

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»



УТВЕРЖДАЮ

Начальник УДПО

Быков Л.В.

«27» января 2021 г.

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ (000000613)

«Компьютерное сопровождение технологической подготовки процессов
получения деформированных полуфабрикатов»

Начальник ОУМО ДПО УДПО _____ Р.Р. Анамова

"24" января 2021 г.

Руководитель программы:

Зав. кафедрой ТАОМ
(должность)

(подпись)

А.В. Овчинников
(инициалы, фамилия)

"20" 01 2021 г.

Москва, 2021 г.

1. Общая характеристика программы

1.1 Цель реализации программы

Совершенствование профессиональных компетенций слушателя в области технологической подготовки производства, расчетно-аналитической и проектно-технологической деятельности по оптимизации технологических процессов пластического деформирования металлических материалов в листопрокатном, кузнечно-штамповочном производстве и порошковой металлургии. Ознакомление с базовыми представлениями информационных систем моделирования технологических процессов, их классификацией, назначением и возможностями применения. Изучение конкретных примеров компьютерного исследования и оптимизации промышленных технологий.

1.2 Планируемые результаты освоения программы

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения компетенций, указанных в п.1.1:

слушатель должен:

1. Знать содержание технологической разработки процессов в области листопрокатного, кузнечно-штамповочного производств и порошковой металлургии.
2. Знать основы конечно-элементного анализа в применении к области механики деформированного твердого тела.
3. Знать программные средства подготовки геометрических данных для использования в пакетах конечно-элементных программ моделирования.
4. Знать программные средства, применяемые для компьютерного моделирования технологических процессов пластической деформации.
5. Уметь применять программы геометрического моделирования для построения 2D и 3D моделей инструментальной оснастки, заготовок и деформированных полуфабрикатов и их преобразования в геометрические форматы обмена данными.
6. Уметь применять программное обеспечение конечно-элементного моделирования для определения характера пластического течения, напряженно-деформированного состояния и температурно-скоростных факторов, как в заготовке, так и в инструменте.
7. Уметь проводить анализ результатов моделирования и разрабатывать на его основе научно-обоснованные технологические рекомендации для бездефектного изготовления изделий методами листопрокатного, кузнечно-штамповочного производств и порошковой металлургии.

1.3 Программа разработана на основе профессионального(ых) стандарта(ов) (квалификационных требований):

Программа составлена с учетом элементов следующих профессиональных стандартов:

- 40.083 «Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов», приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 26 декабря 2014 г. N 1158н. Совершенствуются трудовые функции «Отработка конструкции изделий на технологичность, В/03.6»; «Проведение работ по унификации и типизации конструкторско-технологических решений, В/07.6»; «Освоение и внедрение типовых, групповых и единичных технологических процессов, В/08.6»; «Выявление и решение проблем технологии, В/09.6»;

- 40.136 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 25 декабря 2015 г. N 1153н. Совершенствуются трудовые функции «Разработка интегрированной информационной модели типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов, А/02.6»; «Сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов, А/03.6».

1.4 Требования к уровню подготовки поступающего на обучение:

Инженер-технолог, инженер-материаловед, инженер-металлург, инженер-конструктор

1.5 Трудоёмкость обучения:

Трудоёмкость программы - 72 час(-а,-ов).

Аудиторная нагрузка - 64 час(-а,-ов).

Самостоятельная работа слушателей - 8 час(-а,-ов).

Форма обучения - очно-заочная

2. Содержание программы

2.1 Учебный план программы повышения квалификации «Компьютерное сопровождение технологической подготовки процессов получения деформированных полуфабрикатов»

№ п/п	Наименование разделов	Трудоёмкость, час	Аудиторные занятия, дистанционные занятия						СРС, час
			Всего, час	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, семинары, час	Аттестация		
							час	Форма контроля	
1	Информационные системы и технологии	3	3	3	0	0	0		0
2	Содержание технологической разработки процессов пластической деформации	8	8	6	0	2	0		0
3	Автоматизация проектирования (CAD)	16	16	4	0	12	0		0
4	Компьютерное моделирование технологических процессов	25	25	3	0	22	0		0
5	Анализ результатов моделирования	10	10	4	0	6	0		0
6	Итоговая аттестация	10	2	0	0	0	2	Защита итоговой аттестационной работы	8
Итого:		72	64	20	0	42	2		8

