

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра подъемно-транспортных, строительных,
дорожных машин и оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е. И. Луковникова

«_____» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Б1.В.08

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и
оборудование**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	7
4.3 Лабораторные работы.....	8
4.4 Практические занятия.....	8
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	8
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	9
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ и практических занятий.....	12
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	47
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	48
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	49
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	56
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	58

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является:

- участие в выполнении теоретических и экспериментальных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин (далее - НТТМ) и их технологического оборудования и создания комплексов на их базе;
- осуществление информационного поиска по отдельным агрегатам и системам объектов исследования;
- разработка технической документации для производства, модернизации, эксплуатации и технического обслуживания НТТМ и их технологического оборудования;
- организация производства и эксплуатации НТТМ и их технологического оборудования;
- подготовка исходных данных для составления планов, программ, графиков работ, смет, заказов, заявок, инструкций и другой технической документации.

Задачи дисциплины

- раскрытие сущность явлений, имеющих место при конструировании и проектировании современных машин;
- ознакомление с основными положениями САПР;
- изучение основных технических требований к машинам, принципы поиска новых технических решений, принципы моделирования, системы ЕСКД;
- изучение основ методологии математического моделирования на ЭВМ строительных и дорожных машин и механического оборудования;
- ознакомление с принципами построения, функциональными возможностями и особенностями организации информационного, технического, математического и программного обеспечения САПР;
- ознакомление с составом и функциональными возможностями современного программного обеспечения САПР.
- обеспечить приобретение будущими инженерами теоретических знаний и практического опыта по созданию (конструированию) устройств, систем, приводов подъемно-транспортных, дорожных и строительных машин и оборудования с использованием CAD/CAE/CAM/PDM приложений;
- привить навыки самообразования и самосовершенствования;
- содействие средствами данной дисциплины развитию личностных качеств, определяемых общими целями обучения и воспитания, изложенными в ООП (общей образовательной программе);
- умение учитывать при проектировании особенности конкретных региональных условий и условий работы машин при низких температурах.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-4	способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или	знать: -принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности существующих дорожно-строительных машин и оборудования и их недостатки;

	модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	<p>уметь: -пользоваться чертежами узлов оригинальных наземных транспортно-технологических машин в объеме, достаточном для понимания устройства и осуществления сборочно-разборочных работ;</p> <p>владеть: -навыками разработки и оформления конструкторско-технической документации.</p>
--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.08 Основы автоматизированного проектирования относится к вариативной части.

Дисциплина Основы автоматизированного проектирования базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Информатика, Начертательная геометрия и инженерная графика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, дисциплина Основы автоматизированного проектирования представляет основу для изучения дисциплин: Машины непрерывного транспорта, Машины для земляных работ.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	4	216	90	18	54	18	99	-	экзамен
Заочная	3	-	216	22	4	14	4	185	-	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	2	-	216	16	4	8	4	191	-	экзамен
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная	4	-	216	22	4	14	4	185	-	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			4
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	90	18	90
Лекции (Лк)	18	4	18
Лабораторные занятия (ЛР)	54	8	54
Практические занятия (ПЗ)	18	6	18
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	99	-	99
Подготовка к практическим занятиям	23	-	23
Подготовка к лабораторным работам	33	-	33
Подготовка к экзамену	43	-	43
III. Промежуточная аттестация экзамен	27	-	27
Общая трудоемкость дисциплины час.	216	-	216
зач. ед.	6	-	6

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз- дела	Наименование раздела	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Понятие проектирования как процесса	33	6	-	-	27
2.	Моделирование и конструирование в САПР	63	6	22	6	29
3.	Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации в САПР	47	4	15	8	20
4.	Информационное обеспечение в САПР	46	2	17	4	23
ИТОГО		189	18	54	18	99

- для заочной формы обучения:

№ раз- дела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Понятие проектирования как процесса	50	1	-	-	49
2.	Моделирование и конструирование в САПР	63	1	5	1	56
3.	Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации в САПР	44	1	4	2	37
4.	Информационное обеспечение в САПР	50	1	5	1	43
ИТОГО		207	4	14	4	185

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раз- дела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Понятие проектирования как процесса	52	1	-	-	51
2.	Моделирование и конструирование в САПР	63	1	4	1	57
3.	Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации в САПР	43	1	2	2	38
4.	Информационное обеспечение в САПР	49	1	2	1	45
	ИТОГО	207	4	8	4	191

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Понятие проектирования как процесса	Что такое проектирование? Задачи проектировщика. Проектирование: искусство или наука. САПР в машиностроении. Основные понятия и определения. Проектирование как объект автоматизации. Аспекты и иерархические уровни проектирования. Стадии, этапы и процедуры проектирования. Принципы создания САПР. Состав и структура САПР. Компоненты видов обеспечения САПР. Взаимодействие САПР с другими автоматизированными системами.	-
2.	Моделирование и конструирование в САПР	Моделирование. Имитационное моделирование.	Лекция пресс-конференция (2 час.)
3.	Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации в САПР	Задачи конструирования. Структура и основные принципы построения системы АКД. Подходы к конструированию. Геометрическое моделирование и организация графических данных. Методы создания моделей ГО и ГИ.	Лекция пресс-конференция (2 час.)
4.	Информационное	Банки и базы данных в САПР. СУБД.	-

обеспечение в САПР	Особенности использования БД в САПР. Базы знаний. Информационные и коммуникационные технологии в САПР. Требования к САПР, используемые при проектировании ПТ СДМиО. Назначение и функциональный состав системы КОМПАС 3D и КОМПАС-График. Подготовка ЧКД в системе КОМПАС. Система инженерного анализа и расчетов АРМ «WinMachine». САПР технологических процессов КОМПАС-АВТОПРОЕКТ. Система управления инженерными данными КОМПАС-Менеджер. CALS-технологии.	
--------------------	--	--

4.3. Лабораторные работы.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	Проектировочный расчет косозубой зубчатой передачи внешнего зацепления	22	тренинги в малой группе (4 час.)
2	3	Проектировочный расчет двухступенчатого цилиндрического редуктора	15	тренинги в малой группе (2 час.)
3	4	Расчет вала	17	тренинги в малой группе (2 час.)
ИТОГО			54	8

4.4. Практические занятия.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	Расчет подшипникового узла	6	Тренинги (1 час.)
2	3	Расчет сварочного таврового соединения	4	тренинги (2 час.)
3	3	Расчет пружины сжатия	4	Тренинги (2 час.)
4	4	Расчет группового болтового соединения	4	Тренинги (1 час.)
ИТОГО			18	6

4.5. Контрольные мероприятия :курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ПК</i>					
			<i>4</i>	<i>3</i>				
1	2	3	4	5	6	7		
1. Понятие проектирования как процесса		33	+		1	33	Лк, СР	экзамен
2. Моделирование и конструирование в САПР		63	+		1	63	Лк, ЛР, ПЗ, СР	экзамен
3. Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации в САПР		47	+		1	47	Лк, ЛР, ПЗ, СР	экзамен
4. Информационное обеспечение САПР		46	+		1	46	Лк, ЛР, ПЗ, СР	экзамен
<i>всего часов</i>		189		189	1	189		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Потемкин А. Компас-3D V6 Plus. Практическое руководство: проектирование и разработка конструкторской документации в чертежно-конструкторском модуле системы КОМПАС-3D V6 Plus / Потемкин А. - Москва : Лори, 2005. - 283 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
Основная литература				
1.	Трофимов А.А. Системы автоматизированного проектирования: учебное пособие / А. А. Трофимов, И. М. Ефремов, В. В. Жмуров. - Братск: БрГУ, 2015. - 112 с. - Б. ц.	ЛР ПЗ СР	17	1
2.	Глотов, В.А. Теория, конструкции и проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования : учебное пособие / В.А. Глотов, А.В. Зайцев, А.П. Ткачук. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 146 с. : ил., схем, табл. – Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8715-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450596	ЛР ПЗ СР	ЭР	1
3.	Компьютерная графика в САПР [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ А.В. Приемышев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 196 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90060	ЛР ПЗ СР	ЭР	1
Дополнительная литература				
4.	Норенков И.П./Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов / И. П. Норенков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: МГТУ, 2002. - 336 с. - (Информатика в техническом университете).	ЛР ПЗ СР	101	1
5.	Шелофаст В.В./Основы проектирования машин. Примеры решения задач: учебно-методический комплекс / В. В. Шелофаст, Т. Б. Чугунова. - Москва: АПМ, 2004. - 240 с.	ЛР ПЗ СР	71	1
6.	Потемкин А. Компас-3D V6 Plus. Практическое руководство: проектирование и разработка конструкторской документации в чертежно-конструкторском модуле системы КОМПАС-3D V6 Plus / А. Потемкин - Москва : Лори, 2005. - 283 с.	ЛР ПЗ СР	29	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Работа на лекциях: ведение конспекта лекционного материала для успешного использования его при подготовке к зачету, экзамену, закрепления и расширения теоретических знаний. После проработки лекционного материала обучающийся должен четко владеть следующими аспектами по каждой лекции:

- знать тему;
- четко представлять план лекции;
- уметь выделять основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций.

Самостоятельная работа выполняет функцию закрепления, повторения изученного материала. Выполнение самостоятельной работы способствует углублению знаний и более успешному формированию умений и навыков, связанных с изучением конкретных тем.

Характер самостоятельной работы: решение задач, которые выполняются по заданию и при методическом руководстве преподавателя, а также без его непосредственного участия. Правильное выполнение заданий по самостоятельной работе развивает способности самостоятельно работать с информацией, используя учебную и научную литературу. Самостоятельная работа дисциплинирует обучающихся, развивает произвольное внимание и совершенствует навыки целесообразного восприятия.

Практические и лабораторные работы выполняются группами из 2-3 человек.

Отчеты по лабораторным работам должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Принципиальная схема работы лабораторной установки.
4. Поэтапное выполнение задания.
5. Заключение.

Отчеты по практическим занятиям должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Поэтапное выполнение задания.
4. Заключение.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ и практических занятий.

Лабораторная работа №1.

Тема: Проектировочный расчет косозубой зубчатой передачи внешнего зацепления

Цель работы: рассчитать однопоточную косозубую зубчатую передачу внешнего зацепления.

Порядок выполнения:

1. Выбор типа передачи.
2. Выбор типа расчета: проектировочный или проверочный.
3. Задание основных параметров.
4. Задание дополнительных параметров (если необходимо).
5. Задание графика режима работы (если по условию передача работает в нестандартном режиме).
6. Выполнение расчета.
7. Просмотр результатов расчета.
8. Генерация чертежа спроектированной передачи.
9. Вывод результатов расчета на печать.
10. Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf.

Задача

Выполнить проектировочный расчет однопоточной косозубой зубчатой передачи внешнего зацепления со следующими параметрами:

- момент на выходе — 800 Н·м;
- частота вращения выходного вала — 120 об/мин;
- передаточное число — 3,15;
- ресурс — 20000 часов;
- термообработка зубчатых колес — закалка ТВЧ до твердости 50 HRC;
- режим работы — нестандартный, задается пользователем;
- расположение шестерни относительно опор вала — симметричное.

Кроме того, требуется обеспечить заданное межосевое расстояние — 120 мм.

Решение


1. Выбор типа передачи.

Нажимаем кнопку «Выбор типа передачи»  (меню Тип/Передачи) и в открывшемся диалоговом окне «Выберите тип передачи» выбираем «Косозубая внешнего зацепления».

2. Выбор типа расчета.

В меню Тип/Расчета выбираем «Проектировочный».

3. Задание основных параметров.

Нажимаем кнопку «Ввод исходных данных»  (меню Данные) и в поля ввода открывшегося диалогового окна «Основные данные» записываем запрашиваемые параметры в соответствии с исходными данными (кроме значения требуемого межосевого расстояния):

- «Момент на выходе» — 800 [Н·м];
- «Обороты на выходе» — 120 [об/мин];
- «Передаточное число» — 3.15;
- «Требуемый ресурс» — 20000 [час];
- «Число зацеплений» для шестерни — 1;
- «Число зацеплений» для колеса — 1.

Из выпадающего списка «Термообработка» для шестерни и колеса выбираем «Закалка».

Из выпадающего списка «Режим работы» выбираем «Задан пользователем» (о задании графика режима работы подробно рассказано в п. 5).

Из выпадающего списка «Крепление шестерни на валу» выбираем «Симметрично».

