

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга

УТВЕРЖДАЮ
Директор института технологий и
инженерной механики
 Мотильная Е.П.
« 18 » 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ
ДЕТАЛЕЙ»

По направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение

Магистерская программа: «Обработка металлов по спецтехнологиям»

Луганск - 2023

Лист согласования РПУД

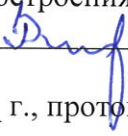
Рабочая программа учебной дисциплины «Теория и технологии вибрационной обработки деталей» по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение. – 26 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория и технологии вибрационной обработки деталей» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение в, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «14» августа 2020 года № 1025.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Мицык В.Я.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга «14» 04 2023 года, протокол № 9

Заведующий кафедрой технологии машиностроения
и инженерного консалтинга  Витренко В.А.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 года, протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

© Ясуник С.Н., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины «Теория и технология вибрационной технологий» - является приобретение студентами знаний о колебаниях и волновых процессах; физике и механике процессов обработки деталей в условиях вибрационного воздействия, основ проектирования высокоэффективных технологий.

Задачи. Усвоение необходимых теоретических основ вибрационной технологии. Обоснование принимаемых инженерных решений при проектировании новых и совершенствованию существующих вибрационных технологий.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Теория и технологии вибрационной обработки деталей» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания теории процессов, лежащих в основе изучаемых методов вибрационной обработки деталей машиностроительного производства; умения определения рациональных границ использования теории и методов вибрационной обработки; навыки разработки технологического процесса обработки изделий с применением прогрессивных технологий вибрационной обработки деталей машиностроительного производства.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Отделочно-абразивные методы обработки», «Механизация технологических процессов обработки свободными абразивами», «Технология машиностроения», «Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов», «Импульсные методы обработки» и служит основой для освоения дисциплин «Теоретические основы и технологии электрофизикохимических методов обработки материалов», «Методы повышения эксплуатационных свойств деталей машин», и служит основой для выполнения магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства	ПК-1.1. Определяет технологические возможности средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства. ПК-1.2. Выбирает технологические режимы технологических операций.	знать: методы определения показателей технического уровня процессов вибрационной обработки машиностроительных изделий различного служебного назначения; технологические показатели процессов вибрационной обработки деталей машиностроительных производств; правила и нормы составления, оформления технической документации и чертежей изделий высокой сложности серийного (массового) производства; руководящие

	ПК-1.3. Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства. ПК.1.4. Разрабатывает технологические операции изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.	документы по технологичности изделий машиностроения и процессов их изготовления;
		уметь: разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемых изделий, технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств; разрабатывать обобщенные варианты решения проектных задач, анализировать и выбирать оптимальные решения, прогнозировать их последствия при вибрационной обработке деталей; читать техническую документацию и применять основные нормы и правила анализа документации и чертежей; осуществлять мероприятия, направленные на повышение технологичности изделий высокой сложности серийного (массового) производства при вибрационной обработке;
		владеть: способностью определять показатели технического уровня проектируемых процессов вибрационной обработки изделий высокой сложности серийного (массового) производства; способностью анализировать и выбирать оптимальные решения, прогнозировать их последствия; навыками чтения и разработки документации ЕСКД, ЕСТД; навыками для оценки операций вибрационной обработки на технологичность.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	2 семестр – 108 (3 зач. ед)	3 семестр – 108 (3 зач. ед)
	3 семестр – 108 (3 зач.ед)	4 семестр – 108 (3 зач.ед)

Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	2 семестр - 45 3 семестр - 60	3 семестр - 6 4 семестр - 8
Лекции	2 семестр - 15 3 семестр - 30	3 семестр - 2 4 семестр - 4
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	2 семестр - 30	3 семестр - 4
Лабораторные работы	3 семестр - 30	4 семестр - 4
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	2 семестр - 63 3 семестр - 48	2 семестр - 102 3 семестр - 100
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

2 Семестр (3 Семестр для заочной формы)

Тема 1. Теоретические основы вибрационной технологии. Общие сведения о механических колебаниях и волновых процессах. Колебательная система и ее параметры.

Тема 2. Классификация и характеристика колебательных процессов. Волновые процессы при виброударном воздействии. Физико-технологические свойства вибрирующей среды.

