

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра оборудования и технологии сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



Н.Г. Зарипов

« 02 » 09 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СВАРКИ И РОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

Уровень подготовки: высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура)

15.06.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки)

Направленность подготовки

Сварка, родственные процессы и технологии

(наименование программы подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

Исследователь. Преподаватель исследователь.

Форма обучения

очная

Уфа 2015

Содержание

1.	Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
2.	Перечень результатов обучения.....	4
3.	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	4
4.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	5
5.	Фонд оценочных средств	6
6.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	9
7.	Образовательные технологии.....	11
8.	Методические указания по освоению дисциплины	11
9.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	11

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования сварки и родственных технологических процессов» является дисциплиной по выбору вариативной части учебного плана.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура) 15.06.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №881 и приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.04.2015 №464 "О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)". Является неотъемлемой частью основной образовательной профессиональной программы (ОПОП).

Целью освоения дисциплины является формирование систематизированных знаний о принципах построения и методах создания САПР технологических процессов сварки и родственных процессов.

Задачи:

- сформировать знания о назначении, составе и принципах работы основных систем и обеспечений САПР;
- изучить основные подходы к моделированию технологических процессов.

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований, сформировавших данную компетенцию
1	способность научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	ОПК-1	пороговый	НИР
	способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	ОПК-2	пороговый	НИР

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является входной
1	Способность разрабатывать оборудование, оснастку, системы управления технологическими процессами сварки и родственными процессами с применением	ПК-2	Базовый	НИР

	современных вычислительных средств			
--	------------------------------------	--	--	--

2. Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	Способность разрабатывать оборудование, оснастку, системы управления технологическими процессами сварки и родственными процессами с применением современных вычислительных средств	ПК-2	- структуру и основные принципы функционирования современных систем автоматизированного проектирования технологических процессов сварки, родственных процессов, оборудования для их реализации; - принципы математического моделирования технологических процессов сварки, родственных процессов.	- моделировать физико-химические процессы при сварке и родственных видах обработки.	- приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования; - приемами работы на персональном компьютере с системой автоматизированного конструирования.

3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (324 часа).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.		
	3 семестр	4 семестр	Всего
Лекции (Л)	6	4	10
Аудиторная работа	14	10	24
Практические занятия (ПЗ)	8	6	14
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	85	98	183
Подготовка и сдача экзамена		36	36
Подготовка и сдача зачета	9		9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Зачет	Экзамен	

Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов				Литература, рекомендуемая студентам	Виды интерактивных образовательных технологий
		Аудиторная работа		СРС	Всего		
		Л	ПЗ				
1	Раздел 1. Концептуальная	2	4	40	46	Р 6.1 №-№ 1, 2, 3, 4	Лекция-визуализация

	структура САПР ТП. Требования, которым должна удовлетворять САПР ТП.						
2	Раздел 2. Этапы автоматизированного проектирования. Структура программного обеспечения САПР ТП	4	4	45	53	Р 6.1 №-№ 1, 2, 3, 4	Лекция-визуализация
3	Раздел 3. Основная концепция метода конечных элементов. Моделирование физических процессов при сварке. Моделирование энергомассопереноса.	2	4	49	55	Р 6.1 №-№ 5, 6	Лекция-визуализация
4	Раздел 4. Стадии теплонасыщения и квазистационарного температурного поля. Моделирование процессов деформации и разрушения при сварке.	2	2	49	53	Р 6.1 №-№ 5, 6	Лекция-визуализация
	Всего:	10	14	183	207		

Практические занятия (семинары)

Осуществить библиографический поиск статей по следующим тематикам:

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Моделирование температурных полей при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом	4
2	2	Моделирование температурных полей при аргонодуговой сварке плавящимся электродом	4
3	3	Оценка напряженно-деформированного состояния сварной конструкции, содержащей кольцевые и продольные сварные швы, выполненные плазменной сваркой	4
4	4	Оценка напряженно-деформированного состояния сварной конструкции, содержащей кольцевые и продольные сварные швы, выполненные сваркой под флюсом	2
Итого:			14

Для выполнения практического задания необходим доступ в сеть Интернет. В конце занятия студенты предоставляют отчет, содержащий следующие пункты: список библиографических данных статьи, краткое ее содержание и название конечно-элементного пакета, в котором осуществлено моделирование того или иного физического процесса при сварке, комментарии и общее мнение о содержании статьи.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценка напряженно-деформированного состояния элементов сборочно-сварочного оснащения.