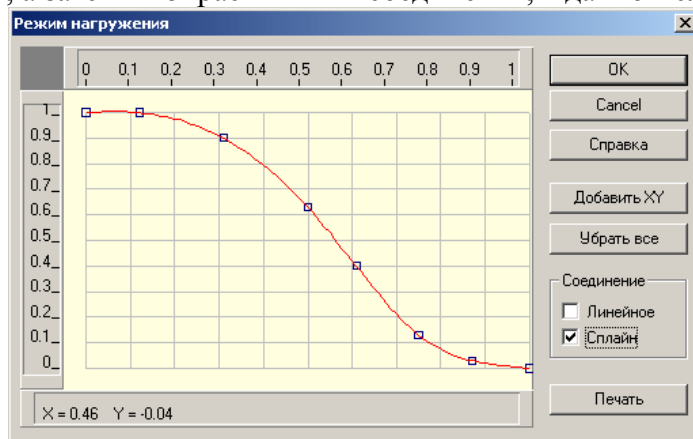
4. Задание дополнительных параметров.

а. Задание межосевого расстояния. Для задания требуемого межосевого расстояния нажимаем кнопку «Еще...» в окне «Основные данные» и в соответствующем поле ввода открывшегося диалогового окна «Дополнительные данные» вводим значение требуемого межосевого расстояния. Поля с остальными параметрами оставляем незаполненными (нулевыми).

б. Задание коэффициента смещения инструмента. По умолчанию в соответствующем поле стоит значение 0, т. е. предполагается, что нарезание происходит без смещения. После закрытия диалогового окна «Дополнительные данные» программа запрашивает, оставлять ли это значение или автоматически подобрать коэффициент смещения для шестерни и колеса (исходя из того, что по условию значение межосевого расстояния есть целое число).

5. Задание графика режима работы.

После закрытия диалоговых окон с данными (основными и дополнительными) откроется диалоговое окно «Режим нагружения». В плоскости этого окна вводим координаты точек графика режима работы, а затем выбираем тип их соединения, в данном случае «Сплайн».




6. Выполнение расчета.

Нажимаем кнопку «Расчет»



(меню «Расчет»). После окончания расчета становится активной кнопка «Результаты» (меню «Результаты»).

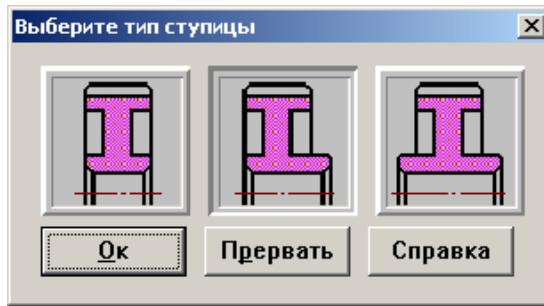
7. Просмотр результатов расчета.

Для просмотра результатов расчета нажимаем кнопку «Результаты»  (меню «Результаты»). В открывшемся диалоговом окне «Результаты» необходимо указать флажками те виды результатов, которые интересуют пользователя (основные результаты, параметры материала, силы в зацеплении и т.д.), и нажать кнопку «Продолжить» для последовательного просмотра выбранных результатов.

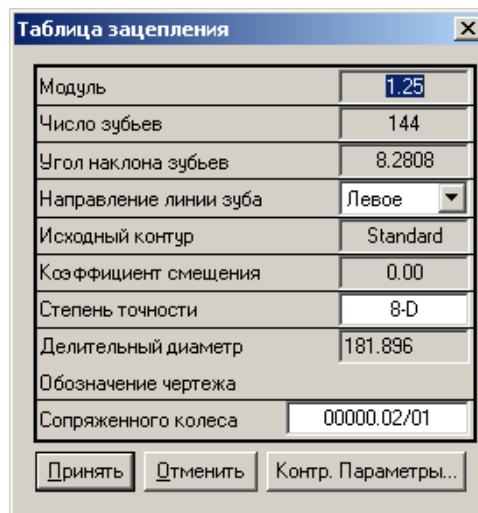
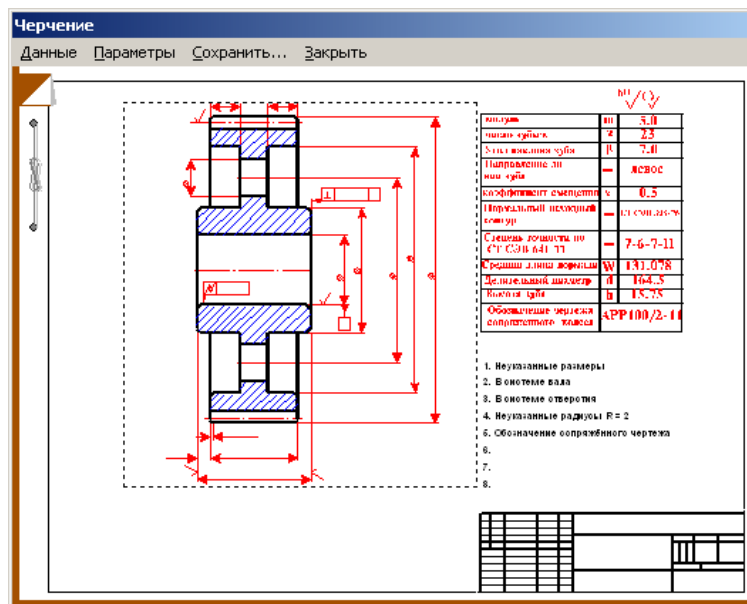
8. Генерация чертежа спроектированной передачи.

В диалоговом окне «Результаты» флажком отмечаем пункт «Чертеж...». После нажатия кнопки «Продолжить» выбираем, какой из элементов передачи (ведущий или ведомый) требуется начертить. В открывшемся при этом диалоговом окне «Черчение» необходимо сделать некоторые настройки.

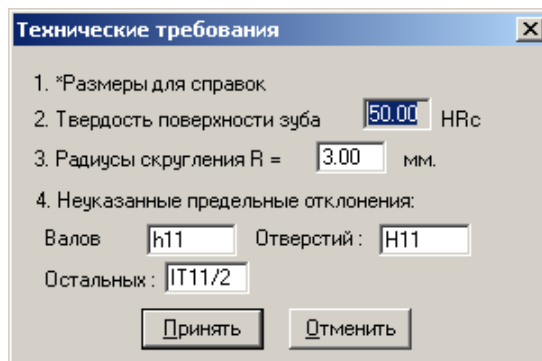
а. Выбор типа ступицы. Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области изображения колеса (меню Данные/Исполнение...) вызывает открытие диалогового окна «Выберите тип ступицы». Тип ступицы зубчатого колеса выбираем щелчком на одной из трех кнопок этого окна.



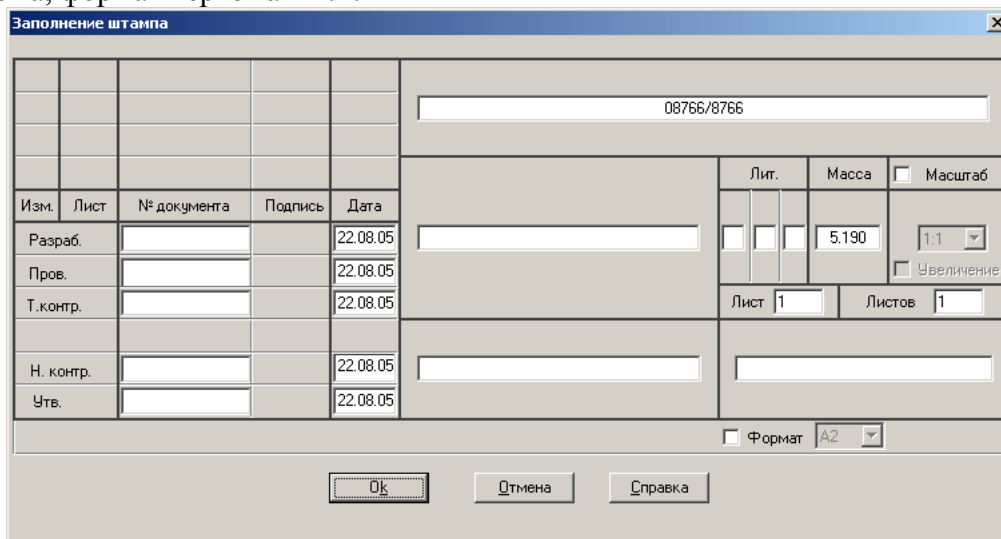
адание параметров зацепления. Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области таблицы параметров (меню Данные/Таблица зацепления...) вызывает открытие диалогового окна «Таблица зацепления». Пользователь может изменить значения параметров, записанные в полях с белым фоном. Нажатием кнопки «Контр. Параметры» можно добавить в таблицу соответствующие контрольные параметры колеса.



Задание технических требований. Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области списка с техническими требованиями (меню Данные/Технические требования...) вызывает открытие диалогового окна «Технические требования». Пользователь может изменить параметры, записанные в полях с белым фоном.



Заполнение штампа. Двойным щелчком левой кнопкой мыши в области штампа чертежа (меню Данные/Штамп...) открываем диалоговое окно «Заполнение штампа», в полях ввода которого можно указать фамилии исполнителей и дату, а также выбрать масштаб чертежа, формат чертежа и т.п.



Сохранение чертежа. Для завершения генерации чертежа необходимо в окне «Черчение» (меню Сохранить...) сохранить этот чертеж как файл с расширением *.agr. После этого произойдет запуск плоского графического редактора АРМ Graph, в окне которого и будет показан чертеж рассчитанного зубчатого колеса.

9. Вывод результатов расчета на печать.

Для вывода результатов расчета на печать нужно нажать в основном окне



программы кнопку «Печать» (меню Файл/Печать) и в открывшемся диалоговом окне «Выбор результатов для печати» отметить флажками те результаты, которые требуется вывести на печать.

10. Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf.

У пользователя есть возможность вывести и исходные данные, и результаты расчета в текстовый файл формата *.rtf, который может быть открыт с помощью большинства современных текстовых редакторов. Для вывода результатов в файл формата *.rtf следует выбрать в меню Файл/Сохранить... тип файла *.rtf и сохранить файл в этом формате.

Задача

Выполнить проектировочный расчет двухступенчатого цилиндрического редуктора со следующими параметрами:


- момент на выходе — 2000 Н·м;
- частота вращения выходного вала — 20 об/мин;
- передаточное число — 15;
- ресурс — 10000 часов;
- типы зубчатых передач — косозубые внешнего зацепления;
- термообработка зубчатых колес — закалка ТВЧ до твердости 50 HRC;
- расположение шестерни относительно опор вала — симметричное;
- материал валов — Сталь 40;
- тип подшипников — роликовые радиально-упорные;
- схема установки подшипников — Схема «О»;
- режим работы — постоянный.

Порядок решения.


Создание кинематической схемы редуктора.

Кинематическая схема редуктора состоит из передающих элементов (зубчатых передач), валов и подшипников. Программный модуль **APM Drive**, предназначенный для расчета элементов кинематических схем, является средой, объединяющей модули **APM Trans**, **APM Shaft** и **APM Bear** и использующей все их возможности по заданию параметров и выводу результатов расчета соответствующих элементов схемы.


1.1. **Создание валов.** Задание кинематической схемы начинаем с создания валов. Пусть для примера это будут «вертикальные» валы. Нажимаем кнопку «**Вертикальный**

вал»  на инструментальной панели «**Валы**» (меню **Вставка/Вал/Вертикальный**), а затем, нажав левую кнопку мыши, изображаем вал «вытягиванием» линии в вертикальном направлении. Вытягивать линию можно или сверху вниз, или снизу вверх. Таким образом создаем три вертикальных вала: входной, промежуточный и выходной вал.


1.2. **Моделирование зубчатых передач.** После создания валов размещаем на них зубчатые передачи. В рассматриваемой задаче необходимо использовать косозубые передачи внешнего зацепления, следовательно, нажимаем на инструментальной панели «**Передачи**


кнопку «**Косозубая внешнего зацепления**»  (меню **Вставка/Передача/Косозубая внешнего зацепления**). Затем, нажав левую кнопку мыши, «вытягиваем» штриховую линию до другого вала до тех пор, пока не появится динамический объект в виде прямоугольника. Если теперь отпустить левую кнопку мыши, то вместо прямоугольника схематично отрисуеться зубчатая передача. Аналогично создаем вторую зубчатую передачу.

