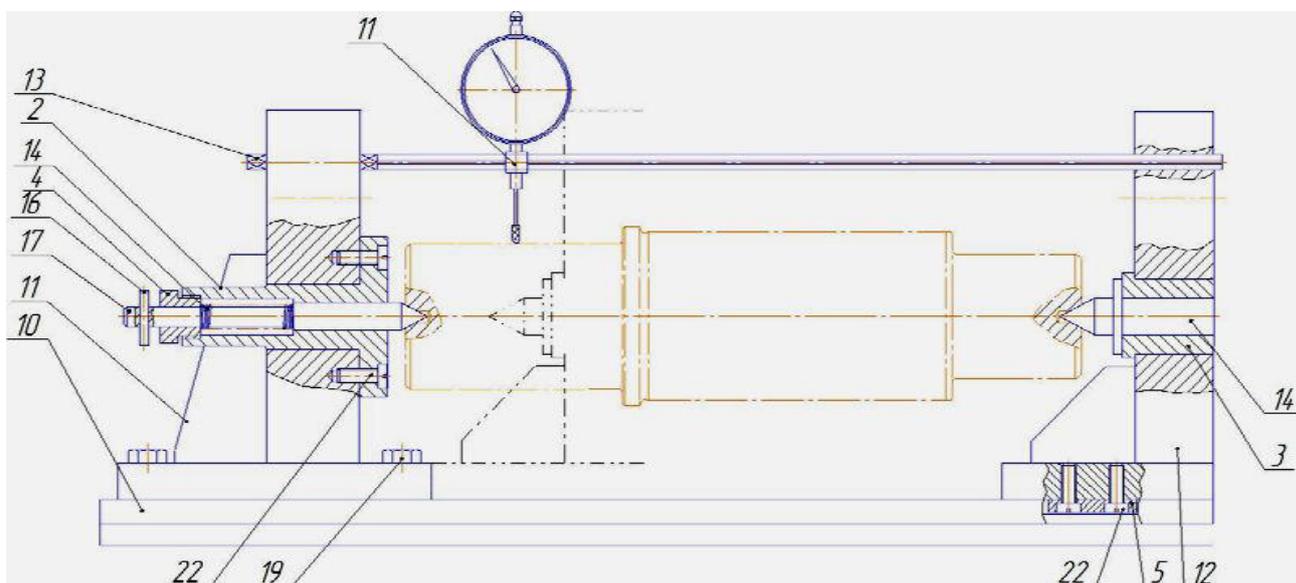


Рисунок 3.6 Конструкция приспособления для контроля валов

Приспособление работает следующим образом. Вал закрепляется в приспособлении при помощи штока поз. 17 и иглы поз. 8 после регулировки положения кронштейна поз.12 по горизонтали. Положение изменяется при помощи зажима поз.5 и винта поз. 22. Путем перемещения индикатора поз. 11 по направляющей поз. 13 измеряют требуемое место на вале. Максимальная длина вала при измерении составляет 345 мм, минимальная 32 мм.

При помощи приспособления можно измерить радиальное биение и параллельность по длине.

3.7 Выбор материалов и расчет прочности приспособлений

3.7.1. Выбор конструкционных материалов

После расчета точности изготовления приспособления и силового расчета необходимо выбрать конструкционные материалы для деталей приспособления, назначить термическую (химико-термическую, электрохимическую и т. п.) обработку или вид покрытия и рассчитать размеры элементов из условий прочности [3, 4, 10].

Материалы для деталей (элементов) приспособлений следует выбирать исходя из условий работы и эксплуатационных требований, предъявляемых к этим деталям. Так, к установочным элементам приспособлений, которые являются опорами заготовки в приспособлении и определяют ее положение в пространстве, предъявляются требования точности, прочности, жесткости, износостойкости. Применительно к зажимным элементам на первый план выдвигаются прочность, жесткость и надежность. Корпуса объединяют в единую конструкцию элементы приспособления и воспринимают все силы, действующие на заготовку в процессе ее закрепления и обработки. Поэтому они должны обладать достаточно высокой прочностью, демпфирующими

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

свойствами, жесткостью и длительное время сохранять точность расположения рабочих поверхностей.

Подобные требования предъявляются и к другим элементам приспособлений. В определенной степени многие из названных требований обеспечиваются конструкцией и размерами деталей приспособлений. А вот износостойкость, прочность и жесткость элементов и компактность приспособлений в большей части зависят от правильного выбора конструкционных материалов, химико-термической и отделочной обработки.