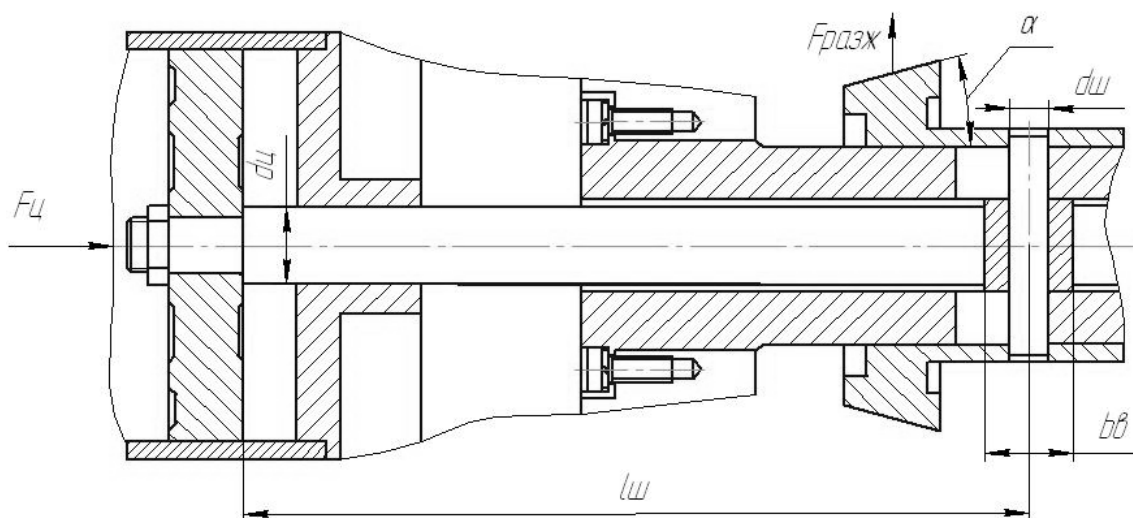
Последовательность выполнения домашнего задания:

1. Выбрать узел сборочно-сварочного приспособления для расчета;
2. Расчет размеров узла и прикладываемых к нему усилий с использованием

- аналитических формул;
3. Выбор и обоснование расчетной схемы (базирование узла);
 4. Постановка задачи и создание 3D-модели узла (детали);
 5. Выбор и обоснование материала (детали) или материалов конструкции;
 6. Наложение конечно-элементной сетки на 3D-модель узла;
 7. Задание необходимых граничных условий и настройка расчета;
 8. Оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) штока;
 9. Заключение о работоспособности конструкции.

Варианты параметров элементов узла, необходимые для выполнения домашнего задания

Вариант	$d_{ц}$, мм	$d_{шт\text{ока}}$, мм	$d_{шти\text{фта}}$, мм	$h_{в}$, мм	$b_{в}$, мм	$l_{ш}$, мм	α , град	Конструкция пневмоцилиндра	Материал штока
1	100	16	10	16	18	400	20	односторонний	40
2	160	22	12	24	22	300	10	двусторонний	45
3	90	14	10	16	16	350	15	односторонний	40X
4	125	18	10	16	24	400	20	односторонний	SUS 304
5	105	16	10	17	24	300	10	двусторонний	08X18H10T



5. Фонд оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1. Концептуальная структура САПР ТП. Требования, которым должна удовлетворять САПР ТП.	ПК-2	повышенный уровень	Р
2	Раздел 2. Основная концепция метода конечных элементов. Моделирование физических процессов при сварке. Моделирование энергомассопереноса.	ПК-2	повышенный уровень	ДЗ, Р