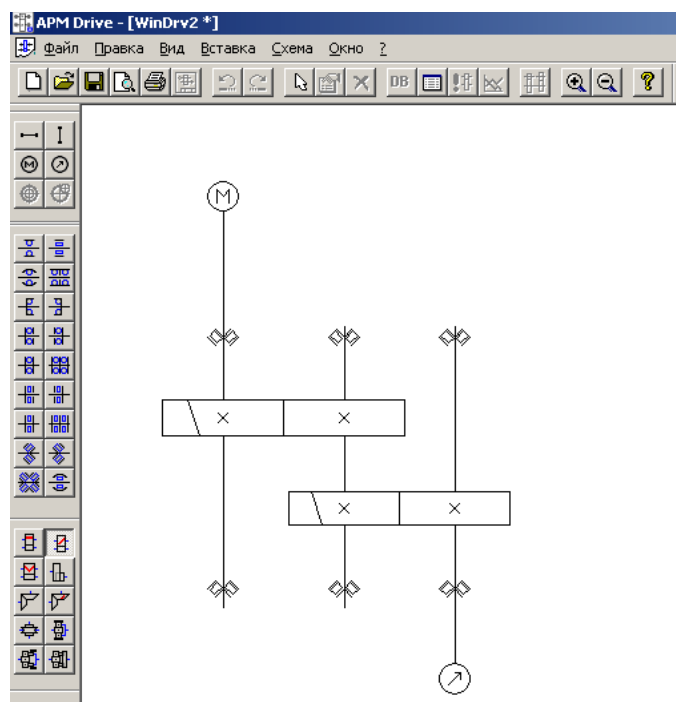
1.3. **Размещение подшипников.** На каждом из валов кинематической схемы необходимо расположить как минимум два подшипника. Для задания роликового радиально упорного подшипника нажимаем на инструментальной панели «**Подшипники**» кнопку

«**Радиально-упорный роликовый (левый)**»  (меню **Вставка/Подшипник/Радиально-упорный роликовый (левый)**), и перемещаем курсор в то место, где на валу будет установлен подшипник (до появления динамического объекта в виде небольшого прямоугольника). Для фиксации места установки подшипника щелкаем левой кнопкой мыши. На одной стороне вала следует установить левые подшипники, а на другой стороне — правые, в зависимости от схемы установки «Схема О» или «Схема Х». В нашей задаче левый подшипник должен находиться в верхней части валов.


1.4. **Указание входа и выхода схемы.** На входе кинематической схемы (на одном из концов входного вала) устанавливаем значок — условное обозначение «мотора». Для этого

нажимаем на инструментальной панели «**Валы**» кнопку «**Входной вал**»  (меню **Вставка/Вал/Входной вал**), затем подводим курсор к одному из концов входного вала и,


после появления на конце вала динамического объекта в виде небольшого квадрата, щелкаем левой кнопкой мыши для его установки. Аналогичным способом устанавливаем условное обозначение «нагрузки» на выходном валу редуктора. Для этого нажимаем на инструментальной панели «Валы» кнопку «Выходной вал»  (меню **Вставка/Вал/Выходной вал**). На этом задание кинематической схемы редуктора закончено.




1.5. Редактирование элементов кинематической схемы. Если возникает необходимость в изменении местоположения отдельных элементов кинематической схемы, их удалении или замены одних типов элементов другими, то такие элементы следует предварительно выделить. Для выделения нажимаем на инструментальной панели

«Основная» кнопку «Выделить»  (меню **Правка/Выделить**), а затем щелкаем на выделяемом элементе левой кнопкой мыши — этот элемент выделится.


С выделенными элементами возможно проведение следующих действий:

- Удаление — для этого следует нажать на панели инструментов «Основная» кнопку «Удалить»  (меню **Правка/Удалить**).

- Изменение их положения — для этого подводим курсор к выделенному элементу, и, когда курсор приобретает вид , и, нажав левую кнопку мыши переместить этот элемент схемы. Данная операция применима к передачам и подшипникам — позволяет их сместить вдоль вала, или к отдельному валу — в любом направлении. Остальные элементы на валу, подшипники — сместятся вместе с валом, передачи останутся на месте, но их размер отрисовки — изменится.

- Изменение размеров валов. При выделении вала на нем выделяются начало и конец. Начало отмечается белым квадратиком, конец — черным. Пользователь имеет возможность изменить положение конца вала в направлении его оси. Для изменение размера вала подводим курсор к черному концу выделенного вала, и когда курсор приобретает вид двунаправленной стрелки, нажав левую кнопку мыши переместить конец вала.

Ввод исходных параметров редуктора.

Для ввода исходных данных редуктора следует на панели инструментов «Основная» нажать кнопку «Начальные данные»  (меню **Схема/Начальные данные**), после чего

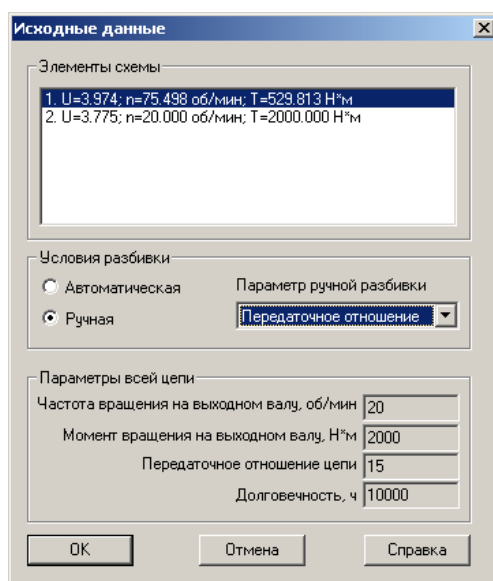
откроется диалоговое окно «Начальные данные», в котором необходимо ввести исходные данные проектируемого редуктора в соответствующие поля ввода.

- В поле ввода «Момент на выходе, Н*м» вводим — **2000**;
- В поле ввода «Частота вращения на выходе, об/мин» вводим — **20**;
- В поле ввода «Передаточное число» вводим — **15**;
- В поле ввода «Долговечность, час» вводим — **10000**.

В принципе этих данных достаточно для проведения проекторочного расчета редуктора. Разбиение общего передаточного отношения по ступеням — произойдет автоматически. Но у пользователя есть возможность просмотреть его и изменить. Для его корректировки следует на панели инструментов «Основная» нажать кнопку

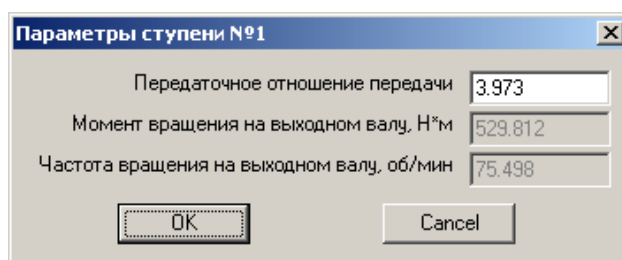


«Ручная разбивка» (меню **Схема/Ручная разбивка**), после чего откроется диалоговое окно «Исходные данные», в котором есть возможность изменить один из кинематических параметров.




В верхней части этого окна показываются те параметры элементов схемы, которые предлагает данный модуль, но у пользователя есть возможность любой из этих параметров. Для этого необходимо в группе параметров *Условия разбивки* выбрать **Ручная** и, затем из выпадающего списка *Параметр ручной разбивки* выбрать тот параметр, который пользователь хочет изменить.

Для изменения этого параметра следует в списке *Элементы схемы* выбрать ту ступень, для которой будет задан выбранный параметр (строка в таблице выделится), а затем сделать на ней двойной щелчок левой кнопкой мыши. После этого откроется диалоговое окно «Параметры ступени №1», в котором можно будет задать свое значение выбранного параметра.




В этом окне будет активным поле выбранного параметра, значения которого могут быть изменены. После изменения какого-либо параметра, все кинематические параметры схемы редуктора немедленно будут пересчитаны.

Выполнение расчета базового варианта редуктора.

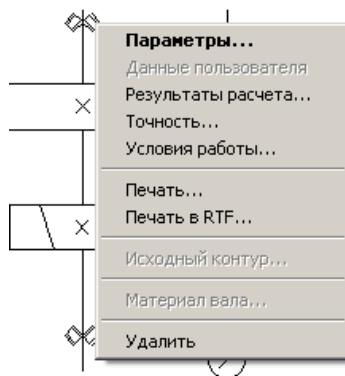
Нажимаем на панели инструментов «Основная» кнопку «Расчет»  (меню Схема/Расчет).

В процессе расчета производится расчет передач выбранного пользователем типа, по результатам расчета передач будут сконфигурированы валы, состоящие из цилиндрических секций, таким образом, чтобы коэффициент запаса по усталостной прочности каждого из валов был бы не ниже 1,5. По диаметру участков вала, которые отведены под подшипники, подбираются подшипники из базы данных указанного типа различных серий с проверкой их по долговечности. В том случае, если по диаметру сконфигурированного вала не удалось найти подшипник из базы данных, или найденный подшипник не обеспечивает заданную долговечность, то пользователю выдается соответствующее сообщение с выделением тех подшипников, с которыми возникли подобные проблемы.

После окончания расчета при выборе элемента схемы у пользователя станет активной на панели инструментов «Основная» кнопка «Результаты»  (меню Схема/Результаты расчета).

Просмотр результатов расчета.

Для просмотра результатов расчета следует выделить тот элемент схемы, по которому пользователь хочет просмотреть результаты. Для просмотра результатов удобнее использовать контекстное меню, вызываемое щелчком по какому-либо элементу правой кнопкой мыши. Элемент при этом выделять не обязательно.



В зависимости от элемента схемы из контекстного меню могут быть выбраны следующие пункты:

Параметры... — открывают окно задания исходных данных:

- В модуле **APM Trans** — диалоговое окно «Основные параметры»;
- В модуле **APM Shaft** — окно редактора с геометрией вала;
- В модуле **APM Bear** — окно задания геометрии подшипника.

Данные пользователя — этот пункт становится активным и возле него проставляется флажок, если пользователь изменил какие-то из данных, устанавливаемых по умолчанию.

Результаты расчета... — открывают окно результатов расчета в зависимости от того модуля, результаты расчета по которому пользователь хочет просмотреть.

Точность... — данный пункт меню будет активным при вызове контекстного меню на подшипнике и вызывает открытие диалогового окна «**Точность изготовления**», позволяющая задать/изменить параметры точности подшипника.

Условия работы... — данный пункт меню будет активным при вызове контекстного меню на подшипнике и вызывает открытие диалогового окна «**Условия работы**», позволяющая задать/изменить параметры нагрузки подшипника.

Печать... — открывают стандартное окно задания параметров печати в модуле **APM Shaft** или окно выбора данных для печати в модулях **APM Trans** и **APM Bear**.

Печать в RTF... — открывают стандартное окно сохранения файла в формате *.rtf в модуле **APM Shaft** или окно выбора данных для печати и сохранения в файл формата *.rtf в модулях **APM Trans** и **APM Bear**.


Исходный контур... — данный пункт меню будет активным при вызове контекстного меню на зубчатой передаче и вызывает открытие диалогового окна «**Исходный контур**», позволяющая задать/изменить стандарт, по которому будут производиться расчеты геометрии зубчатых колес.

Материал вала... — данный пункт меню будет активным при вызове контекстного меню вала и вызывает открытие диалогового окна «**Материал вала**», позволяющая задать/изменить параметры материала вала или выбрать материал из базы данных.

Удалить — позволяет удалить из схемы выбранный элемент редуктора.

Корректировка конструктивных параметров элементов редуктора.

После проведения расчета базового варианта редуктора следует внести в конструкцию элементов некоторые коррективы. Так, обязательно следует добавить концентраторы в виде галтелей или канавок для выхода шлифовального круга в местах перехода от одного диаметра сегмента вала к другому. Если эти концентраторы добавлены не будут, то они не будут учитываться при расчете. Для того, чтобы вызвать на редактирование конструкцию вала, следует в соответствии с п. 4 выделить интересующий вал, а затем нажать на панели

инструментов «**Основная**» кнопку «**Параметры выделенного элемента**»  (меню **Вид/Параметры**) или контекстного меню **Параметры...** и откроется основное окно модуля **APM Shaft**, в котором можно внести необходимые изменения и дополнения в конструкцию вала.

Для того, чтобы внесенные изменения сохранились, следует выйти из основного окна модуля **APM Shaft** выбором в меню **Файл/Выход** и затем подтвердить еще раз выход в открывшемся диалоговом окне. Если выйти из основного окна модуля **APM Shaft** с помощью крестика в правом верхнем углу, то внесенные изменения не сохранятся.

Кроме того, если пользователя не устраивают предлагаемые геометрия зубчатых колес, конфигурация вала, или конкретный тип подшипника, который был подобран в результате расчета, то пользователь имеет возможность ввести ограничения на расчет зубчатых колес, изменить геометрию вала и выбрать тот тип подшипника, который он считает нужным.

