

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный университет»
Институт промышленных технологий и инжиниринга



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТИ

А.Н. Халин

« 25 » 11 2024 г.

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена

Специальная дисциплина	Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)
Научная специальность	2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Программа рассмотрена
на заседании кафедры станков и инструментов

Протокол № 5 от «25» ноября 2024 г.

И.о. заведующего кафедрой _____


(подпись)

С.С. Чуйков

Программу разработал(и):

Чуйков С.С., доцент кафедры
станков и инструментов, к.техн. наук, доцент


(подпись)

1. Цель экзамена

Цель кандидатского экзамена – формирование у аспирантов/соискателей ученой степени кандидата наук системы научных и профессиональных знаний и навыков в области науки и техники, изучающей закономерности и взаимосвязи в технологических процессах формообразования тел (деталей), а также в технических средствах реализации процессов (станки, инструмент, комплектующие агрегаты, механизмы и другая технологическая оснастка) на этапах их создания и эксплуатации достаточного уровня и глубины для самостоятельной научно-исследовательской работы в данной области.

Экзаменуемый должен продемонстрировать/показать:

- знания по классификации, назначению, конструкции, геометрии, области и условиям применения режущего инструмента, а также по технологическим основам обработки на металлорежущих станках различных типов;

- умения классифицировать, определять целевое назначение и основные параметры (технические характеристики), а также выбирать металлорежущие станки и режущий инструмент под конкретные технологические задачи;

- практические навыки по классификации, определению целевого назначения и основных параметров (технические характеристик), а также по выбору металлорежущих станков и режущего инструмента под конкретные технологические задачи.

2. Содержание программы

Раздел 1 - Обработка резанием.

Задачи теории резания металлов. Преимущества и недостатки механической обработки резанием по сравнению с другими методами. Основные понятия процесса резания, его физические основы. Механика процесса резания, схемы стружкообразования, трение при резании, наростообразование. Методы и средства экспериментального исследования процесса резания. Энергетический баланс обработки. Тепловые, электрические, магнитные и другие явления при резании. Средства снижения теплообразования при резании. Методы и задачи изучения физических явлений при резании. Колебания при резании, их виды и принципы возникновения. Использование наложения вибраций на процесс обработки. Технологические среды и их действие. Обработка с ограниченным использованием СОЖ. Инструментальные материалы, их виды и области применения. Виды износа, критерии смены инструмента и способы повышения его стойкости. Понятие о стойкости инструмента; типовая

геометрическая картина износа рабочих поверхностей инструмента при механической обработке, его зависимость от вида обрабатываемого материала, операции, режимов резания; понятие о кривых износа инструментов и периоде стойкости. Критерии затупления инструмента; их назначение в зависимости от вида операции и типа инструмента. Технологические критерии затупления и понятие размерного износа различных видов инструмента. Физические основы изнашивания инструмента: понятие об абразивном, адгезионном, диффузионном и окислительных механизмах изнашивания. Общий механизм износа инструмента; интенсивность износа, его модели. Оптимизация режима резания, ее методы и критерии. Физические и экономические требования к оптимизации, вытекающие из одно- и многоинструментальной обработки, одно- и многопроходной обработки, "безлюдной" технологии, концепции автоматических линий и ГПС. Применение ЭВМ для выбора оптимальных режимов резания. Связь режима обработки с качеством поверхностного слоя. Обрабатываемость конструкционных материалов резанием. Эксперименты в резании металлов, их особенности и требования к методике, средствам обеспечения эксперимента. Основные нерешенные вопросы в области теории резания. Основные методы (схемы) обработки. Сверхскоростное резание, комбинированные рабочие процессы. Требования к режущему инструменту, автоматические методы контроля его размера, состояния и настройки. Расчеты сил резания. Их методика.

Раздел 2 - Режущий инструмент.