Тема 3. Условия образования и физико-технологические свойства виброкипящего слоя. Динамические свойства вибрационных технологических систем. Обобщенный подход к природе и свойствам вибрационных процессов.

Тема 4. Технологические свойства, физика и механохимия вибрационных процессов. Общие замечания. Механика взаимодействия абразивной среды и деталей при вибрационном воздействии.

Тема 5. Анализ механизма разрушения материала колеблющимися абразивными зернами.

Тема 6. Особенности формирования поверхности при виброабразивной обработке. Общие замечания. Характеристика следов обработки.

Тема 7. Сущность и закономерности процесса виброабразивной обработки. Сущность и основные параметры процесса.

3 Семестр (4 Семестр для заочной формы)

Тема 1. Технологические параметры и закономерности виброударной упрочняющей обработки. Деформационные процессы.

Тема 2. Ударно-волновое воздействия при вибрационной стабилизирующей обработке.

Тема 3. Комбинированные процессы (разновидности) вибрационной обработки. Обоснование разработки комбинированных процессов.

Тема 4. Вибрационные процессы в неметаллообрабатывающих сферах производства.

Тема 5. Применение вибрационной технологии. Технологические возможности вибрационной обработки.

Тема 6. Примеры решаемых технологических задач вибрационной обработки.

Тема 7. Реализация вибрационных процессов в не металлообрабатывающих сферах производства.

Тема 8. Технологическое оснащение. Вибрационные станки и вспомогательные устройства.

Тема 9. Технологические рабочие среды Общие замечания. Назначение и классификация.

Тема 10. Технологические жидкости. Характеристика и назначение.

4.3. Лекции

Семестр 2 (3 Семестр для заочной формы)

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Теоретические основы вибрационной технологии. Общие сведения о механических колебаниях и волновых процессах. Колебательная система и ее параметры.	3	1
2	Классификация и характеристика колебательных процессов. Волновые процессы при виброударном воздействии. Физико-технологические свойства вибрирующей среды.	2	
3	Условия образования и физико-технологические свойства виброкипящего слоя. Динамические свойства вибрационных технологических систем. Обобщенный подход к природе и свойствам вибрационных процессов.	2	
4	Технологические свойства, физика и механохимия вибрационных процессов. Общие замечания. Механика взаимодействия абразивной среды и деталей при вибрационном воздействии.	2	
5	Анализ механизма разрушения материала колеблющимися абразивными зернами	2	1
6	Особенности формирования поверхности при виброабразивной обработке. Общие замечания. Характеристика следов обработки	2	
7	Сущность и закономерности процесса виброабразивной обработки. Сущность и основные параметры процесса. Основные закономерности процесса	2	
Итого:		15	2

Семестр 3 (4 Семестр для заочной формы)

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Технологические параметры и закономерности виброударной упрочняющей обработки. Деформационные процессы	3	3
2	Ударно-волновое воздействия при вибрационной стабилизирующей обработке	3	
3	Комбинированные процессы (разновидности) вибрационной обработки. Обоснование разработки комбинированных процессов	3	

4	Вибрационные процессы в неметаллообрабатывающих сферах производства.	3	
5	Применение вибрационной технологии. Технологические возможности вибрационной обработки	3	
6	Примеры решаемых технологических задач вибрационной обработки	3	
7	Реализация вибрационных процессов в неметаллообрабатывающих сферах производства	3	
8	Технологическое оснащение. Вибрационные станки и вспомогательные устройства	3	
9	Технологические рабочие среды Общие замечания. Назначение и классификация	3	1
10	Технологические жидкости. Характеристика и назначение	3	
Итого:		30	4

4.4. Практические занятия

Семестр 2 (3 Семестр для заочной формы)