Вопросы к зачету с оценкой по дисциплине

«САПР сварки и родственных технологических процессов»

1. Цели создания и функционирования САПР. Классификация САПР
2. Структура и состав САПР. Основные принципы создания
3. Системный подход к разработке САПР
4. Техническое обеспечение САПР
5. Математическое обеспечение САПР. Математические модели и основные требования, предъявляемые к ним.
6. Классификация математических моделей САПР.
7. Постановка и решение задач анализа
8. Классификация задач параметрического синтеза
9. Классификация задач структурного синтеза
10. Характеристика входного и выходного информационного Массива
11. Информационное обеспечение и информационный фонд САПР
12. Способы ведения информационного фонда САПР
13. Принципы построения банков данных(БнД)
14. Иерархический и сетевой подходы
15. Лингвистическое обеспечение САПР. Классификация языков САПР
16. Языки программирования
17. Языки проектирования
18. Языки процедурные и непроцедурные. Диалоговые языки.
19. Структура и основные компоненты программного обеспечения САПР
20. Монитор САПР
21. Взаимодействие подсистем САПР
22. Иерархические уровни описаний проектируемых объектов
23. Аспекты описаний проектируемых объектов
24. Составные части процесса проектирования
25. Нисходящее и восходящее проектирование
26. Внешнее и внутреннее проектирование
27. Унификация проектных решений и процедур
28. Классификация типовых задач проектирования
29. Проектирование на основе методов типизации
30. Логические условия назначения операции в маршруте
31. Формирование обобщенного маршрута. Синтез технологических маршрутов
32. Реляционный подход
33. Реляционное исчисление
34. Взаимосвязь СУБД с прикладными программами
35. Системы автоматизированного программирования технологического оборудования с ЧПУ. Основные понятия и терминология
36. Автоматизированная подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ.

Критерии оценки зачета с оценкой:

Оценка «отлично»

Студент знает:

- термины, понятия, концептуальную структуру (подсистемы, обеспечения и компоненты) и схему функционирования САПР как системы;
- структуру и принципы функционирования САПР как системы;
- структуру и принципы функционирования основных видов обеспечений САПР (математического, программного, информационного, лингвистического и др.);

- уровни, аспекты, этапы и методы автоматизированного проектирования технологических процессов.

Студент умеет:

- осуществлять выбор технических и программных средств для автоматизированного проектирования применительно к поставленной задаче в области технологии и оборудования сварочного производства;
- работать с технической литературой, справочниками, информацией, предоставляемой системой Internet и другими информационными источниками.

Оценка «хорошо»

Студент знает:

- термины, понятия, концептуальную структуру (подсистемы, обеспечения и компоненты) и схему функционирования САПР как системы;
- уровни, аспекты, этапы и методы автоматизированного проектирования технологических процессов.

Студент умеет:

- осуществлять выбор технических и программных средств для автоматизированного проектирования применительно к поставленной задаче в области технологии и оборудования сварочного производства;
- умеет работать с технической литературой.

Оценка «удовлетворительно»

Студент знает:

- термины, понятия, концептуальную структуру (подсистемы, обеспечения и компоненты) и схему функционирования САПР как системы.

Студент умеет:

- формулировать требования к техническим средствам для автоматизированного проектирования применительно к поставленной задаче в области технологии и оборудования сварочного производства;
- работать с технической литературой.

Оценка «неудовлетворительно»

- Студент не владеет терминологией, понятиями и не имеет представления о концептуальной структуре и схеме функционирования САПР.
- Студент не умеет формулировать требования к техническим средствам для автоматизированного проектирования применительно к поставленной задаче.

Вопросы к экзамену:

1. Назовите основные пакеты численного моделирования технологических процессов, представленные на рынке. Для чего предназначены те или иные пакеты.
2. Назовите основные предпосылки возникновения численных методов и основные этапы развития.
3. Назовите разновидности численных методов, используемых в механике разрушения и прочностных расчетах конструкций. В чем их отличие друг от друга.
4. Назовите основные преимущества различных численных методов.
5. Назовите основную концепцию и идею метода конечных элементов, а также этапы построения дискретной модели.
6. Какие типы конечных элементов используются при построении дискретной модели. В чем преимущества и недостатки при использовании тех или иных типов.
7. Назовите основные преимущества и недостатки метода конечных элементов.
8. Назовите основные принципы разбиения области на конечные элементы.