Роль и значение режущих инструментов в металлообработке. Типовые задачи и этапы проектирования режущих инструментов. Способы проектирования. Функционально-структурная модель режущего инструмента. Назначение конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента в соответствии с требованиями процесса резания. Особенности проектирования режущих инструментов для различных видов обработки. Методы крепления и базирования. Базирование и крепление режущих элементов сборных инструментов. Требования к конструкции крепежно-присоединительной (корпусной) части инструментов при скоростной и сверхскоростной обработке. Стандартизация и сертификация режущих инструментов. Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего инструмента. САПР режущего инструмента. Дополнительные требования к инструментам в крупносерийном и автоматизированном производстве: на агрегатных станках, автоматических линиях, на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГП-модулях. Настройка инструмента на размер на станке и вне станка. Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента. Входной контроль инструментов. Инструментальное обеспечение различных производств. Перспективы развития конструкций режущих инструментов.

Раздел 3 - Интенсификация процессов механической обработки.

Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания. Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания, тонкого точения и растачивания, типовые конструкции инструмента, режимы резания, области применения. Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки – ротационное (бреющее) и вибрационное резание, в том числе ультразвуковое и иглофрезерование; нанотехнологические методы обработки. Комбинированные методы обработки резанием, совмещающее воздействие на материал снимаемого слоя нескольких физических и химических явлений. Резание в специальных технологических средах, с опережающим пластическим деформированием (ОПЛ), нагревом (терморезание), электромеханические методы лезвийного резания и химико-механические методы абразивной обработки. Перспективы развития комбинированных методов обработки резанием.

Раздел 4 - Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов.

Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации, типажи и каталоги металлорежущих станков. Особенности конструкций станков основных групп. Методика формирования цены на станки с учетом их качества. Международная стандартизация и сертификация станков и их комплектующих. Конкурентоспособность металлорежущих станков. Образование поверхностей на обрабатываемых деталях. Классификация движений в станках. Кинематическая структура станков с механическими и немеханическими кинематическими связями. Сравнительный анализ кинематической структуры отдельных типов станков. Технология и физико-химические процессы удаления части начального объема материала заготовки при механической обработке, электромеханической, электроэрозионной и лазерной обработке и других методах формирования деталей. Технологическая подготовка проектирования станков. Формирование требований к станку на основе анализа параметров обрабатываемых деталей. Особенности построения технологического процесса обработки на металлорежущих станках различных типов, в том числе станков для нанотехнологической обработки.

3. Примерный перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену

1. Назначение режима резания при точении.
2. Конструкция и геометрия строгальных резцов; схемы строгания.
3. Назначение режима резания при строгании.
4. Конструкция и геометрия долбежных резцов; схема долбления; назначение режима резания при долблении.
5. Типы сверл и их назначение; элементы резания при сверлении.
6. Конструкция и геометрия спирального сверла.

7. Назначение режима резания при сверлении.
8. Назначение режима резания при рассверливании.
9. Конструкция и геометрия зенкера; элементы резания при зенкеровании; назначение режима резания при зенкеровании.
10. Конструкция и геометрия развертки; элементы резания при развертывании; назначение режима резания при развертывании.
11. Разновидности фрез и их назначение; схемы фрезерования.
12. Конструкция и геометрия цилиндрической фрезы; элементы резания при фрезеровании.
13. Назначение режима резания при фрезеровании.
14. Разновидности резьб и инструмент для их формирования; элементы резания при резьбонарезании.
15. Конструкция и геометрия метчика и плашки.
16. Назначение режима резания при резьбонарезании.
17. Способы зубонарезания, режущий инструмент и элементы резания.
18. Типы протяжек и их назначение; конструкция и геометрия круглой протяжки; выбор режима резания.
19. Разновидности шлифовальных инструментов и схемы шлифования.
20. Понятие характеристики шлифовального круга; назначение режима резания при шлифовании.
21. Этапы проектирования металлорежущих станков. Разработка технического задания на проектирование металлорежущих станков.
22. Последовательность проектирования металлорежущих станков.
23. Методика построения и анализа кинематической структуры оборудования.
24. Типовые структуры приводов главного движения станков с ЧПУ.
25. Классификация движений в металлорежущих станках. Методы формообразования поверхностей на металлорежущих станках.
26. Порядок проектирования и расчета привода главного движения металлорежущего станка.
27. Порядок проектирования и расчета привода подач металлорежущего станка.
28. Множительные структуры приводов главного движения и подач металлорежущих станков.
29. Сложенные структуры приводов главного движения и подач металлорежущих станков.
30. Порядок составления развертки и свертки приводов главного движения и подач металлорежущих станков.
31. Проектирование и расчет шпиндельных узлов металлорежущих станков.
32. Особенности проектирования шпиндельных узлов с гидродинамическими и гидростатическими опорами.