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Моделирование сыпучих сред, подвергнутых вибрационному воздействию	2	1
2	Расчет взаимодействия абразивной среды и деталей при вибрационном воздействии	2	
3	Особенности и кинематики и динамики процесса соударения	2	
4	Расчет обобщенного показателя эффективности процесса соударения. Анализ параметров косоугольного удара	2	
5	Рассмотрение характера изменения критерия эффективности виброобработки в зависимости от скорости соударения гранул среды с обрабатываемой деталью	2	1
6	Рассмотрение характера изменения критериев эффективности виброобработки в зависимости от радиуса гранул рабочей среды	2	
7	Рассмотрение изменения работы пластической деформации и работы трения в зависимости от угла соударения гранулы и детали	2	1
8	Взаимодействие абразивной гранулы среды с шероховатой поверхностью обрабатываемой детали	2	
9	Определение характера механических и физико-механических процессов при виброабразивной обработке	2	1
10	Анализ вибрационной обработки с позиций характера локального контактирования зерен абразивной гранулы с поверхностным слоем обрабатываемой детали	2	
11	Выявление характера динамических нагрузок в зонах контакта гранул рабочей среды и обрабатываемой детали для вибрационной и других методов отделочно-зачистной обработки	2	
12	Рассмотрение отличительных признаков процесса виброобработки от других известных отделочно-зачистных технологий в промышленном производстве деталей	2	

	машиностроения и приборостроения		
13	Изучение воздействия вибрирующей массы абразивных гранул на слой предразрушенного и пластически деформированного активного металла	2	
14	Изучение электронно-микроскопического исследования наличия адгезионных пятен и окисных пленок на контактных площадках гранул среды и обрабатываемых деталей	2	
15	Установление интенсивности съема металла при виброобработке в зависимости от интенсивности механического и химического воздействия и способности материала детали сопротивляться воздействию посторонних физических эффектов	2	
Итого:		30	4

4.5. Лабораторные работы

Семестр 3 (4 Семестр для заочной формы)

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение численного значения коэффициента демпфирования для вязко-упругой вибрационной системы	2	1
2	Определение выражений продолжительности отрывного и совместного движения гранул среды и поведения пространственной системы колеблющихся гранул в рамках теории квазипластического удара с повторно затухающими соударениями	2	
3	Установление продолжительности такта соударения отдельной гранулы, находящейся поочередно в состоянии плотной и разрыхленной упаковки	2	
4	Составление уравнений для определения силы соударения гранул и деталей исходя из значения продолжительности их соударения	2	1
5	Определения значения коэффициентов восстановления в зависимости от скорости соударения	2	
6	Установление величины угла соударения гранулы и детали на значение коэффициента скорости соударения, коэффициентов вязкого и сухого ударного трения	2	1
7	Установление механизма воздействия микроударов гранул рабочей среды и предпосылки изменения физико-механических свойств в поверхностных слоях обрабатываемых деталей	2	
8	Установление распределения остаточных напряжений при различной продолжительности обработки деталей и стали ШХ 15	2	
9	Характеристика микротвердости, как основной составляющей физико-механических свойств поверхностного слоя после упругопластического деформирования, вызванного действием ударно-волновых процессов	2	1

10	Определение влияния продолжительности виброобработки на изменения микротвердости поверхностного слоя материала обрабатываемой детали	2	
11	Определение вида гранулированной рабочей среды при виброобработке на изменение микротвердости обрабатываемой детали	2	
12	Установление физической природы волновых процессов от виброударного воздействия	2	
13	Сущность процесса вибрационной стабилизирующей обработки и его зависимость от размеров детали и схемы нагружения	2	
14	Установление зависимостей деформации деталей от времени обработки, а также зависимостей снижения остаточных напряжений от их исходной величины	2	
15	Расчет и оптимизация технологических параметров вибрационной обработки	2	
Итого:		30	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

Семестр 2 (3 Семестр для заочной формы)

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Теоретические основы вибрационной технологии. Общие сведения о механических колебаниях и волновых процессах. Колебательная система и ее параметры.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	4	8
2	Классификация и характеристика колебательных процессов. Волновые процессы при виброударном воздействии. Физико-технологические свойства вибрирующей среды.		4	8
3	Условия образования и физико-технологические свойства виброкипящего слоя. Динамические свойства вибрационных технологических систем. Обобщенный подход к природе и свойствам вибрационных процессов.		4	8
4	Технологические свойства, физика и механохимия вибрационных процессов. Общие замечания. Механика взаимодействия абразивной среды и деталей при вибрационном воздействии.		3	8
5	Анализ механизма разрушения материала колеблющимися абразивными зёрнами		3	8
6	Особенности формирования поверхности при виброабразивной		3	8

	обработке. Общие замечания. Характеристика следов обработки			
7	Сущность и закономерности процесса виброабразивной обработки. Сущность и основные параметры процесса. Основные закономерности процесса		3	7
Итого:			63	102

