

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по образовательной  
деятельности и цифровизации  
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова**

**А.Е. Шашурин**



« 10 » 04 2024 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ,  
СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
2.5.7. Технологии и машины обработки давлением**

Санкт-Петербург  
2024 г.

## 1. Форма вступительного испытания

1.1 Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится устно в соответствии с перечнем тем и вопросов, установленных данной программой.

1.2 Вступительное испытание проводится комиссией, действующей на основании приказа ректора.

1.3 Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.4 Продолжительность проведения устного экзамена — не более 60 минут.

## 2. Структура вступительного испытания

2.1 Во время проведения вступительных испытаний их участникам и лицам, привлекаемым к их проведению, запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Участники вступительных испытаний могут иметь при себе и использовать справочные материалы и электронно-вычислительную технику.

2.2 При нарушении поступающим во время проведения вступительных испытаний правил приема, уполномоченные должностные лица организации вправе удалить его с места проведения вступительного испытания с составлением акта об удалении.

2.3 Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, на каждого поступающего ведется отдельный протокол. Протокол приема вступительного испытания подписывается членами комиссии, которые присутствовали при проведении испытания, с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и утверждается председателем комиссии. Протоколы приема вступительных испытаний после утверждения хранятся в личном деле поступающего.

## 3. Порядок приема и критерии оценивания вступительного экзамена

3.1 Билет содержит три вопроса из перечня тем, установленных данной программой. Вопросы для билета выбираются на усмотрение членов комиссии. Вступительное испытание оценивается экзаменационной комиссией по 100-балльной шкале. В целях обеспечения объективности и единообразия в оценке знаний при приеме вступительных экзаменов в аспирантуру ФГБОУ ВО «БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» предлагается использовать следующие критерии оценки знаний:

Баллы	Критерии выставления оценки	Детализация баллов	Критерии выставления оценки
90-100	Ставится при полных, исчерпывающих, аргументированных ответах на все экзаменационные вопросы, в том числе на все дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Ответы демонстрируют системность знаний в соответствующей сфере,	6-10	При раскрытии темы поступающий строит рассуждение на основе не менее одного примера по собственному выбору, определяя свой путь использования научного материала, показывает разный уровень его осмысления.

	<p>владение понятийно-категориальным аппаратом, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, в том числе с предполагаемой тематикой научных исследований в аспирантуре, знание фундаментальных и прикладных аспектов рассматриваемых вопросов. Поступающий при ответе на вопросы проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении практической задачи. Ответы структурированы, отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, изложены литературным языком с использованием современной научной терминологии по направлению и профилю подготовки в аспирантуре.</p>	0-5	<p>Ответ отличается композиционной цельностью, его части логически связаны между собой, но есть нарушения последовательности и/или мысль повторяется и не развивается.</p>
80-89	<p>Ставится при достаточно полных и развернутых ответах на все экзаменационные вопросы и неполных ответах на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.</p>	0-5	<p>Поступающий строит рассуждение с опорой на научный материал, но ограничивается общими высказываниями.</p>
	<p>Ответы демонстрируют владение понятийно-категориальным аппаратом, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, знание фундаментальных и прикладных аспектов рассматриваемых вопросов. Поступающий при ответе на вопросы дает определение некоторых основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении практической задачи может допустить непринципиальные ошибки.</p>	6-9	<p>Поступающий рассуждает на предложенную тему, выбрав убедительный путь её раскрытия, коммуникативный замысел выражен ясно.</p>

60-79	Ставится при неполных и слабо аргументированных ответах, демонстрирующих общее представление и элементарное понимание предметной области. Ответы показывают слабое владение понятийно-категориальным аппаратом и научной терминологией по направлению и профилю подготовки в аспирантуре и построены с нарушением логической последовательности изложения. Поступающий при ответе на вопросы не дает определение некоторых основных понятий, при решении практической задачи делает принципиальные ошибки.	0-5	Грубые логические нарушения мешают пониманию смысла сказанного или аргументация не убедительна.
		6-10	Допущены две и более фактических ошибок в материале.
		11-15	Допущена одна фактическая ошибка в материале.
		15-19	Фактические ошибки отсутствуют.
40-59	Ставится при фрагментарных знаниях, существенных пробелах в области и непонимании сущности экзаменационных вопросов. Поступающий не может решить практическую задачу.	0-10	Неполный ответ на два из трех заданных теоретических вопросов.
		11-19	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов.
20-39	Отсутствуют ответы на два заданных вопроса, фрагментарный ответ на третий вопрос.		
1-19	Ответ построен без привлечения научного материала.		
0	Нет ответа ни на один из трех заданных вопросов, либо отказ от ответа.		