После этого, необходимо будет вновь запустить откорректированную схему на расчет.

Внимание. Пользователь должен иметь в виду, что если им были заданы какие-то ограничения на расчет передач, то после запуска на расчет будет сконфигурирован новый вал, и под него будут подобраны новые подшипники.

В том случае, если после проведения расчета было выдано сообщение, что «*Не все подшипники выбраны из базы данных или имеют требуемую долговечность...*», то это означает, что:

- Под предложенный диаметр вала не нашлось в базе данных подходящего подшипника с таким же внутренним диаметром;
- Подшипник найден, но в результате расчета получена его долговечность ниже той, которая задана в исходных данных для всего редуктора.


В обоих случаях следует изменить в сторону увеличения диаметр секции вала на том участке, где будет установлен подшипник. Под больший диаметр вала будет подобран более


мощный подшипник, который будет иметь большую долговечность. После внесения всех изменений следует обязательно произвести повторный расчет редуктора.

Просмотр результатов расчета и генерация чертежей отдельных элементов.

После проведения нового расчета просматриваем результаты расчета в соответствии с п. 4.


Пользователь имеет возможность сгенерировать чертежи отдельных элементов редуктора — зубчатых колес и валов.

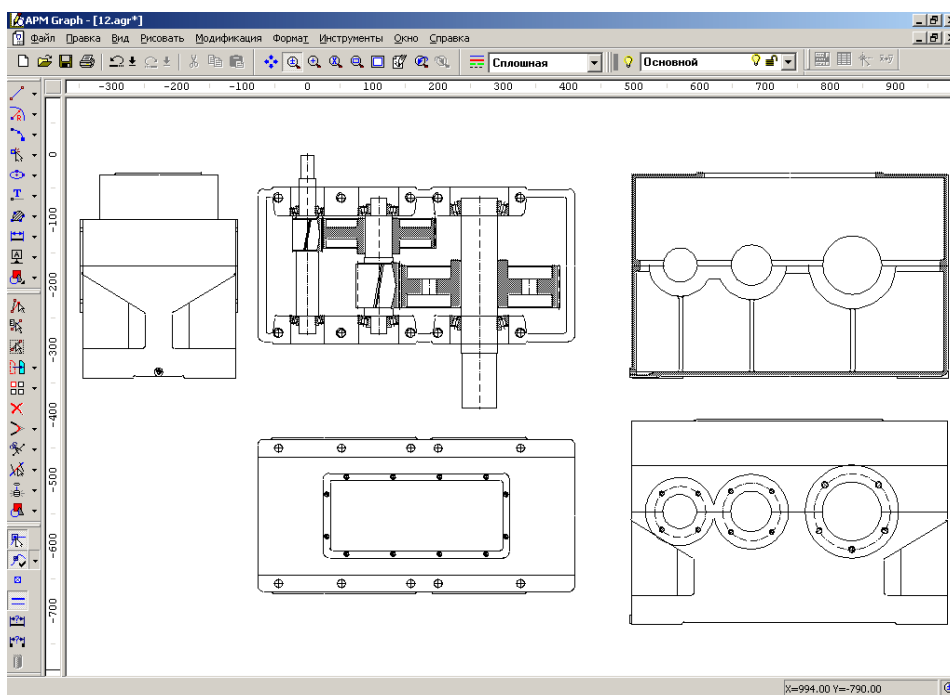
Для генерации чертежа зубчатого колеса следует после выбора соответствующей передачи нажать на панели инструментов «Основная» кнопку «Результаты»  (меню **Схема/Результаты расчета**) или в контекстном меню соответствующей передачи выбрать **Результаты расчета...**, затем в открывшемся диалоговом окне модуля **APM Trans** выбрать пункт *Чертеж* (поставить возле него флажок) и нажать кнопку продолжить. Далее поступаем в соответствии с генерацией чертежа зубчатого колеса **APM Trans**.

Для генерации чертежа спроектированного вала следует после выбора соответствующей передачи нажать на панели инструментов «Основная» кнопку «Параметры выделенного элемента»  (меню **Вид/Параметры**) или в контекстном меню соответствующей передачи выбрать **Параметры...** Далее, в открывшемся основном окне модуля **APM Shaft** в котором будет показываться конструкция вала, в меню **Файл/Экспорт...** и далее поступаем обычным путем в соответствии с генерацией вала из модуля **APM Shaft**.


Чертеж подшипника может быть взят из базы данных и вставлен в графический редактор **APM Graph**.

Генерация чертежей спроектированного редуктора.

Для генерации чертежа спроектированного редуктора вала нужно на панели инструментов «Основная» основного окна модуля **APM Drive** нажать кнопку «Экспорт»  (меню **Файл/Экспорт**), а затем сохранить чертеж как файл с расширением ***.agr**. После этого произойдет запуск плоского чертежного редактора **APM Graph**, в окне которого будет показана заготовка сборочного чертежа рассчитанного редуктора (вместе с корпусом), а также различные виды корпуса.



Вывод результатов расчета на печать и в формат *.rtf.

Для вывода результатов расчета на печать следует нажать в основном окне программы на панели инструментов «Основная» кнопку «Печать»  (меню **Файл/Печать**) и в открывшемся стандартном диалоговом окне «Печать» выбрать принтер и другие параметры печати. Настройка параметров печати производится с помощью меню **Файл/Параметры печати**.

У пользователя есть возможность вывести и исходные данные и результаты расчета в текстовый файл формата ***.rtf**, который может быть открыт в большинстве текстовых редакторов. Для вывода результатов в формате ***.rtf** следует выбрать в меню **Файл/Печать** и **RTF...**, ввести имя файла, указать его тип — ***.rtf**, и сохранить файл в этом формате.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература

[4-6] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Какие задачи выполняют ОАП в современном производстве?
- 2) Дайте определение понятию сборочная единица.

Лабораторная работа №3.

Тема: Расчет вала

Цель работы: выполнить проектировочный расчет вала.

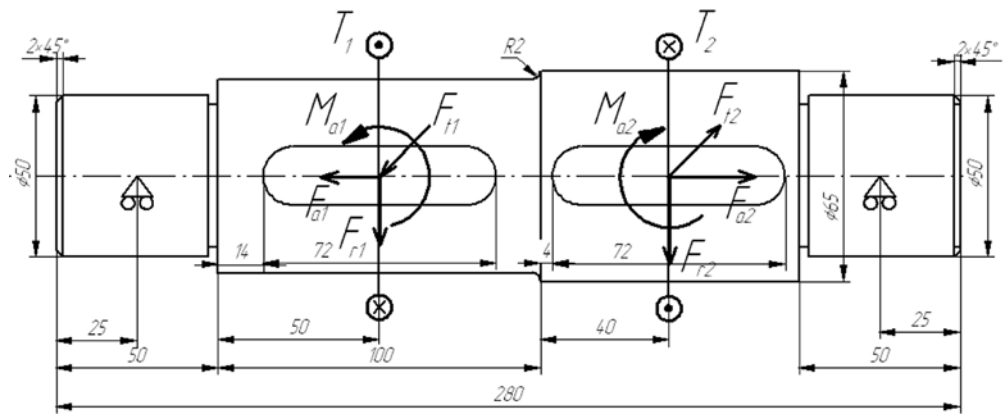
Порядок выполнения:

1. Создание модели вала.
2. Задание опор вала.
3. Задание нагрузок.
4. Задание параметров материала вала.
5. Выполнение расчета.
6. Просмотр результатов расчета.
7. Генерация чертежа вала.
8. Вывод результатов расчета на печать.
9. Вывод результатов расчета в файл формата ***.rtf**.

Задача

Выполнить общий расчет вала (см. рисунок) на усталостную прочность. На вал действуют следующие нагрузки:

- $T_1 = T_2 = 2000 \text{ Н}\cdot\text{м}$;
- $F_{r1} = 4,9 \text{ кН}$;
- $F_{a1} = 1,87 \text{ кН}$;
- $F_{t1} = 13,3 \text{ кН}$;
- $F_{r2} = 14,76 \text{ кН}$;
- $F_{a2} = 5,6 \text{ кН}$;
- $F_{t2} = 40 \text{ кН}$;
- $M_{a1} = M_{a2} = 280 \text{ Н}\cdot\text{м}$.



Шпоночные канавки взять стандартные, из базы данных.

Материал вала — Сталь 55, частота вращения вала — 200 об/мин; ресурс работы — 20000 часов, режим нагружения — постоянный.

Решение

1. Создание модели вала.

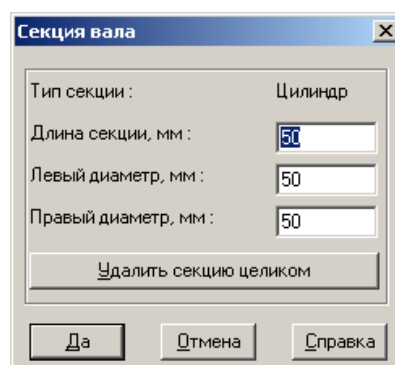
1.1. **Создание цилиндрических секций.** Поскольку вал состоит из цилиндрических секций, то достаточно подробно рассмотреть создание только одной из этих секций, например, левой.

Переходим в режим создания цилиндрической секции нажатием кнопки «Цилиндр»




(меню **Задать/Цилиндр**). Курсор приобретает характерный вид цилиндра, причем точное позиционирование производится указателем курсора (в виде крестика). Фиксируем указателем курсора произвольную точку поля редактора, затем нажимаем левую кнопку мыши, и, не отпуская ее, создаем прямоугольник, моделирующий цилиндрическую секцию вала. Текущие размеры прямоугольника (диаметр и длина цилиндрической секции) динамически отображаются на панели статуса.


Гораздо удобнее не следить за текущими размерами секции, а сначала схематически изобразить произвольную секцию, а потом откорректировать ее параметры, т.е. отредактировать созданную секцию. Для этого следует щелкнуть правой кнопкой мыши на созданной секции и изменить параметры, записанные в полях открывшегося диалогового окна.




Создание Аналогичным образом создаем остальные три цилиндрические секции вала (в соответствии с размерами), которые автоматически будут соосно пристыковываться к существующей секции

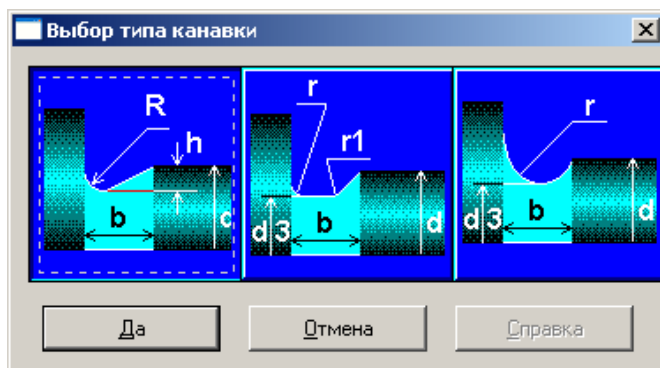
1.2. **Создание на секциях вала фасок.** Для создания фаски следует нажать кнопку «Фаска»  (меню **Задать/Фаска**), а затем щелкнуть указателем курсора (крестиком) вблизи границы сегмента. После этого откроется диалоговое окно «Фаска», в поля которого записываются параметры создаваемой фаски.

1.3. Создание скруглений (галтелей) на заплечиках вала. Для создания скругления

следует нажать кнопку «Скругление»  (меню **Задать/Галтель**), а затем щелкнуть указателем курсора (крестиком) вблизи границы сегмента. После этого откроется диалоговое окно «Галтель», в поля которого записываются параметры создаваемой галтели.

1.4. Создание канавки для выхода шлифовального круга. Для создания канавки

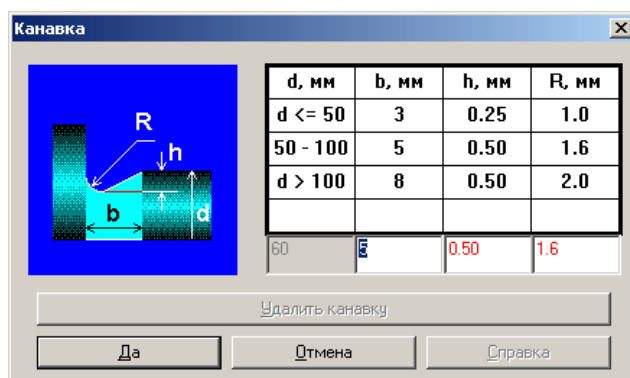
нужно нажать кнопку «Канавка»  (меню **Задать/Канавка**), а затем щелкнуть крестиком курсора вблизи границы сегмента. После этого откроется окно «Выбор типа канавки» со схематическим изображением трех типов канавок, которые можно создать на валу.