9. Назовите правила нумерации узлов конечных элементов. Что такое ширина полосы матрицы системы уравнений. Как влияет неправильная нумерация узлов на количество конечных элементов в модели.
10. Для чего в численных пакетах используют внутренний язык программирования.
11. В чем разница стационарных и нестационарных задач при построении численного моделирования процессов.
12. Объясните в чем разница явных и неявных схем решения поставленных задач.
13. В чем отличие связанных и несвязанных задач.
14. Перечислите основные этапы построения численной модели технологического процесса сварки или реновации.
15. От чего зависит время расчета численных моделей технологических процессов. Как ее можно оптимизировать.
16. Назовите особенности построения численного расчета в пакете DEFORM 3D.
17. Назовите основные функции постпроцессора и препроцессора обработки данных DEFORM 3D.
18. Как импортировать геометрию 3D-объекта в препроцессор DEFORM 3D.
19. Операции с основными свойствами материалов (импорт, экспорт, интерполяция данных) в библиотеке материалов DEFORM 3D.
20. Назовите основные способы позиционирования объектов в DEFORM 3D.
21. Особенности формирования контактной пары объектов в DEFORM 3D.
22. Основные принципы построения интерактивной справки в DEFORM 3D.
23. Какие виды расчетов можно провести в КОМПАС-3D/APM FEM.
24. Какими способами можно задать нагрузку на деталь в КОМПАС 3D/APM FEM.

Критерии оценки:

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он умеет отличать друг от друга основные методики численных расчетов, знает их преимущества и недостатки, может объяснить, как реализовано решение стационарных и нестационарных задач при построении численного моделирования процессов, знает основные этапы построения численной модели технологического процесса сварки или реновации. Может назвать основные пакеты численного моделирования технологических процессов, представленные на рынке и для чего они предназначены.

- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он умеет отличать друг от друга основные методики численных расчетов, знает их преимущества и недостатки, но не может объяснить, как реализовано решение стационарных и нестационарных задач при построении численного моделирования процессов, может назвать основные этапы построения численной модели технологического процесса сварки или реновации, но не знает правильного порядка последовательности построения процедур. Может назвать основные пакеты численного моделирования технологических процессов, представленные на рынке программного обеспечения.

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он умеет отличать друг от друга основные методики численных расчетов, знает их преимущества и недостатки, но не может объяснить, как реализовано решение стационарных и нестационарных задач при построении численного моделирования процессов, но не может назвать основные этапы построения численной модели технологического процесса сварки или реновации, а также не знает правильного порядка последовательности построения процедур. Не владеет информацией об основных пакетах численного моделирования технологических процессов, представленные на рынке программного обеспечения, и не знает их предназначения.

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он не умеет отличать друг от друга основные методики численных расчетов, не знает их преимущества и недостатки и не может объяснить, как реализовано решение стационарных и нестационарных задач при построении численного моделирования процессов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная литература

1. Кондаков А. И. САПР технологических процессов : [учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / А. И. Кондаков .— 3-е изд., стер. — Москва Академия, 2010 .— 267, [3] с.
2. Зайцев А.Н., Салахутдинов Р.М., Суглоб А.В. Проектирование цехов и производственных участков электрохимической обработки: Учебное пособие / Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2011. – 73 с.
3. Житников В.П., Зайцев А.Н. Импульсная электрохимическая размерная обработка. – М.: Машиностроение, 2008. 413 с.
4. Медведев, А.Ю. Расчет температурных полей при сварке и наплавке [Электронный ресурс] : учебное электронное издание / А.Ю. Медведев; ГОУ ВПО УГАТУ.— Уфа : УГАТУ, 2009. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
5. Теория сварочных процессов : [учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Машиностроительные технологии и оборудование", специальность "Оборудование и технология сварочного производства"] / А. В. Коновалов [и др.] ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; под ред. В. М. Неровного.— М. : Изд-во МГТУ, 2007 .-748 с.