#### 4. Программа вступительного испытания

##### Раздел 1. Теория обработки металлов давлением

Природа пластической деформации. Понятия о пластической деформации. Строение металлов. Холодная пластическая деформация монокристалла. Элементы теории дислокаций. Холодная пластическая деформация поликристалла. Упрочнение при холодной деформации. Кривые упрочнения. Влияние температуры и скорости деформации на процесс деформирования. Деформация при повышенных температурах; возврат и рекристаллизация. Виды деформации при обработке металлов давлением. Влияние температуры на сопротивление деформированию и пластичность. Влияние горячей деформации на свойства металла. Условие постоянства объема. Степень деформации на смещенный объем. Главные нормальные напряжения. Понятие о тензоре напряжений. Эллипсоид напряжений. Главные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Малые деформации и скорости деформаций. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Неразрывность деформаций. Скорости перемещений и скорости

деформаций. Однородная деформация. Условие пластичности и основные предпосылки анализа процессов деформирования. Физический смысл условия пластичности.

## **Раздел 2. Технологии обработки металлов давлением**

Операцииковки и объемной штамповки. Вытяжка. Выдавливание. Прошивка. Объемная штамповка в открытых штампах. Операции листовой штамповки. Гибка. Вытяжка без утонения стенки. Отбортовка. Обжим. Вытяжка с утонением стенки. Вырубка и пробивка.

## **Раздел 3. Кузнечно-штамповочное оборудование**

Кривошипные прессы. Типовые конструкции кривошипных прессов. Принцип действия. Классификация кривошипных прессов. Основные признаки для конструктивного подразделения кривошипных прессов. Универсальные листоштамповочные прессы простого действия. Вытяжные прессы двойного и тройного действия. Прессы тройного действия для чистовой вырубки. Листоштамповочные прессы-автоматы. Кривошипные горячештамповочные прессы. Обрезные прессы. Чеканочные прессы и прессы для выдавливания. Прессы для объемной штамповки. Прессы для листовой штамповки. Типовые приводы гидравлических прессов. Винтовые прессы. Принцип действия и классификация. Определение силовых параметров. Двухдисковые прессы. Динамический расчет двухдискового пресса. Винтовые прессы с муфтой включения. Электровинтовой пресс с дуговым статором. Параметры привода электровинтового пресса с дуговым статором. Гидровинтовой пресс. Прессы с орбитально-вращающимся рабочим инструментом. Пневматические молоты. Механические молоты. Гидравлические молоты. Тенденции в развитии приводных молотов. Термомеханический расчет молотов бесшаботных паровоздушных молотов. Энергоносители паровоздушных и газовых молотов. Циклы молотовых установок. Расчет коленчатого вала на усталостную прочность. Расчет зубчатых передач на усталостную прочность. Коэффициент долговечности. Условие прочности и номинальное усилие кривошипного пресса. Жесткость кривошипного пресса.

## **Раздел 4. Компьютерное моделирование процессов обработки давлением**

Основные понятия САПР; этапы развития и роль в производственном процессе. САПР базовые компоненты. Модель проектирования технологических процессов. Модель проектирования штампов и кузнечно-штамповочного оборудования. Общие принципы построения САПР. Технические средства САПР, математическое, программное и лингвистическое обеспечение; обеспечение машинной графики. Языки для описания объекта проектирования.

### **Вопросы, выносимые на экзамен**

#### **Раздел 1. Теория обработки металлов давлением**

- 1.1. Природа пластической деформации. Понятия о пластической деформации. Строение металлов.
- 1.2. Холодная пластическая деформация монокристалла.
- 1.3. Холодная пластическая деформация поликристалла.

1.4. Упрочнение при холодной деформации. Кривые упрочнения.

1.5. Влияние температуры и скорости деформации на процесс деформирования. Деформация при повышенных температурах; возврат и рекристаллизация. Виды деформации при обработке металлов давлением.

1.6. Влияние температуры на сопротивление деформированию и пластичность. Влияние горячей деформации на свойства металла.

1.7. Скорость деформации. Влияние скорости деформации на пластичность и сопротивлению деформированию.

1.8. Напряжения. Напряжения в координатных площадках. Напряжения в наклонной площадке. Главные нормальные напряжения.

1.9. Понятие о тензоре напряжений. Эллипсоид напряжений. Главные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения.

1.10. Диаграмма напряжений Мора. Условия равновесия для объемного напряженного состояния. Осесимметричное напряженное состояние. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния («плоская задача»).

1.11. Малые деформации и скорости деформаций. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Неразрывность деформаций. Скорости перемещений и скорости деформаций. Однородная деформация.