**2.2 Учебно-тематический план программы повышения
квалификации
«Компьютерное сопровождение технологической подготовки процессов
получения деформированных полуфабрикатов»**

№ п/п	Наименование разделов	Трудоёмкость, час	Аудиторные занятия, дистанционные занятия						СРС, час
			Всего, час	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, семинары, час	Аттестация		
							час	Форма контроля	
1	Информационные системы и технологии	3	3	3	0	0	0		0
1.1	Основные понятия	1	1	1	0	0	0		0
1.2	Жизненный цикл	1	1	1	0	0	0		0
1.3	Методы построения ИС.	1	1	1	0	0	0		0
2	Содержание технологической разработки процессов пластической деформации	8	8	6	0	2	0		0
2.1	Листопрокатное производство	2	2	2	0	0	0		0
2.2	Кузнечно-штамповочное производство	2	2	2	0	0	0		0
2.3	Порошковая металлургия	4	4	2	0	2	0		0
3	Автоматизация проектирования (CAD)	16	16	4	0	12	0		0

№ п/п	Наименование разделов	Трудоёмкость, час	Аудиторные занятия, дистанционные занятия						СРС, час
			Всего, час	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, семинары, час	Аттестация		
							час	Форма контроля	
3.1	Графическое представление геометрических объектов	4	4	2	0	2	0		0
3.2	Методы восходящего и нисходящего твердотельного моделирования	4	4	2	0	2	0		0
3.3	Построение геометрической модели	8	8	0	0	8	0		0
4	Компьютерное моделирование технологических процессов	25	25	3	0	22	0		0
4.1	Листопрокатное производство	7	7	1	0	6	0		0
4.2	Кузнечно-штамповочное производство.	9	9	1	0	8	0		0
4.3	Порошковая металлургия.	9	9	1	0	8	0		0
5	Анализ результатов моделирования	10	10	4	0	6	0		0
5.1	Листопрокатное производство	3	3	1	0	2	0		0
5.2	Кузнечно-штамповочное производство.	4	4	2	0	2	0		0
5.3	Порошковая металлургия.	3	3	1	0	2	0		0

№ п/п	Наименование разделов	Трудоёмкость, час	Аудиторные занятия, дистанционные занятия						СРС, час
			Всего, час	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, семинары, час	Аттестация		
							час	Форма контроля	
6	Итоговая аттестация	10	2	0	0	0	2	Защита итоговой аттестационной работы	8
6.1	Подготовка итоговой аттестационной работы	8	0	0	0	0	0		8
6.2	Защита итоговой аттестационной работы	2	2	0	0	0	2	Защита итоговой аттестационной работы	0
	Итого	72	64	20	0	42	2		8

2.3 Содержание разделов программы повышения квалификации «Компьютерное сопровождение технологической подготовки процессов получения деформированных полуфабрикатов»

Раздел 1. Информационные системы и технологии (3ч.)

Тема 1.1. Основные понятия (1ч.)

Понятие информационных систем (ИС). Автоматизированная информационная система. Этапы развития информационных систем.

Основные преимущества от внедрения ИС на промышленных предприятиях. Этапы внедрения ИС.

Тема 1.2. Жизненный цикл (1ч.)

Жизненный цикл изделия. Модели жизненного цикла. Информационные системы поддержки жизненного цикла изделий.

Тема 1.3. Методы построения ИС. (1ч.)

Метод поискового проектирования, метод комплексной детали, метод индивидуального проектирования. Требования к комплексной автоматизации технологической подготовки производства и принципы создания ИС.

Раздел 2. Содержание технологической разработки процессов пластической деформации (8ч.)

Тема 2.1. Листопркатное производство (2ч.)

Заготовки для производства листов. Подготовительные операции. Холодная прокатка. Горячая прокатка. Расчёт схемы обжатий. Типовые дефекты.

Тема 2.2. Кузнечно-штамповочное производство (2ч.)

Типы применяемых заготовок. Конструирование поковки. Выбор технологических переходов. Типовые дефекты и меры борьбы с ними. Отделочные операции.

Тема 2.3. Порошковая металлургия (4ч.)