Для выбора типа создаваемой канавки щелкаем левой кнопкой мыши на изображении выбранного типа канавки и нажимаем кнопку «Ок».

Замечание. Следует иметь в виду, что не все типы канавок могут быть созданы на границах цилиндрических сегментов, поэтому, если пользователь выбрал такой тип канавки, который невозможно создать в конкретных условиях, программа выдаст соответствующее сообщение.

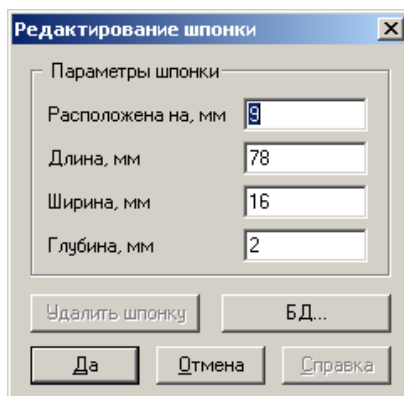
После выбора типа создаваемой канавки откроется диалоговое окно «Канавка». В правой части этого окна показывается таблица с соотношениями параметров канавки для различных диаметров валов, а в полях ввода его нижней части показываются (красным цветом) те параметры канавки, которые подходят для этой секции вала. При желании эти значения могут быть изменены. Нажатием кнопки «Ок» заканчиваем создание канавки для выхода шлифовального круга.



1.5. Создание шпоночных канавок. В нашем примере на цилиндрической секции вала требуется создать шпоночную канавку длиной 100 мм, закругленную с обоих концов. Для создания таких шпоночных канавок следует вначале нажать кнопку «Закругленная шпонка» 

(меню **Задать/Шпонка/Закругленная с двух сторон**) и установить указатель курсора в точке начала шпоночной канавки (точка определяется приблизительно). Затем нужно нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, создать прямоугольник, длина которого будет примерно соответствовать длине шпоночной канавки. Текущие значения размеров

создаваемой шпоночной канавки динамически отображаются на панели статуса. В полях ввода открывшегося диалогового окна **«Редактирование шпонки»** уточняем параметры создаваемой шпоночной канавки (в соответствии с заданным по условию чертежом вала):

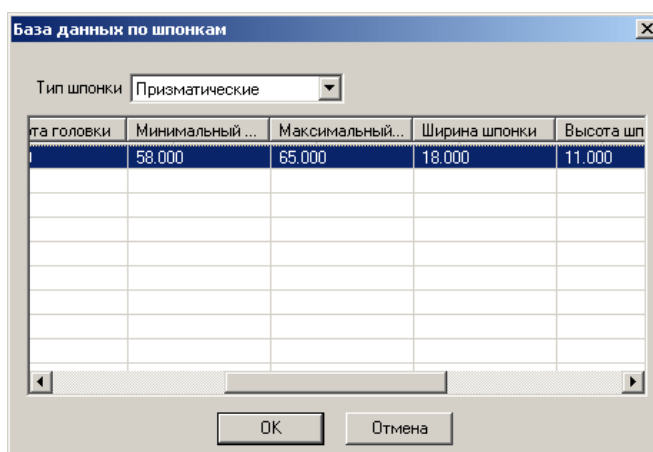


- **«Расположена на, мм»** — вводим **14**;


- **«Длина, мм»** — вводим **72**.

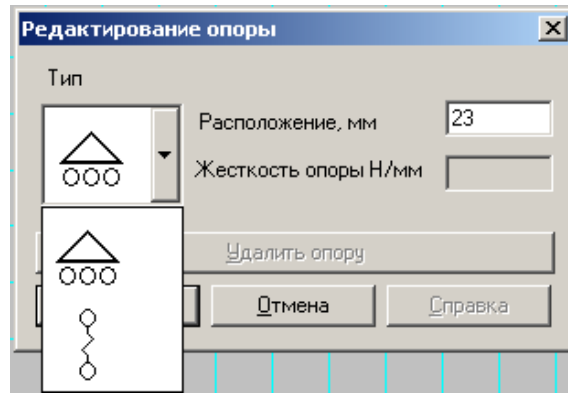
Для получения остальных стандартных размеров шпоночной канавки обратимся к базе данных, для чего нажимаем кнопку **«БД...»**. Это приведет к открытию диалогового окна **«База данных по шпонкам»**. Если программа предлагает несколько вариантов шпонок, то выбираем один из них. Соответствующие данные выбранной строки автоматически перенесутся в окно **«Редактирование шпонки»**, и на валу отрисовывается шпонка со стандартными параметрами.

Аналогичным образом создаем вторую шпоночную канавку.




Задание опор вала.

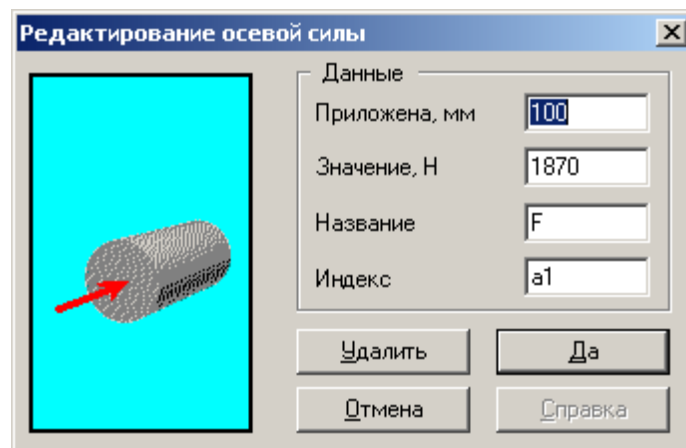
Для задания опор вала переходим в соответствующий режим нажатием кнопки **«Опора»**  (меню **Задать/Опоры**). Если щелкнуть левой кнопкой мыши вблизи того места, где следует установить опору, то откроется диалоговое окно **«Редактирование опоры»**, с помощью которого задаем параметры этой опоры.



Вначале из выпадающего списка выбираем тип опоры (жесткая или упругая), затем уточняем ее расположение (от левого торца вала), и, наконец, задаем жесткость создаваемой опоры (в том случае, если опора упругая). В рассматриваемом примере выбираем жесткую опору, а в поле ввода «**Расположение, мм**» вводим число **25**. Аналогичным образом создаем вторую опору.

Задание нагрузок.

Задание осевых сил. Включаем режим «**Осевая сила**» нажатием соответствующей кнопки  (меню **Задать/Осевая сила**) и в поля ввода открывшегося диалогового окна «**Редактирование осевой силы**» записываем параметры и обозначение силы. Рассмотрим задание осевой силы F_{a1} .



- в поле ввода «**Приложена, мм**» записываем значение **100** (расстояние от левого торца вала до точки приложения осевой силы F_{a1});
- в поле ввода «**Значение, Н**» записываем число **1870**, поскольку сила действует в направлении «справа налево»;
- в поле ввода «**Название**» — вводим обозначение **F**;
- В поле ввода «**Индекс**» — вводим обозначение **a1**.

Последние два параметра не являются обязательными, и эти поля ввода могут оставаться пустыми.


После нажатия кнопки «**Ок**» осевая сила отобразится на модели вала. Аналогичным образом создаем вторую осевую силу F_{a2} .

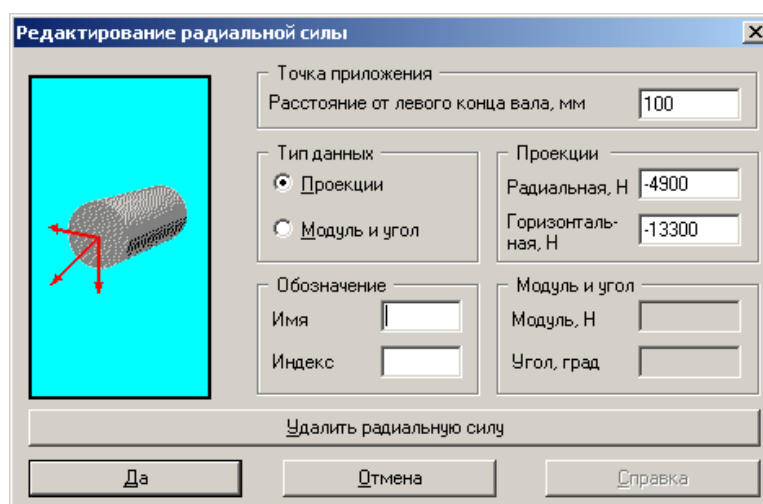
Таким образом, к валу приложены две не равные по величине осевые силы, а опоры не ограничивают перемещение вала в осевом направлении. Поэтому пользователь должен сам решить, какая из опор будет воспринимать результирующую осевую силу, и скомпенсировать эту силу. В нашем примере полагаем, что справа будет установлена опора, воспринимающая осевую нагрузки, поэтому в месте установки правой опоры прикладываем осевую силу, равную по величине алгебраической сумме приложенных к отдельным

участкам вала осевых сил, но имеющую противоположный знак. Величина такой компенсирующей силы будет составлять **-3,73 кН**.

Замечание. Если осевые силы не скомпенсированы, то рассчитать вал не удастся.

Если при отрисовке сил обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

Задание радиальных сил. Нажатием кнопки «**Радиальная сила**»  (меню **Задать/Радиальная сила**) переходим в режим задания радиальной силы и в поля ввода открывшегося диалогового окна «**Редактирование радиальной силы**» записываем параметры и обозначение силы. Рассмотрим задание радиальных сил F_{t1} и F_{r1} .




Прежде всего в поле ввода «**Расстояние от левого конца вала, мм**» заносим значение **100**. Затем нужно задать либо модуль и направление равнодействующей радиальных сил (выбрать *Тип данных* — *Модуль и угол*), либо величины проекций этих сил (*Тип данных* — *Проекции*). В нашем примере выбираем *Проекции*. Для задания величин проекций записываем:

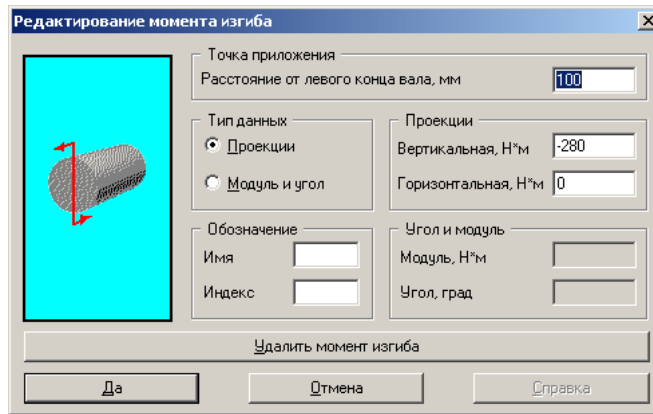
- в поле ввода «**Радиальная, Н**» — **-4900** (поскольку сила направлена вниз);
- в поле ввода «**Горизонтальная, Н**» — **-13300** (поскольку сила направлена «на нас»).

Поля ввода «**Имя**» и «**Индекс**» оставляем незаполненными.

Аналогичным образом создаем две других радиальных силы, F_{t2} и F_{r2} .

Если при отрисовке сил обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

Задание изгибающих моментов. Переход в этот режим осуществляется нажатием кнопки «**Момент изгиба**»  (меню **Задать/Момент изгиба**). В полях ввода открывшегося диалогового окна «**Редактирование момента изгиба**» требуется задать параметры и обозначение момента. Рассмотрим задание изгибающего момента M_{a1} .



Для задания точки приложения силы в поле ввода «**Расстояние от левого конца вала, мм**» вводим **100**.


Затем нужно задать либо модуль и направление суммарного изгибающего момента (выбрать *Тип данных* — *Модуль и угол*), либо величины проекций этих изгибающих моментов (*Тип данных* — *Проекция*). В нашем примере выбираем *Проекция*. Для задания величин проекций записываем:

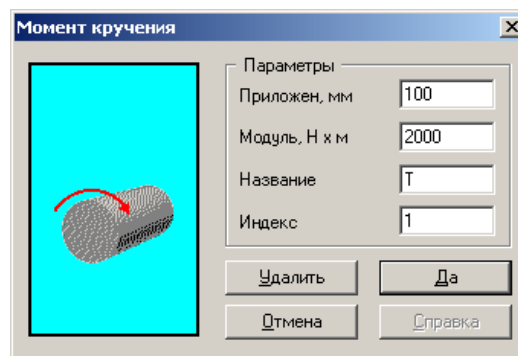
- в поле ввода «**Вертикальная, Н*м**» — **-280**;
- в поле ввода «**Горизонтальная, Н**» — **0**.

