

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА В ПРОЦЕССАХ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Механика процессов обработки давлением
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
6	11	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

15.04.03 Прикладная механика

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ремшев Евгений Юрьевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ
СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА В ПРОЦЕССАХ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-5.4 — Способен применять методы диагностики, контроля структуры и дефектности металла, обеспечения заданных эксплуатационных характеристик в процессе пластического формоизменения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-5.4

знания:

современных способов упрочнения рабочих поверхностей инструмента в процессах пластического деформирования изделий машиностроения;

умения:

выбирать способ поверхностного упрочнения инструмента в зависимости от характера пластического деформирования;

навыки:

в назначении покрытия инструмента и способах оценки твердости на поверхности инструмента.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА В ПРОЦЕССАХ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований
- ОПК-6 — Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы
- ОПК-9 — Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-5.4
6	11	Раздел 1. Технологии инженерии поверхности инструментов. 1.1.Химико-термическая обработка. 1.1.1.Азотирование. 1.1.2.Ионное азотирование штамповых сталей. 1.1.3.Нитроцементация. 1.1.4.Хромофосфатирование. 1.1.5.Цементация. 1.1.6.Хромирование.	36	12	5	7	24	30
6	11	Раздел 2. Инженерия поверхности методами плазменных технологий. 2.1.Термическая обработка плазмой. 2.2.Плазменные порошковые покрытия. 2.3.Тонкопленочные износостойкие покрытия. Финишное плазменное упрочнение. Плазменное напыление.	35	10	5	5	25	30
6	11	Раздел 3. Технологическое обеспечения качества полых осесимметричных деталей из тугоплавких металлов на основе применения модификации поверхности формообразующего инструмента. 3.1.Технология изготовления полых тонкостенных деталей типа «Экран». 3.2.Виды брака при вытяжке тугоплавких металлов и основные причины их появления. 3.3.Технологические особенности процесса вытяжки при изготовлении тонкостенных изделий. 3.4.Модификация рабочей поверхности исполнительного инструмента активным смазочным покрытием на основе фторорганической нанокомпозиции. 3.5.Практические рекомендации по модификации поверхности рабочего инструмента в технологии холодной штамповки изделий из тугоплавких металлов.	37	12	7	5	25	40
Всего за 11 семестр			108	34	17	17	74	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Технологии инженерии поверхности инструментов.	Способы измерения твердости поверхности.	7
2	Раздел 2. Инженерия поверхности методами плазменных технологий.	Проектирование штампового инструмента с дополнительным поверхностным упрочнением.	5
3	Раздел 3. Технологическое обеспечения качества полых осесимметричных деталей из тугоплавких металлов на основе применения модификации поверхности формообразующего инструмента.	Фторорганическое покрытие рабочей поверхности инструмента и оценка качества штампуемой детали.	5
Всего за 11 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Технологии инженерии поверхности инструментов.	Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	24
2	Раздел 2. Инженерия поверхности методами плазменных технологий.	Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	25
3	Раздел 3. Технологическое обеспечения качества полых осесимметричных деталей из тугоплавких	Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы.	25

металлов на основе применения модификации поверхности формообразующего инструмента.	Подготовка к диагностической работе.	
Всего за 11 семестр		74