Семестр 3 (4 Семестр для заочной формы)

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Технологические параметры и закономерности виброударной упрочняющей обработки. Деформационные процессы	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	5	10
2	Ударно-волновое воздействия при вибрационной стабилизирующей обработке		5	10
3	Комбинированные процессы (разновидности) вибрационной обработки. Обоснование разработки комбинированных процессов		5	10
4	Вибрационные процессы в неметаллообрабатывающих сферах производства.		5	10
5	Применение вибрационной технологии. Технологическое возможности вибрационной обработки		5	10
6	Примеры решаемых технологических задач вибрационной обработки		4	10
7	Реализация вибрационных процессов в не металлообрабатывающих сферах производства		4	10
8	Технологическое оснащение. Вибрационные станки и вспомогательные устройства		5	10
9	Технологические рабочие среды Общие замечания. Назначение и классификация		5	10
10	Технологические жидкости. Характеристика и назначение		5	10
Итого:			48	100

4.7. Курсовые проекты.

Учебным планом не предусмотрено выполнение курсового проекта.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Теория и технологии вибрационной обработки деталей» используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Бабичев А. П. Основы вибрационной технологии : [монография] / А. П. Бабичев, И. А. Бабичев ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Донской гос. технический ун-т. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2008. - 693 с. - ISBN 978-5-7890-0472-2.

2. Бабичев А. П. Технология вибрационной обработки. Ч. 2. - Ростов н/Д : Изд. центр ДГТУ, 1994. - 88 с. : ил. - (Основы вибрационной технологии. Учеб. пособие).; ISBN 5-230-08690-4.

3. Александров Е. В. Прикладная теория и расчеты ударных систем [Текст] / Е. В. Александров, В. Б. Соколинский ; АН СССР. М-во угольной пром-сти СССР. Ин-т горного дела им. А. А. Скочинского. - Москва : Наука, 1969. - 199 с.

4. Гончаревич И. Ф. Вибрация-нестандартный путь : Вибрация в природе и технике / И. Ф. Гончаревич; Отв. ред. Э. Г. Гудушаури; АН СССР. - Москва : Наука, 1986. – 207 с.

5. Оздоблювальні абразивні методи обробки: підручник / Л.М. Лубенська, В.Б. Струтинський, С.М. Ясунік, М.О. Калмиков. – Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2011. – 266 с.

б) дополнительная литература:

1. Блехман И. И. Что может вибрация? [Текст] : о "вибрационной механике" и вибрационной технике / И. И. Блехман. - Изд. 2-е, доп. - Москва : URSS, сор. 2016. – 211 с. - ISBN 978-5-9710-3582-4.

2. Субач А.П. Динамика процессов и машин объемной вибрационной и центробежной обработки насыпных деталей. – Рига: Зинатне, 1991. – 400 с.

3. Копылов Ю. Р. Виброударное упрочнение : [Монография] / Копылов Ю. Р. - Воронеж : ВИ МВД России, 1999. – 384 с.

4. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения [Текст] / Гос. ком. стандартов Совета Министров СССР.

Госстандарт СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т по нормализации в машиностроении. ВНИИНМАШ. - 1-я ред. - Москва : [б. и.], 1973.

5. Кулаков Ю.М., Хрульков В.А. Отделочно-зачистная обработка деталей. – М.: Машиностроение, 1979. - 216 с.

6. Карташов И.Н., Шаинский М.Е. и др. Обработка деталей свободными абразивами в вибрирующих резервуарах, Киев, "Вища школа", 1975, 186 с.

7. Проволоцкий А.Е. Струйно-абразивная обработка деталей машин. К.: Техника, 1989.

8. Отделочно-абразивные методы обработки. Справ. пособие / Л.М. Кожуро и др./ Под ред. Чистосердова П.С. - Мн. , Высшая школа, 1989. -287 с.

в) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Теория и технологии вибрационной обработки деталей» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное	Бесплатное программное	Ссылки
----------------	------------------------	--------

назначение	обеспечение	
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Теория и технологии вибрационной обработки деталей»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий высокой сложности и серийного (массового) производства	ПК-1.1. Определяет технологические возможности средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.	Тема 1. Теоретические основы вибрационной технологии. Общие сведения о механических колебаниях и волновых процессах. Колебательная система и ее параметры. Тема 2. Классификация и характеристика колебательных процессов. Волновые процессы при виброударном воздействии. Физико-технологические свойства вибрирующей среды. Тема 3. Условия образования и физико-технологические свойства виброкипящего слоя. Динамические свойства вибрационных технологических систем. Обобщенный подход к природе и свойствам вибрационных процессов. Тема 4. Технологические свойства, физика и механохимия вибрационных процессов. Общие замечания. Механика взаимодействия абразивной среды и деталей при вибрационном воздействии.	2,3 (3,4 для заочной формы)

		Тема 5. Анализ механизма разрушения материала колеблющимися абразивными зернами.	
		Тема 6. Особенности формирования поверхности при виброабразивной обработке. Общие замечания. Характеристика следов обработки.	
		Тема 7. Сущность и закономерности процесса виброабразивной обработки. Сущность и основные параметры процесса.	
	ПК-1.2. Выбирает технологические режимы технологических операций.	Тема 1. Теоретические основы вибрационной технологии. Общие сведения о механических колебаниях и волновых процессах. Колебательная система и ее параметры.	2,3 (3,4 для заочной формы)
		Тема 2. Классификация и характеристика колебательных процессов. Волновые процессы при виброударном воздействии. Физико-технологические свойства вибрирующей среды.	
		Тема 3. Условия образования и физико-технологические свойства виброкипящего слоя. Динамические свойства вибрационных технологических систем. Обобщенный подход к природе и свойствам вибрационных процессов.	
		Тема 4. Технологические свойства, физика и механохимия вибрационных процессов. Общие замечания. Механика взаимодействия абразивной среды и деталей при вибрационном воздействии.	
		Тема 5. Анализ механизма разрушения материала колеблющимися абразивными зернами.	
		Тема 6. Особенности формирования поверхности при виброабразивной обработке. Общие замечания. Характеристика следов обработки.	
		Тема 7. Сущность и закономерности процесса виброабразивной обработки. Сущность и основные параметры процесса.	
	ПК-1.3. Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления машиностроитель	Тема 1. Технологические параметры и закономерности виброударной упрочняющей обработки. Деформационные процессы.	2,3 (3,4 для заочной формы)
		Тема 2. Ударно-волновое воздействия при вибрационной стабилизирующей обработке.	
		Тема 3. Комбинированные процессы	

	ных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.	(разновидности) вибрационной обработки. Обоснование разработки комбинированных процессов.	
		Тема 4. Вибрационные процессы в неметаллообрабатывающих сферах производства.	
		Тема 5. Применение вибрационной технологии. Технологическое возможности вибрационной обработки.	
		Тема 6. Примеры решаемых технологических задач вибрационной обработки.	
		Тема 7. Реализация вибрационных процессов в неметаллообрабатывающих сферах производства.	
		Тема 8. Технологическое оснащение. Вибрационные станки и вспомогательные устройства.	
		Тема 9. Технологические рабочие среды Общие замечания. Назначение и классификация.	
		Тема 10. Технологические жидкости. Характеристика и назначение.	
	ПК.1.4. Разрабатывает технологические операции изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.	Тема 1. Технологические параметры и закономерности виброударной упрочняющей обработки. Деформационные процессы.	2,3 (3,4 для заочной формы)
		Тема 2. Ударно-волновое воздействия при вибрационной стабилизирующей обработке.	
		Тема 3. Комбинированные процессы (разновидности) вибрационной обработки. Обоснование разработки комбинированных процессов.	
		Тема 4. Вибрационные процессы в неметаллообрабатывающих сферах производства.	
		Тема 5. Применение вибрационной технологии. Технологическое возможности вибрационной обработки.	
		Тема 6. Примеры решаемых технологических задач вибрационной обработки.	
		Тема 7. Реализация вибрационных процессов в неметаллообрабатывающих сферах производства.	
		Тема 8. Технологическое оснащение. Вибрационные станки и вспомогательные устройства.	
		Тема 9. Технологические рабочие среды Общие замечания. Назначение и	

			классификация.	
			Тема 10. Технологические жидкости. Характеристика и назначение.	