Поля ввода «**Название**» и «**Индекс**» оставляем незаполненными.

Аналогичным образом создаем изгибающий момент M_{a2} .

Если при отрисовке моментов обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

Задание крутящих моментов. Переходим в соответствующий режим нажатием кнопки «**Момент кручения**»  (меню **Задать/Момент кручения**) и в полях ввода открывшегося диалогового окна «**Момент кручения**» записываем параметры и обозначение момента. Рассмотрим задание момента кручения T_1 .



- в поле ввода «**Приложен, мм**» записываем значение **100** (расстояние от левого торца вала до точки приложения крутящего момента);

- в поле ввода «**Модуль, Н x м**» — **2000**;

- в поле ввода «**Название**» — **T** (но можем оставить незаполненным);


- в поле ввода «**Индекс**» — **1** (также можем оставить незаполненным).

Аналогичным образом создаем изгибающий момент T_2 .

Если при отрисовке моментов обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

Задание параметров материала вала.

Задать материал вала можно двумя способами: вводом заданных параметров или выбором материала из базы данных. Для того чтобы ввести известные параметры материала,

нужно нажать кнопку «Материал»  (меню **Материал/Параметры...**). Параметры материала заносятся в поля ввода открывшегося диалогового окна «**Материал вала**». Если марка материала выбирается из базы, то нужно вначале вызвать базу данных нажатием кнопки «**База данных...**», а затем из таблиц выпадающих списков «**Тип**» и «**Группа**» выбрать марку материала. В рассматриваемом примере по условию задана марка стали, из которой изготавливается вал, поэтому выбираем эту марку из базы данных.

3. Выполнение расчета.

Для запуска на расчет выбираем меню **Рассчитать!/Общий расчет вала**. В открывшемся диалоговом окне «**Ресурс работы вала**» записываем:

- «**Ресурс работы, [час]**» — **20000**;
- «**Частота вращения вала, [об/мин]**» — **200**.

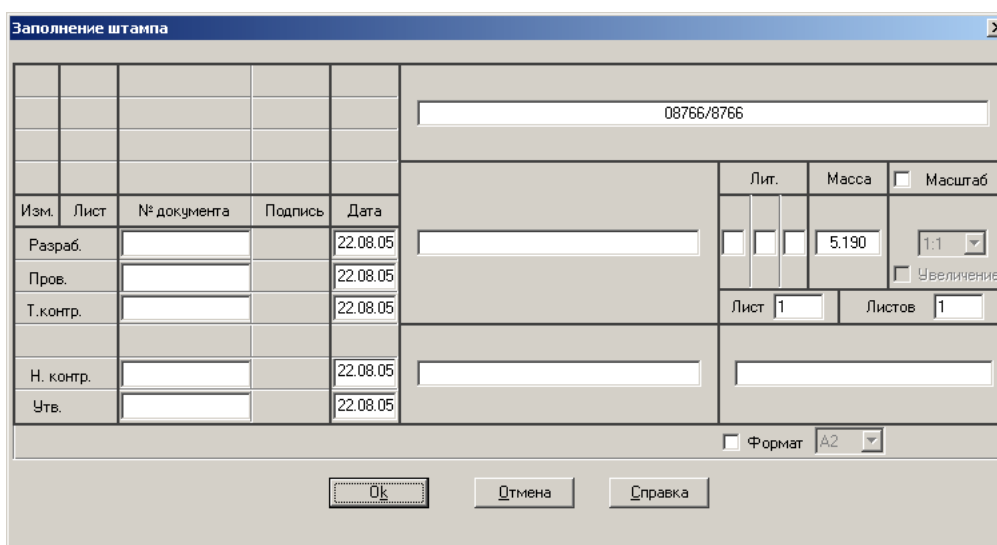
Расчет вала производится после нажатия кнопки «**Ок**».

4. Просмотр результатов расчета.

Для просмотра результатов расчета переходим в меню **Результаты...** и в открывшемся окне «**APM Shaft**» выбираем тот вид результатов расчета, который необходимо просмотреть. Если пользователь хочет, чтобы эпюры силовых факторов строились на фоне вала, то нужно оставить установленный по умолчанию флажок напротив опции *Рисовать вал*. В противном случае флажок нужно убрать.

5. Генерация чертежа вала.

Для генерации чертежа рассчитанного вала выбираем в диалоговом окне «**Файл**» пункт «**Экспорт...**» и вызываем открытие диалогового окна «**Заполнение штампа**». В поля ввода этого окна можно внести фамилии исполнителей и дату, а также выбрать масштаб чертежа, формат чертежа и т.п.



Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разраб.				22.08.05
Пров.				22.08.05
Т.контр.				22.08.05
Н. контр.				22.08.05
Утв.				22.08.05

08766/8766

Лит.	Масса	Масштаб
	5,190	1:1

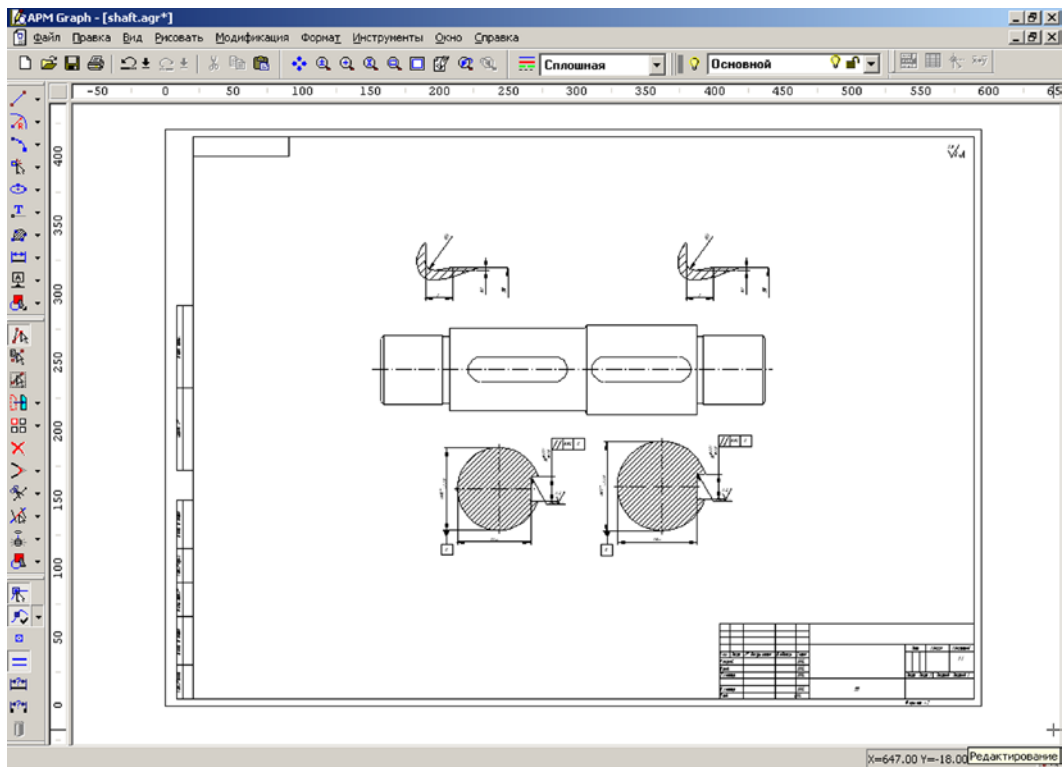
Увеличение

Лист 1 Листов 1

Формат A2


Ок Отмена Справка

Для завершения генерации чертежа необходимо сохранить этот чертеж как файл с расширением ***.agr**. После этого произойдет запуск плоского графического редактора **APM Graph**, в окне которого и будет показан чертеж рассчитанного вала.



6. Вывод результатов расчета на печать.

Для вывода результатов расчета на печать следует нажать в основном окне

программы кнопку «Печать»  (меню **Файл/Печать...**) и в открывшемся стандартном окне «Печать» выбрать один из установленных принтеров и произвести печать.

7. Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf.

У пользователя есть возможность вывести и исходные данные, и результаты расчета в текстовый файл формата *.rtf, который может быть открыт с помощью большинства современных текстовых редакторов. Для вывода результатов в файл формата *.rtf следует выбрать в меню **Файл/Печать в RTF файл...** тип файла *.rtf и сохранить файл в этом формате.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература

[4-6] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Каковы общие рекомендации при создании чертежа на компьютере?
- 2) Какие CAD/CAM системы вы знаете?

Практическое занятие №1.

Тема: Расчет подшипникового узла.

Цель работы: научиться применять методы расчета подшипникового узла.

Задание: рассчитать подшипниковый узел, состоящий из двух шариковых радиально-упорных подшипников, со следующими параметрами:

- тип подшипника — 46307;
- класс точности — 0;
- скорость вращения — 120 об/мин;

- схема установки — «О» (в растяжку);
- радиальная сила на нагруженной опоре — 12000 Н;
- радиальная сила на ненагруженной опоре — 12000 Н;
- осевая сила — 8000 Н;
- величина осевого преднатяга — 1500 Н;
- коэффициент динамичности — 1,2;
- режим работы — нестандартный, задается пользователем.

Решение:

Общий порядок расчета

1. Выбор типа подшипника.
2. Задание геометрии подшипника.
3. Задание точности изготовления подшипника.
4. Задание условий работы подшипника.
5. Выполнение расчета.
6. Просмотр результатов расчета.
7. Задание дополнительных параметров.
8. Вывод результатов расчета на печать.

1. Выбор типа подшипника.

Входим в меню **Данные/Тип подшипника...** и в открывшемся диалоговом окне **«Выберите тип подшипника»** выбираем **«Шариковый радиально-упорный подшипник»**.

2. Задание геометрии подшипника.

Геометрические параметры подшипника могут быть заданы двумя способами: вручную и из базы данных.

2.1. **Задание геометрических параметров подшипника вручную.** Для того чтобы задать геометрию подшипника вручную, нужно войти в меню **Данные/Геометрия...** и в открывшемся диалоговом окне **«Радиально-упорный шариковый подшипник»** задать параметры рассчитываемого подшипника, внося их значения в соответствующие поля ввода.

2.2. **Задание геометрических параметров подшипника из базы данных.** Этот способ годится только для стандартных подшипников. Поскольку рассматриваемый подшипник стандартный, то для ввода его параметров воспользуемся этим способом. Для этого нажимаем кнопку **«База Данных»** и в открывшемся диалоговом окне **«Выберите данные»** из выпадающего списка **Подтип** выбираем **Среднюю серию**, поскольку заданный тип подшипника относится к средней серии. Из открывшегося списка выбираем номер подшипника 46307. После нажатия кнопки **«Выбрать»** все параметры требуемого подшипника автоматически переписываются в поля ввода окна **«Радиально-упорный шариковый подшипник»**.

3. Задание точности изготовления подшипника.

Выбор точности изготовления также может быть сделан двумя способами: вручную и из базы данных (если подшипник стандартный).

3.1. Для того чтобы задать точность подшипника вручную, нужно войти в меню **Данные/Точность...** и в открывшемся диалоговом окне **«Точность изготовления»** задать данные по точности рассчитываемого подшипника вручную, внося их значения в соответствующие поля ввода.

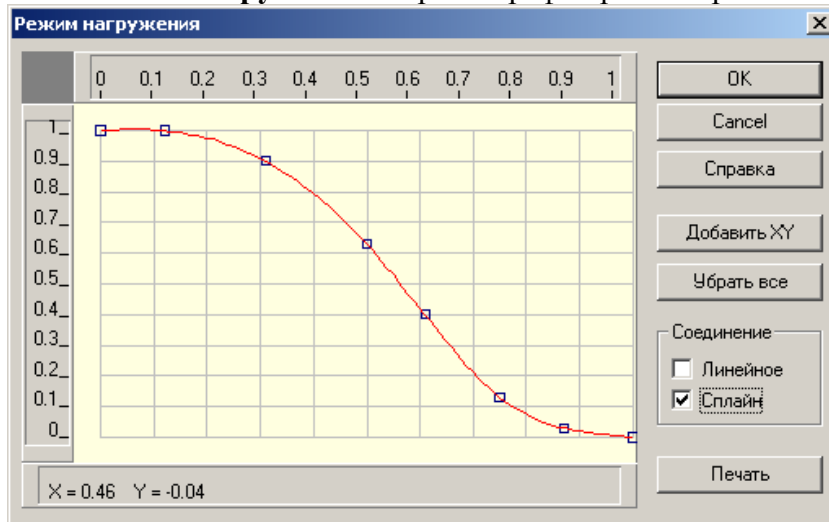
3.2. Для выбора из базы данных нажмите кнопку **«БД»** напротив соответствующего параметра. После этого открывается диалоговое окно **«Выберите отклонения диаметра»**, в котором, прежде всего, следует выбрать **Класс точности** подшипника из выпадающего списка. Далее щелчком левой кнопки мыши выбираем ту строку таблицы, в которой находится значение внешнего диаметра. Нажатием кнопки **«Ок»** соответствующие данные из этой строки переносятся в окно **«Точность изготовления»**. Аналогично задается параметр по внутреннему кольцу.