Для обеспечения необходимой износостойкости, жесткости и прочности установочные элементы изготавливаются, например, из углеродистых сталей У7А...У10А с закалкой до твердости 56...61 HRC или из сталей 20, 20Х и 15ХМ с цементацией и последующей закалкой до той же твердости. Кроме того, контактирующие поверхности установочных элементов тщательно обрабатываются с обеспечением шероховатости по параметру $R_a = 0,63...0,16$ мкм.

3.7.2. Покрyтия деталей и их химическая (электрохимическая) обработка

При выборе материалов для элементов приспособлений необходимо решить вопросы о виде покрытия поверхностей, химической и электрохимической обработки деталей. Покрyтия и химическая обработка применяются для улучшения эксплуатационных, защитных и декоративных свойств деталей приспособлений. Существуют лакокрасочные, гальванические, химические и металлизационные покрытия, оксидные и фосфатоксидные процессы обработки деталей [3, 4, 8, 10, 15] и др.

Лакокрасочные покрытия классифицируются и обозначаются по ГОСТ 9.032—74; виды и обозначение материалов покрытий регламентируются ГОСТ 9825—73. В зависимости от условий эксплуатации лакокрасочные покрытия подразделяются на стойкие внутри помещений, атмосферостойкие, масло- и бензостойкие, водостойкие, электроизоляционные. В выборе цветов

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	18

металлом пониженная, потери напыляемого металла значительные, а в тонких слоях покрытия может наблюдаться пористость.

В качестве химической и электрохимической обработки деталей приспособлений применяются оксидирование, фосфатирование и другие процессы, заключающиеся в создании на поверхностях металлических деталей неорганической защитной пленки толщиной 5...8 мкм.

Оксидирование стальных деталей осуществляется термическим способом и может быть двух видов — воронение (для мелких деталей) и синение (для полированных деталей). Пленки, созданные в результате оксидирования и фосфатирования, защищают детали приспособлений от коррозии. Следует учитывать, что создаваемые пленки обладают пониженным сопротивлением истиранию, а фосфатирование можно использовать для защиты от коррозии стальных деталей, к декоративной отделке которых не предъявляется высоких требований.

3.7.3. Прочность деталей приспособлений

Прочность — одно из основных требований, предъявляемых к деталям и приспособлениям в целом. Прочность деталей может рассматриваться по коэффициентам запаса или по номинальным допускаемым напряжениям. Расчеты по номинальным допускаемым напряжениям менее точны и прогрессивны, но значительно проще. С помощью расчета деталей (элементов) приспособлений на прочность можно решать две задачи:

а) проверку на прочность уже существующих деталей с определенными размерами сечений путем сравнения фактических напряжений (моментов, сил) с допускаемыми — проверочный расчет;

б) определение размеров сечений деталей — предварительный проектный расчет.

Расчет на прочность (задача а) детали в виде стержня круглого сечения, нагруженного осевой силой, по допускаемым напряжениям растяжения (сжатия) осуществляется по формуле

$$\sigma = \frac{4P}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma]$$

где σ — фактическое напряжение растяжения (сжатия), МПа;

P — расчетная осевая сила, Н;

d — диаметр опасного сечения (для резьбового стержня—внутренний диаметр резьбы), мм;

$[\sigma]$ — допускаемое напряжение растяжения (сжатия), МПа.

Определение необходимого размера опасного сечения (задача б) для подобного случая можно производить по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot [\sigma]}}$$

Полученное значение округляется в сторону увеличения до целого или ближайшего стандартного значения. При наличии шпоночного паза в опасном сечении детали полученное расчетом значение d следует увеличить на 5... 10 %.

Расчеты на прочность валов и осей с целью определения их размеров (задача б) можно производить по формулам: на изгиб (детали круглого сечения)

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{из}}{0,1 \cdot [\sigma]}}$$

на изгиб (детали кольцевого сечения)

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{из}}{0,1 \cdot (1 - \kappa_4^0) [\sigma]}}$$

на кручение

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{из}}{0,2 \cdot [\tau_{кр}]}}$$

						Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $M_{из}$ — изгибающий момент, Н · мм;

$M_{кр}$ — крутящий момент, Н · мм;

$k_0 = d_0/d$ — отношение внутреннего диаметра вала (оси) d_0 к наружному d .