Основные способы получения порошков. Метод распыления и грануляция жидких металлов и сплавов. Гранулометрический состав порошка, насыпная плотность, формуемость. Закономерности уплотнения порошков. Изостатическое прессование. Изготовление и подготовка капсул.

Раздел 3. Автоматизация проектирования (CAD) (16ч.)

Тема 3.1. Графическое представление геометрических объектов (4ч.)

Основы работы с SolidWorks. Работа с эскизами. Использование методов восходящего и нисходящего проектирования. Построение эскизов с помощью параметризации. Применение элементов булевой алгебры. Методы преобразование эскиза в 3D модель. Внедрение таблицы параметров. Построение чертежа на основе модели. Построение сборки. Форматы переноса данных в системы моделирования.

Тема 3.2. Методы восходящего и нисходящего твердотельного моделирования (4ч.)

Методы построения геометрических моделей от примитивов к трехмерной модели. Метод построения трехмерной модели из базовых элементов с применением булевых операций.

Тема 3.3. Построение геометрической модели (8ч.)

Построение геометрических моделей чистовой детали, поковки, штамповой оснастки и заготовки средствами твердотельного моделирования.

Раздел 4. Компьютерное моделирование технологических процессов (25ч.)

Тема 4.1. Листопркатное производство (7ч.)

Модели заготовки и валков. Обеспечение виртуального захвата заготовки валками. Подготовка исходных данных. Пример моделирования продольной прокатки сляба из алюминиевого сплава.

Тема 4.2. Кузнечно-штамповочное производство. (9ч.)

Особенности подготовки моделей верхнего и нижнего штампов. Специфика моделирования многопереходных кузнечных операций (протяжка). Примеры моделирования штамповки удлиненной поковки,

поковки корпуса обратным выдавливанием, колёсного барабана с анализом причин незаполнения ручья.

Тема 4.3. Порошковая металлургия. (9ч.)

Особенности моделирования процесса компактирования методом изостатического прессования. Описание граничных условий на поверхности компакта. Моделирование процессов совместной деформации нескольких гранул.

Раздел 5. Анализ результатов моделирования (10ч.)

Тема 5.1. Листопркатное производство (3ч.)

Геометрические характеристики очага деформации при прокатке. Поле скоростей деформации в очаге. Влияние частного обжатия и диаметра вала на глубину проникновения деформации. Моделирование типичных дефектов прокатки. Напряжённо-деформированное состояние на боковых гранях.

Тема 5.2. Кузнечно-штамповочное производство. (4ч.)

Динамика заполнения ручья при штамповке, соотнесённая с зависимостью усилия штамповки от хода. Трассируемые точки - основной инструмент локального анализа результатов моделирования. Моделирование и анализ причин незаполнения глубоких полостей штампа. Моделирование динамики нагружения инструмента при несимметричной укладке заготовки.

Тема 5.3. Порошковая металлургия. (3ч.)

Анализ динамики прогрева заготовок. Моделирование формоизменения капсулы с засыпкой в процессе компактирования. Изменение плотности засыпки в процессе компактирования. Анализ неравномерности деформационного и скоростного полей в отдельных гранулах в процессе компактирования.

Раздел 6. Итоговая аттестация (2ч.)

Тема 6.1. Подготовка итоговой аттестационной работы (0ч.)

В соответствии с выданным заданием слушатели выполняют итоговую аттестационную работу.

Тема 6.2. Защита итоговой аттестационной работы (2ч.)

Слушатели выступают с докладом и презентацией по теме своей итоговой аттестационной работы и отвечают на вопросы.

Перечень лекций

Номер темы	Наименование лекции	Трудоемкость, час.
1.1	Основные понятия	1
1.2	Жизненный цикл	1
1.3	Методы построения ИС.	1
2.1	Листопркатное производство	2
2.2	Кузнечно-штамповочное производство	2
2.3	Порошковая металлургия	2
3.1	Графическое представление геометрических объектов	2
3.2	Методы восходящего и нисходящего твердотельного моделирования	2
4.1	Листопркатное производство	1
4.2	Кузнечно-штамповочное производство.	1
4.3	Порошковая металлургия.	1
5.1	Листопркатное производство	1
5.2	Кузнечно-штамповочное производство.	2
5.3	Порошковая металлургия	1