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-1. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства	ПК-1.1. Определяет технологические возможности средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.	знать: методы определения показателей технического уровня процессов вибрационной обработки машиностроительных изделий различного служебного назначения; уметь: разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемых изделий, технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств; владеть: способностью определять показатели технического уровня проектируемых процессов вибрационной обработки изделий высокой сложности серийного (массового) производства.	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), задания по практическим занятиям, лабораторные работы, экзамен

	ПК-1.2. Выбирает технологические режимы технологических операций.	знать: технологические показатели процессов вибрационной обработки деталей машиностроительных производств; уметь: разрабатывать обобщенные варианты решения проектных задач, анализировать и выбирать оптимальные решения, прогнозировать их последствия при вибрационной обработке деталей; владеть: способностью анализировать и выбирать оптимальные решения, прогнозировать их последствия	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), задания по практическим занятиям, лабораторные работы, экзамен
	ПК-1.3. Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.	знать: правила и нормы составления, оформления технической документации и чертежей изделий высокой сложности серийного (массового) производства; уметь: читать техническую документацию и применять основные нормы и правила анализа документации и чертежей; владеть: навыками чтения и разработки документации ЕСКД, ЕСТД.	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), задания по практическим занятиям, лабораторные работы, экзамен
	ПК-1.4. Разрабатывает технологические операции изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового)	знать: руководящие документы по технологичности изделий машиностроения и процессов их изготовления; уметь: осуществлять мероприятия, направленные на повышение	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), задания по практическим занятиям,

		производства.	технологичности изделий высокой сложности серийного (массового) производства при вибрационной обработки; владеть: навыками для оценки операций вибрационной обработки на технологичность.		лабораторные работы, экзамен
--	--	---------------	---	--	------------------------------

Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

2 семестр (3 семестр для заочной формы)

1. Уточните в каких технологических направлениях применяются механические колебания.
2. От чего зависит характер и результаты вибрационного воздействия на сыпучие гранулированные среды.
3. Уточните условия образования и физико-технологические свойства виброкипящего свойства абразивной среды.
4. Скажите какие два характерных режима можно выделить в стадии виброкипания абразивной среды, подвергнутой вибрационному воздействию.
5. Приведите уравнение, описующее движение вибрирующей поверхности с находящейся на ней сыпучей средой.
6. Уточните от каких параметров зависит переход слоя рабочей среды от состояния виброразжижения к состоянию виброкипания.
7. Дать классификацию оборудования для вспомогательных операций технологии виброобработки.
8. Конструктивные особенности и принцип действия устройств загрузки и выгрузки рабочей среды и обрабатываемых деталей в резервуар вибростанка.
9. Регламент работы устройств для отделения деталей от рабочей среды после операций виброшлифования и виброполирования.
10. Способы механизации загрузки и выгрузки рабочей среды, устрояющий ручной труд на операциях виброобработки.
11. Уточните зависимость квазижесткости рабочей среды от амплитуды виброускорений резервуара.
12. Уточните зависимости коэффициента динамического разрыхления рабочей среды от амплитуды виброускорений и частоты колебаний резервуара вибростанка.

13. Уточните зависимость коэффициента эквивалентной массы от амплитуды виброускорений колебаний вибростанка.

14. Уточните зависимость коэффициента сопротивления рабочей среды, квазиупругости, динамического зазора, динамического разрыхления от поджатия рабочей среды.

15. Дайте характеристику обобщенного подхода природе и свойствам вибрационных процессов.

3 семестр (4 семестр для заочной формы)

1. За счет чего может быть улучшена структура виброкипящего слоя. Уточните условия для равномерного распределения потока газа или жидкости в сыпучей среде.

2. Приведите формулу скорости циркуляции гранул среды при их отрыве от стенок резервуара вибростанка.

3. Какие изменения физико-механических свойств вызывает вибрационное воздействие в сыпучих средах?

4. Каким образом электризация среды влияет на структуру ее виброкипящего слоя?

5. От каких параметров зависит изменение электросопротивления слоя, в котором происходит виброкипение?

6. Уточните какие тепловые явления происходят в виброкипящем слое при интенсивном циркуляционном движении и соударении гранул среды.

7. Уточните возможные варианты положения гранул рабочей среды относительно стенки резервуара вибростанка.

8. Обозначьте зоны максимального, среднего и минимального давления среды в резервуаре вибростанка.

9. Уточните зависимость фазового угла виброперемещения рабочей среды от частоты вынужденных колебаний резервуара.