4. Задание условий работы подшипника.

Входим в меню **Данные/Условия работы ...** и в открывшемся диалоговом окне **«Шариковый радиально-упорный подшипник»** задаем параметры нагрузки, а именно:

- **Тип установки** — выбираем «О».
- В поле ввода «**Осевая сила, Н**» — вводим число **8000**;
- В поле ввода «**Рад. сила на нагр. опоре, Н**» — **12000**;
- В поле ввода «**Рад. сила на ненагр. опоре, Н**» — **12000**;
- В поле ввода «**Осевая сила преднатяга, Н**» — **1500**;
- В поле ввода «**Скорость вращения, об/мин**» — **1500**;
- В поле ввода «**Коэфф. динамичности**» — **1.2**.


Для задания нестандартного режима работы выбираем опцию **Переменная нагрузка** и в открывшемся окне «**Режим нагружения**» строим график режима работы.




После введения координат точек графика выбираем тип их соединения – с помощью сплайна или линейное, в данном случае соединяем точки сплайном.

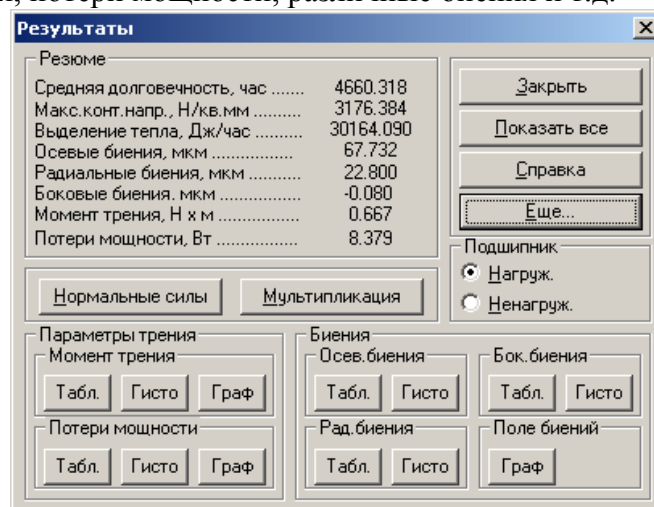
Все исходные данные введены, подшипниковый узел готов к расчету.

5. Выполнение расчета.

Нажимаем кнопку «**Расчет**»  (меню «**Расчет**»). После окончания расчета становится активной кнопка «**Результаты**» (меню «**Результаты**»).

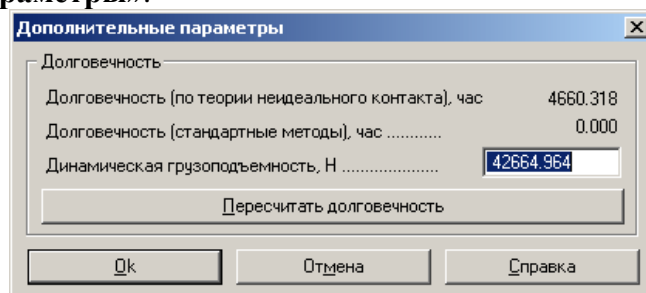
6. Просмотр результатов расчета.

Нажимаем кнопку «**Результаты**»  (меню «**Результаты**»), после чего открывается диалоговое окно «**Результаты**» с общими результатами расчета по нагруженному или ненагруженному подшипнику (группа параметров **Резюме**). Нажатием соответствующих кнопок можно вызвать диалоговые окна просмотра отдельных параметров подшипника, таких как момент трения, потери мощности, различные биения и т.д.



7. Задание дополнительных параметров.


Для получения дополнительной информации о величине долговечности, рассчитанной по стандартной методике, а также о долговечности импортных подшипников, нажмите в окне «**Результаты**» кнопку «**Еще**». Это приведет к открытию диалогового окна «**Дополнительные параметры**».



В рассматриваемом примере программа не определила долговечность стандартными методами. Это связано с особенностями исходных данных: изначально был задан осевой преднатяг, а стандартная методика не позволяет проводить расчет подшипника с преднатягом.

Для расчета импортных подшипников следует в поле ввода **Динамическая грузоподъемность, Н** ввести соответствующее значение этого параметра для требуемого подшипника и нажать кнопку «**Пересчитать долговечность**». После пересчета будет показано значение долговечности для подшипника с введенной динамической грузоподъемностью.

8. Вывод результатов расчета на печать или в файл формата *.rtf.

Для вывода результатов расчета на печать нажмите в основном окне программы кнопку «**Печать**»  (меню **Файл/Печать**) и в открывшемся окне «**Выбор результатов для печати**» отметьте флажками те результаты, которые требуется вывести на печать для выбранного (нагруженного или ненагруженного) подшипника. Вывод результатов расчета может быть осуществлен либо сразу на принтер (кнопка «**Печать**»), либо в текстовый файл формата ***.rtf** (кнопка «**RTF**»), который может быть открыт в большинстве текстовых редакторов, так что пользователь имеет возможность его редактировать. Такая возможность особенно удобна в том случае, когда по результатам расчета нужно подготовить отчет по заданной форме.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература

[4-6] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Дайте определение понятию проектирование.
- 2) Какие методы расчета подшипникового узла вы знаете?

Практическое занятие №2.

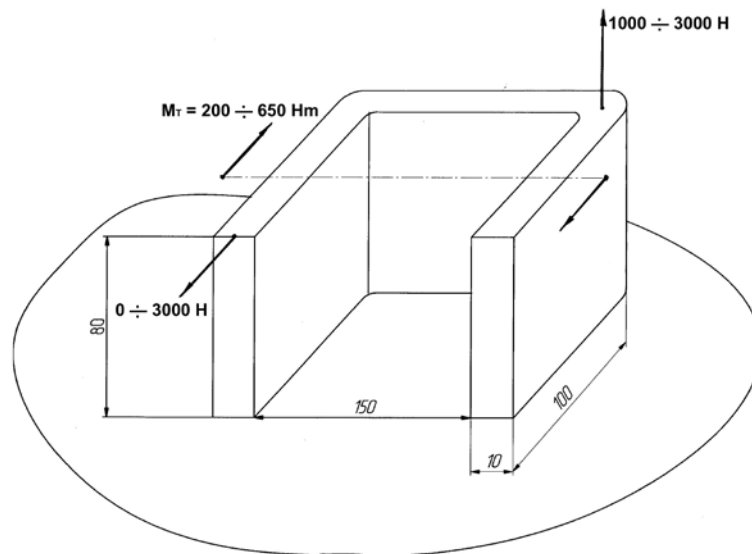
Тема: Расчета сварочного таврового соединения.

Цель работы: освоить проектировочный и проверочный расчет таврового соединения для крепления П-образного профиля к плоскости.

Задание: Выполнить проектировочный и проверочный расчет таврового соединения для крепления П-образного профиля к плоскости. Действующие на соединение силовые факторы изображены на рисунке. Материал, из которого изготовлены соединяемые детали — Сталь 40.

При расчете необходимо обеспечить следующие значения коэффициентов запаса сварного шва:

- по статической прочности — не ниже 2,5;
- по выносливости — не ниже 1,5.



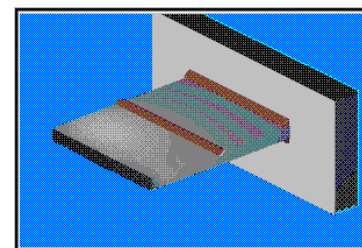
Решение:

Общий порядок расчета

1. Выбор типа соединения.
2. Выбор типа сварочного соединения (тавровое одностороннее).
3. Создание конфигурации сварного шва.
4. Задание действующих на сварной шов силовых факторов.
5. Уточнение постоянных параметров для расчета.
6. Выбор типа расчета: проектировочный или проверочный.
7. Выполнение расчета.
8. Просмотр результатов расчета.
9. Оптимизация конфигурации сварного шва по результатам расчета.
10. Проведение проверочного расчета.
11. Корректировка катета сварного шва по результатам расчета на выносливость

1. Выбор типа соединения.

Выбираем тип соединения двойным щелчком левой кнопки мыши на картинке с изображением сварного шва. Это приведет к открытию окна «Соединения сваркой».



2. Выбор тип сварочного соединения.

Для выбора типа сварки (в данном случае это сварка односторонним швом) делаем в открывшемся окне двойной щелчок левой кнопки мыши на картинке с его изображением.



Сварка односторонним швом

3. Создание конфигурации сварного шва.

Теперь нужно построить (или импортировать) конфигурацию сварного шва, которым П-образный профиль будет приварен к плоскости. В качестве первоначальной конфигурации сварного шва выберем сварку по внешнему контуру.

3.1. **Задание шага курсора.** Поскольку в рассматриваемом примере все размеры кратны 10 мм, то имеет смысл установить шаг курсора равным 10 мм. Для этого нажимаем кнопку



Шаг Курсора (меню **Установки/Шаг курсора...**) и в соответствующее поле открывшегося диалогового окна «**Установка шага курсора**» записываем **10**. По умолчанию шаг сетки тоже равен 10 мм, поэтому в данном случае будет иметь место привязка курсора к сетке.

3.2. **Построение отрезков, совпадающих с внешним контуром поверхности.** Так как внешний контур сопрягаемой поверхности — П-образный профиль, то его можно смоделировать тремя отрезками прямых. Для отрисовки отрезка прямой воспользуемся



режимом **«Свободный конец отрезка»**, который включается кнопкой на инструментальной панели **«Рисование»** (меню **Построение/Отрезок/Свободные концы**). Построение начинаем, например, с левой нижней точки П-образного профиля, которую фиксируем щелчком левой кнопки мыши в произвольной точке поля редактора. Затем, смещая указатель мыши в вертикальном направлении, добиваемся длины отрезка 100 мм и делаем второй щелчок левой кнопкой мыши. Контроль текущей длины отрезка можно производить по текущему значению длины и угла создаваемого отрезка, отображаемого на панели статуса. Аналогичным образом создаем горизонтальный отрезок длиной 150 мм, причем по умолчанию начало нового отрезка будет присоединяться к концу предыдущего. Таким же способом к концу второго отрезка присоединяем третий отрезок длиной 100 мм, направленный вертикально вниз.

Для прекращения создания следующего отрезка, привязанного к концу предыдущего, нужно щелкнуть правой кнопкой мыши.

Для удаления уже отрисованных объектов их нужно предварительно выделить в режиме



«Выбрать объекты» (кнопка или меню **Редактирование/Выбрать**), а затем удалить с



помощью кнопки **«Удалить выбранное»** (меню **Редактирование/Удалить**). Для выделения следует или щелкнуть на выделяемом элементе, или выделить его охватывающей рамкой.

3.3. **Построение скруглений.** Предварительно необходимо установить радиус



скругления нажатием кнопки **«Радиус скругления»** (меню **Построение/Радиус скругления...**) в диалоговом окне **«Скругление»** (по умолчанию предлагаются значение



радиуса, равное 5 мм). Затем нажатием кнопки (меню **Построение/Скругление**) переходим в режим **«Скругление»**. Для построения скругления вначале щелкаем левой кнопкой мыши по скругляемым отрезкам, а потом указываем квадрант скругления (щелчком на этом квадранте).

Внимание! В режиме сварки угловыми швами производить выделение внешних и внутренних контуров нет необходимости.

4. Задание действующих на сварной шов силовых факторов.

4.1. **Задание сил, действующих перпендикулярно поверхности.** Переходим в режим



«Нормальная сила» нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов **«Силы»** (меню **Данные/Нормальная сила**). Курсор приобретает вид окружности, причем точное позиционирование курсора осуществляется в центр этой окружности. Для установки силы следует щелкнуть левой кнопкой мыши в том месте окна программы, которое соответствует точке приложения этой силы. После этого откроется диалоговое окно **«Нормальная сила»**, в поля ввода которого **Приложена по x, mm** и **Приложена по y, mm** автоматически заносятся текущие координаты курсора с учетом значения его шага. Пользователь имеет возможность их изменить. Для задания величины силы в диалоговом окне **«Нормальная сила»** следует ввести максимальное значение силовых факторов. В рассматриваемом случае записываем:

- в поле ввода **«Значение, Н»** — **3000**;
- в полях ввода **«Обозначение»** и **«Индекс»** — название силы, например **F₂** (но вообще-то эти поля могут быть незаполненными).