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Трудоемкость, час.
2.3	Анализ примеров технологий прокатки, штамповки и порошковой металлургии.	2
3.1	Построение эскизов с помощью параметризации	2
3.2	Применение элементов булевой алгебры	2
3.3	Построение геометрической модели	8
4.1	Моделирование продольной прокатки сляба из алюминиевого сплава.	6
4.2	Моделирование процессов штамповки удлиненных и круглых в плане поковок.	8
4.3	Моделирование процесса компактирования на макро- и микро-уровне.	8
5.1	Исследование напряженно-деформированного состояния в заготовке при продольной прокатке.	2
5.2	Анализ распределения накопленной степени деформации при многопереходной штамповке диска.	2
5.3	Анализ неравномерности деформационного и скоростного полей в отдельных гранулах в процессе компактирования.	2

Самостоятельная работа слушателей (СРС)

Номер темы	Вид СРС	Трудоемкость, час.
6.1	Подготовка к итоговой аттестации	8

2.4 Организационно-педагогические условия реализации программы повышения квалификации

«Компьютерное сопровождение технологической подготовки процессов получения деформированных полуфабрикатов»

Материально-технические условия

Вид занятий	Вид учебного помещения	Среда обучения	Оборудование	Программное обеспечение
Лекция	Аудитория	Контактная работа	Мультимедиапроектор, ноутбук, настенный экран.	MS Office, Solid Works, QForm
Практическое занятие, семинар	Компьютерный класс	Контактная работа	Персональные компьютеры	MS Office, Solid Works, QForm

Учебно-методическое обеспечение программы

Литература:

1. Дембовский В.В. Компьютерные технологии в металлургии и литейном производстве: Учебное пособие. Часть 1. - СПб.: СЗТУ, 2003. - 145 с.
2. Шапкарина, Г.Г. Информационные технологии в металлургии. Ч.1.: учебное пособие. -М.: МИСиС, 2004.-79 с.
3. А.В.Овчинников, С.С. Пименов. Подготовка 2D - графической информации для системы QForm 5 / Метод. указания. – М.: МАТИ, 2015. – 29 с.
4. А.В. Овчинников, Пименов С.С. Моделирование процесса объёмной штамповки осесимметричной поковки в системе QForm 5 / Метод. указания. – М.: МАТИ, 2015. – 44 с.

Кадровое обеспечение программы

Обучение по программе проводят сотрудники кафедры "Технология и автоматизация обработки материалов", ведущие научную и исследовательскую деятельность в области моделирования технологических процессов пластической деформации.

3. Оценка качества освоения программы

Текущий контроль проводится в форме опроса слушателей по темам занятий.

Итоговый контроль проводится в форме подготовки и защиты итоговой аттестационной работы.

4. Календарный учебный график

Календарный месяц, в котором проводится обучение по программе	Срок проведения обучения по программе
Январь – июнь, сентябрь - декабрь (по мере комплектования групп)	Срок освоения программы, включая итоговую аттестацию, - 72 час(-а,-ов)

Примечание

Календарный учебный график является примерным. Даты обучения будут определены в расписании занятий при наборе группы на обучение.

5. Руководитель и составители программы

Овчинников Алексей Витальевич, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой "Технология и автоматизация обработки материалов"

Палтиевич Андрей Романович - доцент, к.т.н, доцент кафедры "Технология обработки металлов давлением"

Приложение А

к программе повышения квалификации
«Компьютерное сопровождение технологической подготовки процессов получения
деформированных полуфабрикатов»

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Понятие информационной системы (ИС).
2. Модель ЖЦ.
3. Основные цели разработки ИС.
4. Основные преимущества от внедрения ИС на промышленных предприятиях.
5. Инструментарий информационных технологий.
6. Программные продукты CAD/CAM/CAE.
7. Классы САПР.
8. Преимущества САПР.
9. Графическое представление геометрических объектов.
10. Методы твердотельного моделирования.
11. Булевы операции в геометрическом моделировании.
12. Построение модели.
13. Преимущества твердотельных моделей.
14. Автоматизация разработки технологических процессов.
15. Какие технологические операции, доступные для моделирования в QForm?
16. Охарактеризуйте компонентный состав (блок-схему) системы QForm.
17. Изложите методику моделирования технологических процессов пластической деформации в системе QForm.
18. Перечислите группы исходных данных, необходимых при подготовке к моделированию.
19. Анализ результатов компьютерного моделирования.
20. Охарактеризуйте возможности системы QForm для общего и локального анализа изменения температуры заготовки.