10. Автоматизированные вибростанки с торовой формой резервуара.

11. Автоматизированные вибростанки со спиральной формой резервуара.

12. Принцип отделения мелкогабаритных деталей от рабочей среды после операции виброполирования.

13. Охарактеризуйте производительность и качество виброобработки, закономерности процесса.

14. Принципы классификации и общее назначение химически-активных рабочих растворов при виброобработке.

15. Опишите характер влияния основных технологических параметров процесса виброобработки на ее эффективность.

16. Уточните ряд обобщенных технологических направлений по характеру выполняемой работы, на которые можно разделить все вибрационные процессы.

17. Уточните комплекс механофизико-химических явлений, обусловленных многообразием обрабатываемых сред, технологических жидкостей, режимов механического воздействия, которым характеризуется вибрационные процессы.

18. Какими параметрами перемещений и силовых воздействий характеризуется взаимодействие абразивной среды при вибрационном воздействии?

19. Уточните зависимость фазового угла соударения от продолжительности совместного движения гранул среды с резервуаром.

20. Уточните сущность процесса ультразвукового резания. Область применения, преимущества и недостатки.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по практическим занятиям:

2 семестр (3 семестр для заочной формы)

Моделирование сыпучих сред, подвергнутых вибрационному воздействию. Расчет взаимодействия абразивной среды и деталей при вибрационном воздействии. Особенности кинематики и динамики процесса соударения. Расчет обобщенного показателя эффективности процесса соударения. Анализ параметров косоугольного удара. Рассмотрение характера изменения критерия эффективности виброобработки в зависимости от скорости соударения гранул среды с обрабатываемой деталью. Рассмотрение характера изменения критериев эффективности виброобработки в зависимости от радиуса гранул рабочей среды. Рассмотрение изменения работы пластической деформации и работы трения в зависимости от угла соударения гранулы и

детали. Взаимодействие абразивной гранулы среды с шероховатой поверхностью обрабатываемой детали. Определение характера механических и физико-механических процессов при виброабразивной обработке. Анализ вибрационной обработки с позиций характера локального контактирования зерен абразивной гранулы с поверхностным слоем обрабатываемой детали. Выявление характера динамических нагрузок в зонах контакта гранул рабочей среды и обрабатываемой детали для вибрационной и других методов отделочно-зачистной обработки. Рассмотрение отличительных признаков процесса виброобработки от других известных отделочно-зачистных технологий в промышленном производстве деталей машиностроения и приборостроения. Изучение воздействия вибрирующей массы абразивных гранул на слой предразрушенного и пластически деформированного активного металла. Изучение электронно-микроскопического исследования наличия адгезионных пятен и окисных пленок на контактных площадках гранул среды и обрабатываемых деталей. Установление интенсивности съема металла при виброобработке в зависимости от интенсивности механического и химического воздействия и способности материала детали сопротивляться воздействию посторонних физических эффектов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Лабораторные работы

3 семестр (4 семестр для заочной формы)

Определение численного значения коэффициента демпфирования для вязко-упругой вибрационной системы. Определение выражений продолжительности отрывного и совместного движения гранул среды и поведения пространственной системы колеблющихся гранул в рамках теории квазипластического удара с повторно затухающими соударениями.

Установление продолжительности такта соударения отдельной гранулы, находящейся поочередно в состоянии плотной и разрыхленной упаковки. Составление уравнений для определения силы соударения гранул и деталей исходя из значения продолжительности их соударения. Определения значения коэффициентов восстановления в зависимости от скорости соударения. Установление величины угла соударения гранулы и детали на значение коэффициента скорости соударения, коэффициентов вязкого и сухого ударного трения. Установление механизма воздействия микроударов гранул рабочей среды и предпосылки изменения физико-механических свойств в поверхностных слоях обрабатываемых деталей. Установление распределения остаточных напряжений при различной продолжительности обработки деталей и стали ШХ 15. Характеристика микротвердости, как основной составляющей физико-механических свойств поверхностного слоя после упругопластического деформирования, вызванного действием ударно-волновых процессов. Определение влияния продолжительности виброобработки на изменения микротвердости поверхностного слоя материала обрабатываемой детали. Определение вида гранулированной рабочей среды при виброобработке на изменение микротвердости обрабатываемой детали. Установление физической природы волновых процессов от виброударного воздействия. Сущность процесса вибрационной стабилизирующей обработки и его зависимость от размеров детали и схемы нагружения. Установление зависимостей деформации деталей от времени обработки, а также зависимостей снижения остаточных напряжений от их исходной величины. Расчет и оптимизация технологических параметров вибрационной отработки.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
лабораторные работы

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Какое влияние на съем металла оказывают твердость и вид связки абразива?
2. Уточните как происходит изменение угла удара гранул о поверхность детали в зависимости от амплитуды, частоты колебаний и массы абразивных гранул.