33. Привода точного позиционирования.
34. Определение и обоснование основных технических характеристик оборудования. Привод микроперемещений.
35. Особенности расчета и конструирования зубчатых передач, валов и их опор.
36. Конструирование и расчет направляющих скольжения для прямолинейного и кругового движения.
37. Контрольно-измерительные устройства, встраиваемые в станки и станочные системы.
38. Особенности проектирования универсальных, специализированных, специальных станков и станков с ЧПУ.
39. Особенности проектирования автоматических линий.
40. Систематизация компоновок станков с ЧПУ и обрабатывающих центров.
41. Основные конструктивные элементы режущих инструментов; требования к ним; производительность и стойкость режущих инструментов; методы повышения производительности режущего инструмента.
42. Преимущества и недостатки сборных инструментов. Типы сборных инструментов. Общие требования к сборным инструментам и их конструкциям.
43. Методы механического крепления режущих элементов сборных инструментов, их характеристика. Конструкции резцов оснащенных пластинками из твердого сплава.
44. Инструменты для нарезания конических колес: классификация, характеристика.
45. Зубострогальные резцы: назначение, основные конструктивные элементы.
46. Дисковые зуборезные головки для нарезания прямозубых конических колес: назначение, основные конструктивные элементы. Зуборезные головки: область применения, способы нарезания, их характеристика.
47. Разновидности и конструкции зуборезных головок: основные конструктивные элементы.
48. Зуборезный инструмент: классификация, назначение и область применения.
49. Инструмент для нарезания цилиндрических зубчатых колес методами копирования и бесцентроидного огибания.
50. Профилирование зуборезных инструментов, работающих методом копирования.
51. Зуборезные гребенки: классификация, назначение и методы работы станков. Прямозубые гребенки.
52. Червячные зуборезные фрезы: классификация, назначение и область применения.

53. Основные конструктивные элементы червячных зуборезных фрез и их выбор.
54. Зуборезные долбяки: назначение, классификация. Понятие об исходном сечении.
55. Основные задачи при конструировании долбяков. Определение габаритных размеров долбяков.
56. Шеверы: классификация, назначение, методы работы. Угол скрещивания.
57. Выбор основных конструктивных размеров шеверов.
58. Инструменты для обработки неэвольвентных профилей методом огибания. Условия обработки неэвольвентного профиля методом огибания.
59. Фрезы: их назначение и классификация. Конструктивные элементы и расчет фрез с острозаточенными зубьями (диаметр, число зубьев, шаг).
60. Конструктивные элементы и расчет фрез с затылованными зубьями.

3.1. Форма проведения кандидатского экзамена - письменно. По билетам. В билете три вопроса:

- 1) Первый вопрос из раздела 1 «Обработка резанием» и раздела 3 – «Интенсификация процессов механической обработки» (см. вопросы 1-20).
- 2) Второй вопрос из раздела 4 – «Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов» (см. вопросы 21-40).
- 3) Третий вопрос из раздела 2 – «Режущий инструмент» (см. вопросы 41-60).

3.2. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения программы

Оценка	Критерии оценки
«Отлично»	экзаменуемый обнаруживает глубокое, полное знание содержания учебного материала, понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, принципов и теорий; умение выделять существенные связи в рассматриваемых явлениях, давать точное определение основным понятиям, связывать теорию с практикой, решать прикладные задачи. Он аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией, связно излагает свой ответ
«Хорошо»	экзаменуемый обнаруживает достаточное владение учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в

	изученном материале, возможность применять знания для решения практических задач, но затрудняется в приведении примеров. При ответе допускает отдельные неточности
«Удовлетворительно»	экзаменуемый излагает основное содержание учебного материала, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения
«Неудовлетворительно»	экзаменуемый демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач в соответствии с требованиями программы или вообще отказывается от ответа