Необходимо помнить, что оси рассчитываются только на изгиб, так как они не передают крутящего момента.

Валы и оси можно рассчитывать на жесткость, но диаметр деталей в этом случае получается большим, чем при расчете на прочность. Расчет на изгибную жесткость состоит из определения углов наклона и прогибов упругой линии осей и валов и сравнения их с допускаемыми значениями. Следует отметить и сложность расчетов деталей на жесткость. Например, расчет валов на жесткость (задача *a*) при кручении производится по формуле

$$\varphi = 180 \cdot M_{кр} \cdot \ell / (\pi \cdot G \cdot I_p) \leq [\varphi]$$

где φ — действительный угол закручивания вала, град;

$[\varphi]$ — допускаемый угол закручивания (можно принимать для большинства валов $[\varphi] = 15'$ на 1 м длины; для менее ответственных валов $[\varphi]$ принимается до 2°);

$M_{кр}$ — крутящий момент, Н · мм;

ℓ — длина скручиваемой части вала, мм;

G — модуль упругости при сдвиге, МПа (для стали $G = 8 \cdot 10^4$ МПа);

I_p — полярный момент инерции сечения вала, мм⁴

Уточненный расчет валов на прочность, в случае возникновения такой необходимости, заключается в определении коэффициентов запаса для опасных сечений.

При нагружении соединения силами в плоскости (по поверхности) стыка деталей и в случаях установки штифта (цилиндрического гладкого стержня винта) без зазора и работы на срез проверочный расчет (задача *a*) штифта (винта) может осуществляться по формуле

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$r = 2 \text{ мм}$$

$$\beta = 12^\circ$$

Для циркуляционно-нагруженного кольца определяется интенсивность нагружения P_R , Н.

$$P_R = \frac{R}{B - 2r} K_{II} \cdot F \cdot F_A, \quad (2.1)$$

где R – радиальная реакция опоры на подшипник, кН

B – ширина подшипника, мм

r – радиус фасок колец подшипника, мм

K_{II} – динамический коэффициент посадки [1, табл. 3.5]

F – коэффициент ослабления посадочного натяга при полом вале или тонкостенном корпусе

F_A – коэффициент неравномерности распределения радиальной нагрузки между рядами роликов или между сдвоенными шарикоподшипниками при наличии осевой нагрузки на опору [1, табл. 3.2]

$$P_R = \frac{1,6 \cdot 10^3}{21 - 2 \cdot 2} \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 2 = 263,5 \text{ [Н / мм]}$$

По величине интенсивности нагружения P_R выбираем вид посадки «js» - посадка на вал

Для колец, воспринимающих колебательное и местное нагружение, выбирается вид посадки в зависимости от характера нагружения и вида корпуса

«Н» - посадка в корпус

Выбор квалитета для посадок колец подшипников

Для вала – 6 квалитет

Для корпуса – 7 квалитет

По ГОСТ 520 – 89 и ГОСТ 25347 – 82 определяем отклонения ES, EI, ei, es, строим поля допусков по наружному (D) и внутреннему (d) диаметрам и определяем табличные натяги N_{\max} и N_{\min}

										Лист
										24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Отклонения для внутреннего кольца подшипника:

$$ES = +8 \text{ мкм}, EI = -8 \text{ мкм}$$

Отклонение для наружного кольца подшипника:

$$es = +25 \text{ мкм}, ei = 0 \text{ мкм}$$

Определяем поле допуска внутреннего (L5) и наружного (15) колец
[1, табл. 3.9]