Приложение Б

к программе повышения квалификации
«Компьютерное сопровождение технологической подготовки процессов получения
деформированных полуфабрикатов»

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ И ОТВЕТЫ

V - правильный ответ, X - неправильный ответ

Какой принцип построения АС ТПП обеспечивает подчинённость структур нижнего уровня структурам верхнего уровня?	1. Принцип единства обеспечения.	X
	2. Принцип максимальной инвариантности.	X
	3. Иерархический принцип.	V
На каком этапе создания АС ТПП требуется разработка математической модели процесса проектирования?	1. Разработка технологических алгоритмов.	X
	2. Разработка машинных алгоритмов.	V
	3. Постановка задачи проектирования.	X
Какой тип задачи позволяет моделировать только перенос заготовки от печи к инструменту?	1. Деформация в гидравлическом прессе.	X
	2. Охлаждение в инструменте.	X
	3. Охлаждение на воздухе.	V
В каком формате возможен обмен графической информацией между системой QForm и другими CAD/CAM - системами?	1. Формат *.jpg	X
	2. Формат *.drf	X
	2. Формат *.dxf	V
Какой модуль системы QForm обеспечивает вывод результатов моделирования на дисплей?	1. Ядро системы.	X
	2. Визуализатор.	V
	3. База данных.	X
Какой модуль системы QForm обеспечивает адаптацию к изменяющимся условиям проектирования?	1. База данных.	V
	2. Автоматический генератор сеток конечных элементов.	X
	3. Сопроцессор системы.	X
Для обеспечения возможности моделирования напряжённо-деформированного состояния в инструментах требуется задать ...	1. Температуру инструментов.	X
	2. Смазку на инструментах.	X
	3. Материал инструментов.	V
При подготовке геометрической информации для 2D-моделирования изображают ... половины замкнутых контуров заготовки и инструмента.	1. Верхние.	X
	2. Правые.	V
	3. Левые.	X
Какой виртуальный инструментарий можно использовать для анализа вероятности появления трещин в заготовке?	1. Поле температуры.	X
	2. Поле интенсивности напряжений.	X
	3. Поле средних напряжений.	V

Приложение В
к программе повышения квалификации

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ИТОГОВЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ РАБОТ

1. Исследование характеристик формоизменения и заполнения ручья при горячей объёмной штамповке поковки балки из конструкционной стали.
2. Компьютерный анализ неравномерности распределения накопленной степени деформации в поковке диска и разработка мер по её уменьшению.
3. Анализ температурных и скоростных полей в штампованной поковке из алюминиевого сплава АД31.
4. Прогноз структурного состояния в штампованной поковке диска из сплава алюминиевого АВ на основе компьютерного моделирования.
5. Компьютерный анализ силовых условий работы инструмента при объёмной штамповке поковки корпуса из титанового сплава ВТ9.
6. Компьютерное исследование неравномерности деформации по толщине сляба при листовой прокатке сплава Д16.
7. Расчёт напряжённо-деформированного состояния в заготовке при листовой прокатке с использованием САЕ - приложения.
8. Моделирование формоизменения входного торца сляба и оптимизация его формы.
9. Компьютерное моделирование процесса компактирования гранульной заготовки в газостате.
10. Компьютерное моделирование совместной деформации гранул разных размеров в процессе компактирования гранульной заготовки.

Приложение Г
к программе повышения квалификации

ТРЕБОВАНИЯ К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Объем работы должен составлять 15-20 страниц, включая иллюстрации.

Рекомендуемая структура выпускной работы:

1. Анализ выданного задания, определение способа изготовления изделия.
2. Разработка геометрической модели
3. Построение математической (расчетной) модели процесса в среде моделирования.
4. Выполнение расчета и анализ результатов моделирования.
5. Предложения по совершенствованию технологического процесса на основе результатов моделирования.
6. Заключение, выводы по проделанной работе.

Работа оформляется в соответствии с требованиями оформления научных работ, изложенными в ГОСТ 7.32-2017.

Для моделирования могут использоваться программные средства QForm, DeForm или ANSYS.