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

4.1 Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

4.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ (<http://webirbis.tsogu.ru/>);
- База данных «ЭБС ЛАНЬ» (www.e.lanbook.com);
- «Образовательная платформа ЮРАЙТ» «Электронного издательства ЮРАЙТ» (www.urait.ru);
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» (<http://elibrary.ru/>);
- Цифровой образовательный ресурс IPRsmart (<http://www.iprbookshop.ru/>);
- Научно-техническая библиотека ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина» (<http://elib.gubkin.ru/>);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (<http://bibl.rusoil.net>);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет» (<http://lib.ugtu.net/books>);
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru>);
- Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>).

Список рекомендуемой литературы

Программа специальной дисциплины: «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Шифр и наименование научной специальности: 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

№ п/п	Название издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Резание материалов. Режущий инструмент в 2 ч. : учебник для вузов. Ч. 1 / С. Н. Григорьев, В. А. Гречишников, А. Г. Схиртладзе, И. А. Савин ; ред. Н. А. Чемборисов. - Москва : Юрайт, 2024. - 263 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/536157 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Юрайт".	ЭР	+
2	Резание материалов. Режущий инструмент в 2 ч. : учебник для вузов. Ч. 2 / С. Н. Григорьев, В. А. Гречишников, А. Г. Схиртладзе, И. А. Савин ; ред. Н. А. Чемборисов. - Москва : Юрайт, 2024. - 246 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/539153 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Юрайт"..	ЭР	+
3	Артамонов, Евгений Владимирович. Повышение эффективности зубообрабатывающего режущего инструмента формированием инструментального червяка сменными твердосплавными пластинами : монография / Е. В. Артамонов, В. В. Киреев, В. А. Зырянов ; ТИУ. - Тюмень : ТИУ, 2020. - 122 с. : ил., граф. - URL: https://clck.ru/3EkfBE . - Режим доступа: для автор. пользователей. - Электронная библиотека ТИУ.	ЭР+12	+
4	Режущий инструмент : учебник / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Москва : Машиностроение, 2014. - 520 с. : ил. - (Для вузов). - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=63256 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС Лань.	ЭР	+
5	Напряженно-деформированное состояние и прочность режущих элементов инструментов : научное издание / Е. В. Артамонов, И. А. Ефимович, Н. И. Смолин, М. Х. Утешев ; ред. М. Х. Утешев. - Москва : Недра, 2001. - 199 с. : ил. -	10	-
6	Артамонов, Евгений Владимирович. Прочность и работоспособность сменных твердосплавных пластин сборных режущих инструментов / Е.В. Артамонов ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2003. - 191 с. :	8	-

7	Артамонов, Евгений Владимирович. Резание металлов и температурный фактор : учебное пособие / Е. В. Артамонов, Д. В. Васильев, М. Х. Утешев ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. - 150 с.	36	-
8	Работоспособность инструментов и физико-механические характеристики инструментальных твердых сплавов и обрабатываемых материалов : научное издание / Е. В. Артамонов [и др.] ; ТюмГНГУ. - Тюмень : Вектор Бук, 2008. - 160 с.	1	-
9	Механика разрушения и прочность сменных режущих пластин из твердых сплавов : монография / Е. В. Артамонов, Т. Е. Помигалова, А. М. Тверяков, М. Х. Утешев ; под ред. М. Х. Утешева ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. - 147 с. : ил., граф., табл. - URL: https://clck.ru/3ErsP5 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - Электронная библиотека ТИУ.	ЭР	+
10	Артамонов, Евгений Владимирович. Исследование механических и физико-технических процессов в целях повышения производительности : учебное пособие / Е. В. Артамонов, А. М. Тверяков, А. С. Штин ; ТИУ. - Тюмень : ТИУ, 2024. - 81 с. - URL: https://clck.ru/3EhFUS . - Режим доступа: для автор. пользователей. - Электронная библиотека ТИУ.	ЭР	+

Согласовано:

Начальник Центра формирования
фондов и электронной библиотеки



Л.И. Ситницкая