6.2 Дополнительная литература

1. Болдин, А. Н. Основы автоматизированного проектирования : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 651400 "Машиностроительные технологии и оборудование", специальности 150204 "Машины и технология литейного производства"] / А. Н. Болдин, А. Н. Задиранов ; Московский государственный индустриальный университет (МГИУ) .— 2-е изд., стер. — Москва : МГИУ, 2009 .— 104 с.
2. Зарубин, В. С., Математическое моделирование в технике : [учебник для студентов высших технических учебных заведений] / В. С. Зарубин .— Изд. 3-е .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 .— 496 с.
3. Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD [Электронный ресурс] : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированного специалиста 160400 — «Системы управления движением и навигации» и специальности 160403 — «Системы управления летательными аппаратами»] / В. А. Охорзин .— 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2009 .— 352 с. — (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Библиогр.: с. 341-342 (43 назв.) .
4. Никифоров, А. Ф. Лекции по уравнениям и методам математической физики: : [учебное пособие] / А. Ф. Никифоров .— Долгопрудный : Интеллект, 2009 .— 133 с.
5. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т I. Свариваемость материалов. Справочник / Под ред. Э.Л. Макарова -М.: Металлургия, 1991.-528 с.
6. Харламов, А. DEFORM - программный комплекс для моделирования процессов обработки металлов давлением / А.Харламов, А.Уваров // САПР и графика .— 2003 .— N6 .— С.34-36 .— ISSN 1560-4640.

6.3. Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

- 6.3.1. На сайте библиотеки УГАТУ <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.
- 6.3.2. Образовательный математический сайт www.exponenta.ru.
- 6.3.3. Сайт ООО «Продуктивные технологические системы» - авторизованного реселлера компании PTC (США) www.ptc-russia.com.

6.4 Методические указания к практическим занятиям

1. Трехмерное моделирование деталей сварочных приспособлений с использованием системы SolidWorks: Лабораторный практикум по дисциплине «Автоматизация конструирования в сварочном производстве» /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост. В.А. Зайцев. – Уфа, 2008. – 47 с.

2. Трехмерное моделирование деталей с использованием системы SolidWorks: Лабораторный практикум по дисциплине «Автоматизация проектирования в сварочном производстве»/ Уфимск. гос. авиац. ун-т; Сост. В.А. Зайцев. – Уфа, 2009, – 33 с.

7. Образовательные технологии

7.1. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

7.1.1. Конечно-элементный пакет Deform 3D.

7.1.2. Математический пакет программ *MathCAD* 14 или более поздних версий.

7.1.3. Возможно применение пакета программ *SMathStudio* при условии доработки методических указаний к лабораторным работам (пункт 8 настоящей программы).

7.1.4. Пакеты программ *MS OFFICE* или *OPEN OFFICE*.

8. Методические указания по освоению дисциплины

Рекомендуемая последовательность выполнения пунктов домашнего задания.

Выбрать узел сборочно-сварочного приспособления для расчета.

В данном пункте производится выбор узла или детали сборочно-сварочного приспособления для прочностного расчета при согласовании с консультантом. Это могут быть:

а) расчет на срез штифтов;

б) расчет штока или оболочки на смятие;

в) расчет конструкции на смятие от прижимных элементов приспособления;

г) расчет напряжений и деформаций сварного изделия от прижимных элементов приспособления.

Расчет размеров узла и прикладываемых к нему усилий

При выборе силовой и кинематической схем следует руководствоваться следующими требованиями к ним.

Рациональность силовой схемы. Рациональной является схема, в которой действующие силы взаимно уравниваются на возможно более коротком участке с помощью элементов, работающих преимущественно на растяжение, сжатие или кручение (а не на изгиб).

Устранение или уменьшение изгиба. Во всех случаях, когда допускает конструкция, изгиб следует заменять более выгодными видами деформации – растяжением, сжатием или сдвигом.