$$L0 = -12 \text{ мкм}, l0 = -15 \text{ мкм}$$

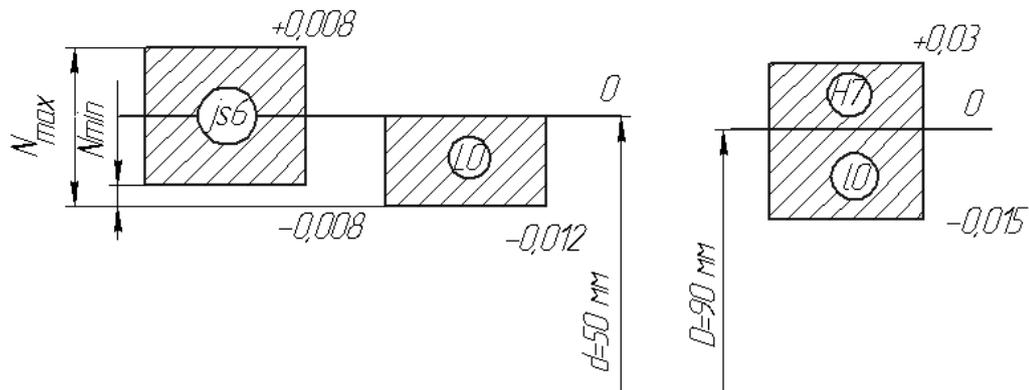


Схема расположения полей допуска

$$N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES \quad (3.1)$$

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI \quad (3.2)$$

$$N_{min} = -0,008 - (-0,012) = 0,004 \text{ [мм]}$$

$$N_{max} = 0,008 - (-0,012) = 0,020 \text{ [мм]}$$

2.6 Вычислим минимальный допустимый натяг:

$$K = \frac{1}{\left(1 - \left(\frac{d}{d_0}\right)^2\right)} \quad (3.3)$$

K - конструктивный фактор,

где d_0 – приведенный диаметр внутреннего кольца

$$d_0 = d + \frac{D-d}{4} \quad (3.4)$$

$$d_0 = d + \frac{D-d}{4} = 50 + \frac{90-50}{4} = 60[\text{мм}]$$

$$K = \frac{1}{\left(1 - \left(\frac{50}{60}\right)^2\right)} = 3,273$$

$$U_{\min \text{ доп}} = \frac{13 \cdot R \cdot K}{(B-2r) \cdot 10^6} \quad (3.5)$$

где R – радиальная реакция

$$U_{\min \text{ доп}} = \frac{13 \cdot R \cdot K}{(B-2r) \cdot 10^6} = \frac{13 \cdot 1,6 \cdot 10^3 \cdot 3,273}{(21-2 \cdot 2) \cdot 10^6} = 0,004 [\text{мм}] = 4 [\text{мкм}]$$

Условие $N_{\min} \geq U_{\min \text{ доп}}$ выполняется,

0,004 = 0,004 - условие выполнено

2.7 Вычислим максимальный допустимый натяг:

$$U_{\max \text{ доп}} = 11,4 \frac{[\sigma_{\text{доп}}]}{(2K-2) \cdot 10^6} \cdot K \cdot d \quad (3.6)$$

где $[\sigma_{\text{доп}}] = 400$ – предел прочности шарикоподшипниковой стали

$$U_{\max \text{ доп}} = 11,4 \frac{400}{(2 \cdot 3,273 - 2) \cdot 10^6} \cdot 3,273 \cdot 50 = 0,164 [\text{мм}]$$

$N_{\max} < U_{\max \text{ доп}}$ - условие выполнено.

0,020 < 0,164

Проверяем наличие посадочного рабочего зазора:

По внутреннему диаметру (d) определяем min и max радиальный зазор [1, табл. 3.11]:

$$G_{\min} = 12 \text{ мкм}, G_{\max} = 29 \text{ мкм}$$

Определяем начальный радиальный зазор:

$$G_n = \frac{G_{\max} + G_{\min}}{2} \quad (3.7)$$

						Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G_n = \frac{G_{\max} + G_{\min}}{2} = \frac{29 + 12}{2} = 20,5 \text{ [мкм]} \text{ или } 0,0205 \text{ [мм]}$$

Определим эффективный натяг:

$$U_{\text{эф}} = 0,85 \cdot N_{cp} \quad (3.8)$$

где N_{cp} - усреднённый натяг

$$N_{cp} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} \quad (3.9)$$

$$N_{cp} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = \frac{0,020 + 0,004}{2} = 0,012 \text{ [мм]}$$

$$U_{\text{эф}} = 0,85 \cdot 0,012 = 0,0102 \text{ [мм]}$$

Определим рабочий радиальный зазор:

$$G_p = G_n - \Delta d \quad (2.11)$$

$$\text{где } \Delta d = U_{\text{эф}} \cdot \frac{d}{d_0} = 0,0102 \cdot \frac{50}{60} = 0,0085 \text{ [мм]}$$

$$G_p = 0,0205 - 0,0085 = 0,012 \text{ [мм]}$$

Условие $G_p > 0$ - выполнено.