3. Дайте характеристику влиянию химически-активных добавок, вводимых в технологическую жидкость при выполнении различных операций вибрационной отделочно-зачистной обработки.
4. Уточните зависимость шероховатости поверхности обрабатываемой детали от зернистости применяемого абразива.
5. Уточните влияние размеров абразивных гранул на шероховатость поверхности обрабатываемой детали.
6. Дайте оценку влиянию твердости обрабатываемого материала на шероховатость поверхности обрабатываемой детали.
7. Укажите зависимость шероховатости поверхности обрабатываемой детали от амплитуды колебаний абразивной среды.
8. Укажите как происходит изменение отражательной способности образцов из стали, подвергнутых виброобработке в среде стальных закаленных шариков.
9. Изложите принципы проектирования разновидностей процесса виброобработки и их особенностей.
10. Укажите технологические задачи виброобработки при выполнении очистных и отделочных операций.
11. Дайте характеристику вибрационным станкам и вспомогательному оборудованию.
12. Назовите основные оценочные и технологические параметры метода обработки свободными абразивами.
13. Определите виды технологических рабочих сред и растворов, используемых для виброобработки.
14. Назовите принципы классификаций рабочих сред для использования в технологии виброобработки.
15. Уточните технологические характеристики и рекомендации по выбору рабочих сред.
16. Дайте характеристику и назначение рабочих растворов, используемых для виброобработки.
17. Объясните влияние амплитудно-частотных характеристик процесса обработки на его эффективность.
18. Объясните влияние угла соударения и гранул с поверхности деталей при виброобработке.
19. Опишите влияние характеристик и размеров гранул среды при виброобработке (зернистость, твердость, вид связки).
20. Охарактеризуйте влияние физико-механических свойств материала деталей.
21. Дайте характеристику влияния соотношения объема обрабатываемой детали гранул среды.

22. Опишите особенности механики метода виброобработки и эффективность оборудования для его реализации.
23. Опишите механизм процесса микрорезания и упруго-пластического деформирования при виброобработке.
24. Объясните характер вибрационного воздействия гранул среды на обрабатываемую поверхность.
25. Опишите исследование косого удара гранул среды с поверхностью обрабатываемой детали.
26. Назовите комплекс механо-физико-химических явлений процесса виброобработки.
27. Уточните взаимосвязь факторов, влияющих на достижения технологического результата виброобработки.
28. Уточните требования, предъявляемые к технологическим жидкостям при нейтрализации и сливе в промышленные стоки.
29. Какие организационно-экономические аспекты вибрационной технологии предполагаются при оптимизации и расчете ее основных параметров?
30. Опишите отраслевую специфику, оказывающую влияние на содержание и оформление рабочего места, участка или цеха вибрационной отделочно-зачистной обработки.
31. Уточните законы Герца, Майера и Герстнера, которыми связаны силы деформации при рассмотрении процесса соударения.
32. Каким показателем пластической деформации оценивается степень полезного воздействия гранулы среды?
33. Приведите два критерия оценки производительности процесса соударения.
34. Каким образом происходит изменение критериев эффективности в зависимости от скорости соударения гранул и деталей?
35. Каким образом происходит изменение критериев эффективности в зависимости от радиуса гранул абразивной среды?
36. Каким образом происходит изменение работы пластической деформации и работы трения в зависимости от величины угла удара?
37. Какова общая картина формирования микрорельефа вновь образующейся поверхности в зоне соударения я среды и обрабатываемых деталей?
38. В чем состоит сущность шаржирования металлической поверхности при виброабразивном воздействии?
39. Какими явлениями характеризуется процесс виброабразивной обработки? Сущность и основные параметры процесса.

40. Какие основные закономерности виброобработки характеризуют интенсивность процесса и качества обработанной поверхности?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)