Выбор и обоснование расчетной схемы (базирование узла)

Создать базу данных и назвать ее в древе построения Deform 3D. Запустив постпроцессор, зайти в интерфейс построения 3D-модели. Во вкладке Геометрия импортировать или создать 3D-модель узла (детали) с помощью встроенного интерфейса построения геометрических примитивов.

Постановка задачи и создание 3D-модели узла (детали)

Необходимо правильно выбрать схему базирования узла (детали) в сборочно-сварочном приспособлении, лишить степеней свободы необходимые узлы или поверхности конечно-элементной сетки при построении 3D-модели. Дать основные рекомендации при перенесении схемы базирования узла (детали) при постановке задачи в пакете Deform 3D.

Выбор и обоснование материала (детали) или материалов конструкции

Выбрать один или несколько материалов для конструкции из базы данных материалов пакета Deform 3D с помощью меню **Material** → **Material library** во вкладке панели управления. Назначить для различных деталей материал и задать ввод контакта между сопрягаемыми

детальями.

Наложение конечно-элементной сетки на 3D-модель

Осуществить выбор типа конечных элементов и размера во вкладке **Mesh**. Назначить если есть необходимость окна плотности в местах концентрации напряжений и температуры. Для активизации окон плотности необходимо зайти во вкладку **Detailed Setting** → **Weighting factors** и выставить скроллинг **Mesh Density Windows**, после чего откроется вкладка **Mesh Windows**, в которой необходимо выделить зоны 3D-модели, подлежащие разбиению на элементы с окнами плотности. Окно плотности представляет собой локальное сгущение (уменьшение размеров) конечных элементов в областях высоких температурных градиентов и/или концентраторов напряжений.

Задание необходимых граничных условий и настройка расчета

Задание граничных условий задачи – деформационную нагрузку в виде приложения сил к узлам конечно-элементной модели, либо распределенного по поверхности давления. Приложение сил к узлам сетки или давления на грань может быть осуществлено с помощью вкладки **Boundary Conditions** или **Movement** панели задач Deform 3D. При наложении силовой нагрузки необходимо выбрать ось, по которой она направлена. После задания граничных условий необходимо выбрать тип решателя, задать шаг по времени и количество шагов нагрузки. В Deform 3D/preprocessor алгоритм этих действий осуществляется в меню **Simulation Controls** → **Main** → **Type**. После чего необходимо выбрать систему единиц (**Si**) и тип решаемой задачи - тепловой или деформационной. Проверить на наличие ошибок сгенерированную базу данных можно с помощью кнопки **Check** во вкладке **Database Generation**, и после чего сгенерировать базу данных.

Оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) штока

Оценку НДС штифта необходимо выполнить с помощью метода конечных элементов (МКЭ). По результатам оценки НДС необходимо определить работоспособность узла штока-штифт, принимая допускаемое напряжение на срез штифта.

Для постановки расчета необходимо произвести определение следующих величин:

1) Усилие, передаваемое на шток.

Привод секторов осуществляется через конус, установленный на штоке и приводимый в движение в осевом направлении, как правило, пневмоцилиндром или гидроцилиндром (рис. 1).

Расчет ведется по формуле Лапласа

$$P_{рас} = [\sigma]_{рас} \cdot 2 \cdot S / D$$

где $P_{рас}$ – расчетное давление внутри оболочки, Па;

D - диаметр оболочки, м;

$[\sigma]_{рас}$ - расчётное допускаемое напряжение, Па;

S - толщина стенки оболочки, м.

Расчётное допускаемое напряжение $[\sigma]_{рас}$ определяется из условия работы материала оболочки в пределах упругости и не должно превышать предела упругости $\sigma_{0.2}$ при любых сочетаниях внешних факторов.

Требуемый диаметр пневмоцилиндра двустороннего действия определяется из выражения

$$F_{ц} = \pi(D_{ц}^2 - d_{ц}^2) \cdot F_{ц} \cdot \eta_{ц},$$

где $F_{ц}$ - осевое усилие на штоке;

$d_{ц}$ - диаметр штока цилиндра;

$P_{ц}$ - давление в рабочей полости цилиндра;

$\eta_{ц}$ - КПД цилиндра, учитывающий трение, $\eta_{ц}=0,8...0,9$. Давление в рабочей полости цилиндра берется несколько меньше давления в питающей привод сети, например, для пневмоцилиндра $P_{ц} \approx 0,4...0,5$ МПа при давлении в сети 0,63 МПа.