1.12. Условие пластичности и основные предпосылки анализа процессов деформирования. Физический смысл условия пластичности. Геометрический смысл энергетического условия пластичности. Частные выражения условия пластичности.

1.13. Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Связь между напряжениями и деформациями при пластическом деформировании. Механическая схема деформации. Принцип подобия.

1.14. Контактное трение при пластическом деформировании. Принцип наименьшего сопротивления. Неравномерность деформаций и дополнительные напряжения.

1.15. Методы определения деформирующих усилий и работ деформации. Решение дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности.

1.16. Основы метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и условию пластичности.

1.17. Метод линий скольжения.

1.18. Метод сопротивления материалов пластическим деформациям.

1.19. Метод баланса работ.

1.20. Визиопластический метод.

## **Раздел 2. Технологии обработки металлов давлением**

2.1. Операцииковки и объемной штамповки

2.2. Операции листовой штамповки.

## **Раздел 3. Кузнечно-штамповочное оборудование**

3.1. Кривошипные прессы.

3.2. Гибочные прессы и автоматы.

3.3. Гидравлические прессы.

- 3.4. Винтовые прессы.
- 3.5. Молоты.
- 3.6. Ротационные машины.
- 3.7. Методы проектирования исполнительных механизмов кузнечно-штамповочных машин.
- 3.8. Станины и фундаменты кузнечно-штамповочных машин.
- 3.9. Рабочие жидкости кузнечно-штамповочных машин.

#### **Раздел 4. Компьютерное моделирование процессов обработки давлением**

- 4.1. Основные понятия САПР; этапы развития и роль в производственном процессе.
- 4.2. Базовые компоненты САПР. Общие принципы построения САПР.
- 4.3. Модель проектирования технологических процессов на основе САПР.
- 4.4. Модель проектирования штампов и кузнечно-штамповочного оборудования на основе САПР.
- 4.5. Технические средства САПР, математическое, программное и лингвистическое обеспечение; обеспечение машинной графики.

#### **5. Рекомендуемая литература**

##### **5.1. Основная литература:**

1. Иванов, К. М. Прикладная теория пластичности: учебное пособие / К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов и др. – СПб.: Политехника, 2009. – 375 с.
2. Иванов, К. М. Механика процессов обработки давлением: учебное пособие / К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2012. – 299 с.
3. Константинов, И. Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки [Текст] : учебное пособие для вузов / И. Л. Константинов ; Сиб. федер. ун-т. - М. : ИНФРА-М ; Красноярск : Изд-во СФУ, 2014. - 550 с.
4. Ильин, Л. Н. Технология листовой штамповки: учебник для вузов / Л. Н. Ильин, И. Е. Семенов. – М.: Дрофа, 2009. – 475 с.
5. Живов, Л.И. Кузнечно-штамповочное оборудование. Учебник для вузов / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников, Е. Н. Складчиков; под ред. Л. И. Живова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 560 с.

##### **5.2. Дополнительная литература:**

1. Холодная штамповка. Справочник / Л. Л. Григорьев, К. М. Иванов, Э. Е. Юргенсон. Под ред. Л. Л. Григорьева. - СПб.: Политехника, 2009. – 665 с.
2. Ковка и штамповка: справочник. В 4т. Т.2. Горячая объемная штамповка. - 2-е изд., перераб. и доп. / Под общ. Ред. Е. И. Семенова. - М: Машиностроение, 2010. - 720 с:
3. Ковка и штамповка: справочник. В 4т. [Т.]3: Холодная объемная штамповка. Штамповка металлических порошков / [Е. Г. Белков [и др.]] ; под ред. А. М. Дмитриева . 2010. - 348 с.
4. Ковка и штамповка: справочник. В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / А. Ю. Аверкиев [и др.]; ред. С. С. Яковлев. - 2010. - 731 с.

5. Раздельное технологическое оборудование производства выстрелов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Ю. И. Гуменюк [и др.] ; ред. Г. А. Данилин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2013. - 328 с.

6. Теория обработки металлов давлением [Текст] : учебник для вузов / В. А. Голенков [и др.] ; ред.: В. А. Голенков, С. П. Яковлев. - 3-е изд. - М. : Машиностроение, 2013. - 441 с.

### **5.3 Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:**

Электронные ресурсы:

- <https://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань";
- <https://urait.ru/> - ЭБС "Юрайт";
- <http://www.tnt-ebook.ru/> - ЭБС "ТНТ";
- <https://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека "ELibrary";
- [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=4](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=4)

74 – "Электронная библиотека университета".