Определим усилие запрессовки подшипника на вал ($P_{\text{запр}}$):

$$P_{\text{запр}} = \frac{U_{\text{эф}} \cdot f \cdot E \cdot \pi \cdot B}{2K} \quad (3.10)$$

Где $f = 0,14$ - коэффициент трения при запрессовке

$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ [Па]}$ - модуль упругости стали

$$P_{\text{запр}} = \frac{0,0102 \cdot 0,14 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 3,14 \cdot 21 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3,273} = 2876,9 \text{ [Н]}$$

Определим температуру нагрева подшипника в масле для установки его на вал:

$$t_{\text{нод}} = \frac{N_{\max} + S_{\text{сб}}}{\alpha \cdot d} + 20^{\circ} \text{C} \quad (3.11)$$

где $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} [^{\circ}C^{-1}]$ - температурный коэффициент линейного расширения подшипниковой стали

$S_{сб} = 0,008 [мм]$ - сборочный зазор

$$t_{под} = \frac{0,020 + 0,008}{12 \cdot 10^{-6} \cdot 50} + 20^{\circ}C = 66,7 [^{\circ}C]$$

3.8. Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия

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

Для уменьшения и предупреждения травматизма проводим следующие виды инструктажа:

- 1) вводный- при поступлении рабочего на работу;
- 2) ежедневный- проводится на рабочем месте
- 3) периодический- через 3...6 месяцев
- 4) внеочередной- после каждого несчастного случая или при изменении

технологии.

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

						Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

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

Ее гигиеническое значение заключается в оздоровительном эффекте, в улучшении функциональных показателей физического развития и физической подготовленности при систематическом применении в снижении нервно-психического напряжения. Осложняет проведение производственной гимнастики ограниченность во времени, выполнение физических упражнений непосредственно на рабочем месте, в рабочей одежде и т.д.

Производственная гимнастика имеет следующие основные формы.

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

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

Физкультурные минутки относятся к малым формам активного отдыха и проводятся в течение 1-2 мин, состоят из 2-3 упражнений. Их целью является снижение местного утомления, возникающего, например, при длительном

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

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.

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.

3.13 Экономическое обоснование конструкции приспособления

3.13.1 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.

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

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

Для определения стоимости конструкции машин воспользуемся способом аналогии по сопоставимости массы

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

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 ($\sigma = 0,9 \dots 0,95$)

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

Для расчетов принимаем $C_{\bar{o}} = 21500$ рублей.

3.13.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции приспособления

Исходные данные для расчета заносим в таблицу 3.2

Таблица 3.2 -Исходные данные для расчета

Наименование	Исходные	Проект
--------------	----------	--------

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Масса конструкции G , кг.	12,1	13,44
Балансовая стоимость C_{δ} , руб.	25000	21500
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_{pmo} , %	16	16
Норма амортизации a , %	14,2	14,2
Годовая загрузка $T_{год}$, час.	1200	1200
Часовая производительность $W_{ч}$, шт/час	12,8	19,3
Срок службы $T_{сл}$, лет	10	10

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

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_{ч} \cdot T_{год} \cdot T_{сл.}}, \text{ кг/шт.} \quad (3.4)$$

где G – масса, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка, шт.;

$T_{сл.}$ – срок службы, лет.

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

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

Фондоемкость процесса (общая):

$$F_e = \frac{C_{\delta}}{W_{ч} \cdot T_{год}}, \quad (3.5)$$

где C_{δ} – балансовая стоимость, руб

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

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

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

Затраты на амортизацию определяется из выражения:

$$A = \frac{C_{\bar{0}} \cdot a}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.10)$$

где a – норма амортизации, %

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

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

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

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

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot K_{\text{уд}} = S + E_n \cdot F_e, \quad (3.11)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_n = 0,15$;

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

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

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

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_c - S_{\text{пр}}) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}} ; \quad (3.12)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (4,59 - 3,39) \cdot 19,3 \cdot 1200 = 27792 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив с}} - C_{\text{прив пр}}) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}} , \quad (3.13)$$

$$E_{\text{год}} = (4,83 - 3,52) \cdot 19,3 \cdot 1200 = 30339,6 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\bar{0}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad 3.14$$

где C_{δ_0} – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб

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

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{доп}}{C_{\delta_1}} \quad 3.15$$

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

Таблица 3.3 Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции приспособления

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

По результатам вычислений видно, что конструкция приспособления является экономически эффективной.

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						