Диаметры пневмоцилиндра $D_{ц}$ и $d_{ц}$ указаны в таблице в соответствии с заданным вариантом.

При применении цилиндра одностороннего действия, т. е. имеющего встроенную возвратную пружину, диаметр цилиндра определяется из выражения:

$$F'_c = \pi \cdot D_c^2 \cdot P_c \cdot \eta_c - F_{\text{возвр}},$$

где $F_{\text{возвр}} \approx (0,2 \dots 0,3) \cdot F'_c$ - усилие возвратной пружины.

Недостаточное усилие возвратной пружины может привести к невозврату поршня в исходное состояние.

Для всех вариантов при использовании возвратной пружины принять: внешний диаметр пружины – 22 мм, внутренний – 16 мм, диаметр витка – 2,5 мм, количество витков 10-12.

Заключение о работоспособности конструкции

Проверка адекватности результатов численного моделирования на основе аналитических формул для расчета силовой схемы сборочно-сварочного приспособления. Для расчета сил зажима и параметров силового привода необходимо знать силы и моменты, действующие на изделие во время технологического процесса, и схемы расположения установочных и зажимных элементов в соответствии с принципиальной схемой базирования и принятой кинематической схемой передачи усилия от привода к зажимным устройствам. При расчете сил зажима определяют значения реакций с учетом места и направления в точках (пятнах) контакта базируемого изделия с установочными элементами. При этом максимальные значения возникающих напряжений не должны превышать с учетом коэффициента запаса допускаемых как по прочности, так и по жесткости. Если в результате расчет выясняется, что максимальные значения возникающих напряжений превышают значения допустимых необходимо принять конструктивные меры, позволяющие снизить величину возникающих напряжений, а именно:

- 1) увеличить диаметр поперечного сечения и форму детали;
- 2) изменить марку материала
- 3) изменить силовую схему на более рациональную, тем самым снизить нагрузки на рассчитываемый на прочность элемент оснастки.

После принятия конструктивных мер, необходимо пересчитать конструкцию с их учетом и вновь сделать заключение о работоспособности конструкции, а также предложить ряд мер, существенным образом снижающих величину нагрузки на рассчитываемый элемент.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Лекционная аудитория, оборудованная проектором, экраном и компьютером с необходимым программным обеспечением (пункты 7.1.1 – 7.1.3 и настоящей программы).
- Дисплейный класс для проведения лабораторных работ, оборудованный компьютерами с необходимым программным обеспечением (пункты 7.1.1 – 7.1.3 и настоящей программы).

10. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ
согласования рабочей программы

Направление подготовки: 15.06.01 Машиностроение

код и наименование

Направленность подготовки (программа): «Сварка, родственные процессы и технологии»

Дисциплина: «Системы автоматизированного проектирования сварки и родственных технологических процессов»

Учебный год 20 /20

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры ОиТСП

наименование кафедры

протокол № _____ от " ____ " _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

подпись

расшифровка подписи

Исполнитель:

доцент каф. ОиТСП

должность

Никифоров Р.В.

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой¹

ОиТСП

наименование кафедры

В.В. Атрощенко

личная подпись

расшифровка подписи

дата

Председатель НМС по УГСН _____

протокол № _____ от " ____ " _____ 20__ г.

личная подпись

расшифровка подписи

Библиотека _____

личная подпись

расшифровка подписи

дата

Начальник отдела аспирантуры _____

личная подпись

расшифровка подписи

дата

Рабочая программа зарегистрирована в ООПМА и внесена в электронную базу данных

Начальник _____

личная подпись

расшифровка подписи

дата

¹ Согласование осуществляется с выпускающими кафедрами (для рабочих программ, подготовленных на кафедрах, обеспечивающих подготовку для других направлений и специальностей)