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11						ДР				ДР					ИПЗ	ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Суслов, В. Ф. Безъязычный, Ю. В. Панфилов. . Инженерия поверхности деталей. М.: Машиностроение, 2008, эл. рес.
2. А. И. Олехвер, Е. Ю. Ремшев, З. Н. Расулов. . Решение задач обработки металлов давлением в среде Deform-3D. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
3. Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, А. Ф. Леонов. Инструментальные материалы. Ч. 2 Современные методы упрочнения инструментальных материалов. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 122 экз.
4. Г. В. Пачурин, В. В. Галкин, В. Г. Пачурин. . Долговечность упрочнённых металлов и сплавов. Старый Оскол: ТНТ, 2022, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, Е. Ю. Ремшев. . Конструкционные стали и сплавы. СПб.: Политехника, 2023, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Деформация и разрушение материалов.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Твердомеры Роквелла;
2. Микро-твердомер ПМТ-3.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА В ПРОЦЕССАХ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ"* им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-5.4 Способен применять методы диагностики, контроля структуры и дефектности металла, обеспечения заданных эксплуатационных характеристик в процессе пластического формоизменения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с упрочнением поверхности и повышением износостойкости рабочего инструмента в процессах обработки металлов давлением.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Технологии инженерии поверхности инструментов.		
Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова. Инструментальные стали и сплавы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (1) Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, Е. Ю. Ремшев. . Конструкционные стали и сплавы: СПб.: Политехника, 2023 (11) А. Г. Суслов, В. Ф. Безъязычный, Ю. В. Панфилов. . Инженерия поверхности деталей: М.: Машиностроение, 2008 (1-3)	24
Итого по разделу 1		24
Раздел 2. Инженерия поверхности методами плазменных технологий.		
Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, Е. Ю. Ремшев. . Конструкционные стали и сплавы: СПб.: Политехника, 2023 (22) А. Г. Суслов, В. Ф. Безъязычный, Ю. В. Панфилов. . Инженерия поверхности деталей: М.: Машиностроение, 2008 (1-2) Г. В. Пачурин, В. В. Галкин, В. Г. Пачурин. . Долговечность упрочнённых металлов и сплавов: Старый Оскол: ТНТ, 2022 (2) Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, А. Ф. Леонов. Инструментальные материалы. Ч. 2 Современные методы упрочнения инструментальных материалов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (1-3) А. Г. Суслов. . Качество поверхностного слоя деталей машин: М.: Машиностроение, 2000 (1-3)	25
Итого по разделу 2		25
Раздел 3. Технологическое обеспечения качества полых осесимметричных деталей из тугоплавких металлов на основе применения модификации поверхности формообразующего инструмента.		
Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	А. И. Олехвер, Е. Ю. Ремшев, З. Н. Расулов. . Решение задач обработки металлов давлением в среде Deform-3D: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1,4) Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, Е. Ю. Ремшев. . Конструкционные стали и сплавы: СПб.: Политехника, 2023 (21) А. Г. Суслов, В. Ф. Безъязычный, Ю. В. Панфилов. . Инженерия поверхности деталей: М.: Машиностроение, 2008 (1)	25

Итого по разделу 3	25
--------------------	----

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к зачету;
- индивидуальное практическое задание;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы к зачету

- 1.Химико-термическая обработка
- 2.Азотирование
- 3.Ионное азотирование штамповых сталей
- 4.Нитроцементация
- 5.Хромофосфатирование
- 6.Цементация
- 7.Хромирование
- 8.Термическая обработка плазмой
- 9.Плазменные порошковые покрытия.
- 10.Тонкоплёночные износостойкие покрытия. Финишное плазменное упрочнение. Плазменное напыление .
- 11.Технология изготовления полых тонкостенных деталей типа «Экран»
- 12.Виды брака при вытяжке тугоплавких металлов и основные причины их появления
- 13.Технологические особенности процесса вытяжки при изготовлении тонкостенных изделий
- 14.Модификация рабочей поверхности исполнительного инструмента активным смазочным покрытием на основе фторорганической нанокompозиции
- 15.Практические рекомендации по модификации поверхности рабочего инструмента в технологии холодной штамповки изделий из тугоплавких металлов

Индивидуальное практическое задание

Для получения зачета отчеты должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.32, содержать исходное задание, чертежи пружин. Отчет по индивидуальному заданию состоит из 3-х разделов: Разделы индивидуального практического задания выполняются в соответствии с рекомендованной литературой и ГОСТ 7.32-2017.

Зачет

- Для сдачи зачета обучающемуся выдают три вопроса из общего списка.
- правильные ответы на большую часть поставленных вопросов – «зачтено»;
 - неправильные и неполные ответы на все поставленные преподавателем вопросы – «не зачтено».

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-5.4	
6	11	Раздел 1. Технологии инженерии поверхности инструментов.	36	12	5	7	24	30	Вопросы к зачету
6	11	Раздел 2. Инженерия поверхности методами плазменных технологий.	35	10	5	5	25	30	Вопросы к зачету
6	11	Раздел 3. Технологическое обеспечения качества полых осесимметричных деталей из тугоплавких металлов на основе применения модификации поверхности формообразующего инструмента.	37	12	7	5	25	40	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к зачету
Всего за 11 семестр			108	34	17	17	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА
В ПРОЦЕССАХ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ**

ПК-5.4 - Способен применять методы диагностики, контроля структуры и дефектности металла, обеспечения заданных эксплуатационных характеристик в процессе пластического формоизменения

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность
Прочитайте текст и установите соответствие.

Соотнесите виды износа инструмента с методами их предотвращения.

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

1.	Абразивный износ	Нанесение А. алмазоподобных покрытий (DLC)
2.	Адгезионный износ	Использование Б. смазок с EP-добавками
3.	Окислительный износ	Лазерная В. текстуризация поверхности
4.	Усталостный износ	Г. Покрытия на основе Al ₂ O ₃
5.	Кавитационный износ	Д. Ультразвуковая очистка
6.	Термический износ	Е. Упрочнение методом LSP Ж. Азотирование

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие
Прочитайте текст и установите соответствие.

Соотнесите методы обработки поверхности инструмента с их основными характеристиками методов.

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

1.	Лазерная закалка	Создает А. нанокристаллический слой
2.	Ионная имплантация	Формирует Б. градиентные покрытия
3.	Ультразвуковая обработка	Увеличивает В. твердость за счет остаточных напряжений
4.	PVD-покрытие	Изменяет Г. химический состав поверхности
5.	Химическое травление	Д. Удаляет оксидные пленки
6.	Холодное напыление	Е. Наносит толстые металлические слои Ж. Увеличивает объемную твердость

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность
Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите правильную последовательность этапов подготовки поверхности инструмента перед нанесением износостойкого покрытия методом CVD (Chemical Vapor Deposition).

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Механическая шлифовка поверхности абразивным кругом.
2. Ультразвуковая очистка в органическом растворителе (ацетон).
3. Ионная очистка в вакуумной камере для удаления оксидов.
4. Нагрев подложки до температуры 800–1000°C.
5. Нанесение промежуточного слоя титана для улучшения адгезии.
6. Финишная полировка алмазной пастой.

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой метод снятия окалины после термической обработки можно применить для заготовки гильзы после отжига между вытяжками?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Механическая обработка.
2. Дробеструйная или пескоструйная обработка.
3. Травление.
4. Промывка.
5. Электроэрозия

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какой параметр наиболее важен для оценки трибологических свойств поверхности инструмента?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Твердость по Роквеллу
2. Коэффициент трения
3. Электропроводность
4. Магнитная проницаемость

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какой материал чаще всего используется для создания инструментов с повышенной усталостной прочностью в современных процессах штамповки?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Углеродистая сталь

2. Нанокристаллические керамические композиты
 3. Алюминиевые сплавы
 4. Чугун
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Прочитайте текст, выберите правильный ответ
- В каком варианте перечислены механические свойства материала*
- Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора
1. Плотность, температура плавления, цвет
 2. Прочность, твердость, пластичность, упругость
 3. Спексаемость, свариваемость, штампуемость;
 4. Штампуемость, цвет, твердость.
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Какие современные материалы используются для инструментов в процессах горячей штамповки, и какие преимущества/ограничения они имеют?
- № 9 Прочитайте текст и установите последовательность
Прочитайте текст и установите последовательность.
- Укажите последовательность операций при проектировании штампа для холодной штамповки.
- Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.
1. Расчет допустимых напряжений и деформаций
 2. Выбор материала инструмента (например, WC-Co)
 3. Анализ геометрии детали по чертежу
 4. Тестирование прототипа на износ
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
- Какие покрытия обеспечивают защиту от коррозии в агрессивных средах?
- Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора.
1. Нитрид титана (TiN)
 2. Оксид алюминия (Al₂O₃)
 3. Графитовое напыление
 4. Медное покрытие
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
- Какие современные материалы используются для инструментов, работающих в условиях сверхвысоких температур (свыше 1000°C)?

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора.

1. Карбид кремния (SiC)
2. Молибденовые сплавы
3. Полиэтилен высокой плотности
4. Никелевые суперсплавы (Inconel)

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите роль цифровых двойников в прогнозировании износа инструмента.

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какие преимущества дают графеновые покрытия на инструментах?

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. Снижение коэффициента трения
2. Увеличение электропроводности
3. Повышение термостойкости
4. Улучшение декоративного вида