Завершаем ввод нажатием кнопки **«Ок»**. Если сила направлена «на нас», то она отрисовывается в виде окружности с точкой в центре, если наоборот — в виде окружности с крестиком. Для

редактирования заданной силы нужно в режиме установки нормальной силы щелкнуть правой кнопкой мыши на введенной силе, и в диалоговом окне «**Нормальная сила**» можно изменить параметры силы.



Нажатием кнопки «**Удалить нормальную силу**» (меню **Данные/Удалить нормальные силы**) можно удалить все введенные ранее нормальные силы.

4.2. **Задание сил, действующих параллельно поверхности.** Переход в этот режим



происходит нажатием кнопки «**Касательная сила**» на панели инструментов «**Силы**» (меню **Данные/Касательная сила**). Курсор приобретает вид стрелки. Для установки силы следует щелкнуть левой кнопкой мыши в том месте окна программы, где необходимо установить силу. После этого откроется диалоговое окно «**Касательная сила**». В полях ввода этого окна **Приложена по x, мм** и **Приложена по y, мм** автоматически записываются текущие координаты курсора (точное позиционирование которого осуществляется острием стрелки) с учетом его шага. В поле ввода **Приложена по z, мм** можно записать расстояние от плоскости контактной поверхности до точки приложения силы. В нашем случае оно равно **180 мм**.

В группе параметров **Данные** выбираем способ задания **Проекции**.

Исходя из заданной по условию схемы нагружения, в поля ввода диалогового окна «**Касательная сила**» вводим следующие значения:

- в поле ввода «**X, Н**» — **0** (или оставляем поле незаполненным);
- в поле ввода «**Y, Н**» — **-3000** (знак «-» показывает, что сила действует в отрицательном направлении оси Y);

В группе параметров **Символы** в полях ввода «**Обозначение**» и «**Индекс**» можно ввести название силы, например **F₃**, но они могут быть и пустыми.

Завершаем ввод нажатием кнопки «**Ок**». Сила отрисовывается в виде вектора, начало которого соответствует точке приложения силы. Для редактирования заданной силы нужно в режиме установки нормальной силы щелкнуть правой кнопкой мыши на введенной силе, и в диалоговом окне «**Касательная сила**» можно изменить параметры силы.



Нажатием кнопки «**Удалить касательную силу**» (меню **Данные/Удалить касательные силы**) можно удалить все введенные ранее касательные силы.

4.3. **Задание момента.** Момент задается парой сил. В качестве точки приложения момента выбираем (приблизительно) центр тяжести отрисованных сварных швов. Затем необходимо задать величину плеча и рассчитать модуль каждой из действующих сил. В нашем примере целесообразно принять плечо силы равным 0,1 м (100 мм). Модуль действующих сил при этом будет равен $F = 650/0,1 \text{ [Н·м/м]} = 6500 \text{ Н}$. Следовательно, в рассматриваемом примере на сварной шов действует две силы, равные по модулю 6500 Н, причем у одной координата Y = 6500 Н, у другой — Y = -6500 Н). Приложены эти силы вблизи центра масс с плечом 100 мм. Координата Z для пары сил в нашем случае также составляет 80 мм.

5. Уточнение постоянных параметров для расчета.

Войдите в меню **Данные/Постоянные параметры...** В открывшемся диалоговом окне «**Постоянные параметры**» активными будут только поля **Коэффициент запаса текучести деталей крепления** и **Предел текучести материала деталей сопряжения МПа**.

Для задания требуемого по условию материала сварного шва (Сталь 40) нужно в окне «**Постоянные параметры**» нажать кнопку «**База данных...**», после чего откроется еще одно диалоговое окно — «**Материал**». В этом окне из выпадающего списка **Типы материалов** выбираем **Сталь конструкционная (прокат)**, а из выпадающего списка **Подгруппы материалов** выбираем **В нормализованном состоянии**. Завершаем ввод нажатием кнопки «**Ок**». Соответствующие значения параметров материала для выбранного типа стали переписываются в поля ввода диалогового окна «**Постоянные параметры**».

Наконец, убеждаемся в том, что в соответствующем поле этого окна записано, что **Коэффициент текучести деталей крепления равен 3**.

6. Выбор типа расчета: проектировочный или проверочный.

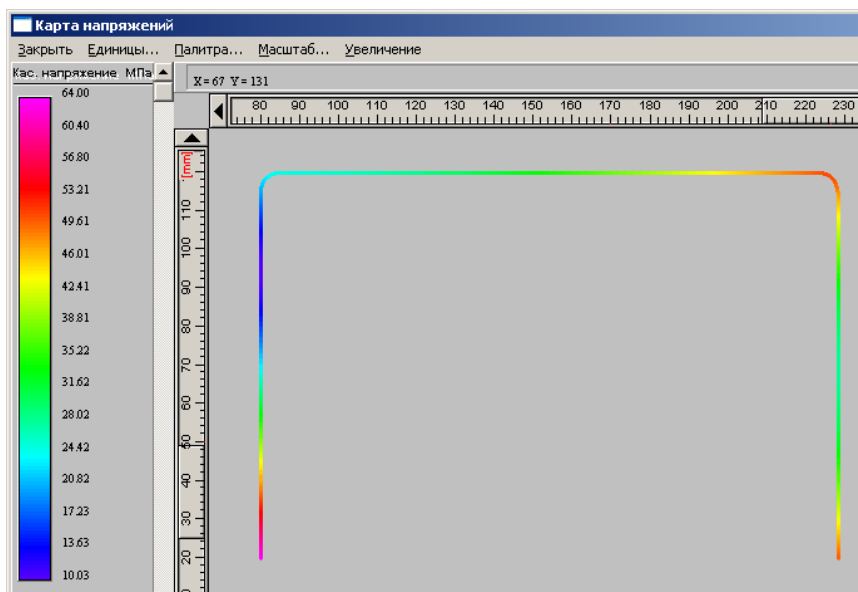
Для выбора типа расчета (проектировочный или проверочный) следует в меню **Расчет/Тип** выбрать **Проектировочный** или **Проверочный**. По умолчанию первым выполняется **Проектировочный** расчет.

7. Выполнение расчета.

Для запуска на расчет следует в меню **Расчет** выбрать **Расчет!**.

8. Просмотр результатов расчета.

8.1. **Просмотр карты напряжений.** После завершения расчета на экране монитора открывается окно «**Карта напряжений**» с изображением сварного шва, окрашенного в различные цвета. Цветовая гамма шва отвечает цветовой шкале **Касательные напряжения МПа**, расположенной в левой верхней части окна.



8.2. **Просмотр числовых результатов расчета.** Для просмотра числовых результатов расчета выбираем меню **Результаты...** и находим, что для обеспечения требуемой по условию статической прочности с коэффициентом запаса, равным 3, программа предлагает значение катета сварного шва **1,423 мм**. Выполнить сварку с таким малым значением катета сварного шва проблематично. Однако, основываясь на результатах расчета, пользователь может провести некоторую оптимизацию конфигурации сварного шва.

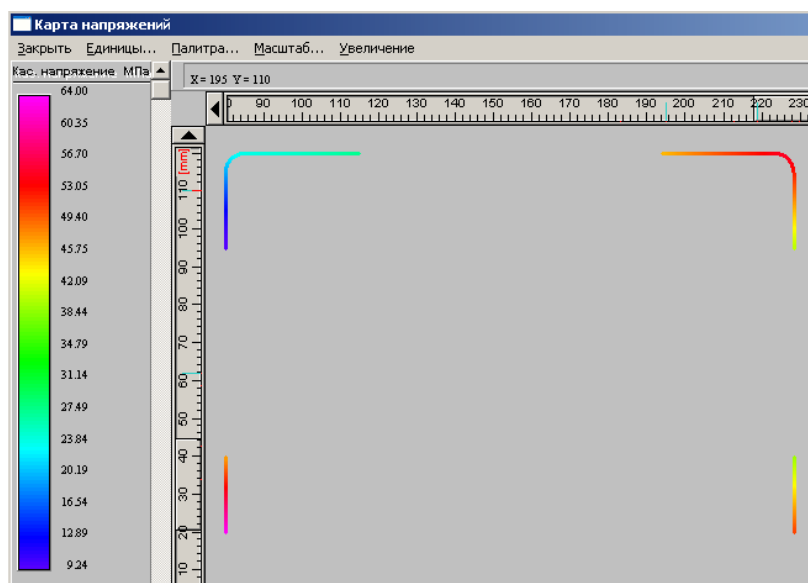
9. Оптимизация конфигурация сварного шва по результатам расчета.

На карте напряжений видно, что наиболее нагруженными участками сварного шва являются три угла, а наименее нагруженным — левый участок. Следовательно, на левом участке шов можно сделать прерывистым. Для этого удаляем левый отрезок и заменяем его двумя отрезками меньшей длины, например, по **20 мм**.

Затем нужно снова повторить расчет и просмотреть полученные результаты. Убеждаемся, что после проведенной корректировки сварного шва распределение напряжений по участкам шва изменилось, а значение катета сварного шва увеличилось и стало равно **2,11 мм**. Поскольку изменение величины катета незначительно, оптимизацию конфигурации сварного шва можно продолжить. Например, в соответствии с новым распределением напряжений видно, что правый вертикальный отрезок также может быть заменен отрезками меньшей длины, пусть это будет длина **20 мм**.

Снова проводим расчет и видим, что распределение напряжений по участкам сварного шва изменилось, а значение катета сварного шва опять увеличилось незначительно и стало равным **2,32 мм**. Поэтому можно сделать прерывистым и горизонтальный участок шва, т.е. проварить только углы. Величина катета сварного шва при этом составит **2,45 мм**. Следовательно, делаем вывод о том, что в результате оптимизации конфигурации сварного

шва, т. е. при замене сплошного шва прерывистым, катет увеличился незначительно при сокращении общей длины шва относительно первоначальной примерно на 45-50 %.



10. Проведение проверочного расчета.

При проведении проверочного расчета пользователь имеет возможность выполнить проверку не только в условиях статической нагрузки, как при проектировочном расчете, но и в условиях действия переменных нагрузок. Для перехода в режим проверочного расчета в меню **Расчет/Тип** выбираем **Проверочный**. При этом открывается окно с конфигурацией сварного шва. Это окно аналогично тому, с которым мы работали при проведении проектировочного расчета. Значения сил также автоматически переносятся из проектировочного расчета, но с одной особенностью — для выполнения проверочного расчета нужно задавать дополнительные параметры, а именно минимальное значение каждого силового фактора. По умолчанию эти параметры равны нулю, и пользователь должен задать их значения в соответствии с расчетной схемой.

В рассматриваемом случае для задания минимальных значений силовых факторов последовательно переходим в соответствующие режимы редактирования (щелчком правой кнопки мыши) и в полях ввода открывающихся диалоговых окон «**Нормальная сила**» и «**Касательная сила**» записываем:

- Для нормальной силы (окно «**Нормальная сила**») в поле ввода «**Min значение, Н**» записываем значение **1000**;
- Для пары сил, образующих момент (окно «**Касательная сила**») в поля ввода «**Min Y, Н**» записываем **2000** и **-2000**;
- Для касательной силы (окно «**Касательная сила**») в поле ввода «**Min Y, Н**» оставляем значение, заданное по умолчанию, т. е. **0**.

После задания минимальных значений сил производим проверочный расчет, выбрав в меню **Расчет** пункт **Расчет**.

После выполнения проверочного расчета открывается окно «**Карта напряжений**». Раскраска сварного шва соответствует карте касательных напряжений, возникающих в тех или иных точках сварного шва.

Для просмотра числовых результатов проверочного расчета выбираем меню **Результаты...** и находим, что при величине катета сварного шва **2,45 мм**, полученного из проектировочного расчета, коэффициент запаса прочности по пределу текучести равен **2,5**, а коэффициент запаса по выносливости — **1,35**, т. е. меньше требуемого по условию.

11. Корректировка катета сварного шва по результатам расчета на выносливость.

При найденной конфигурации сварного шва обеспечить требуемое значение коэффициента запаса можно увеличением катета сварного шва. Для задания нового значения катета сварного шва в меню **Данные** выбираем **Дополнительные параметры...** В поле

ввода «**Катет шва, мм**» открывшегося диалогового окна следует записать значение, которое превышает 2,45, например 3, и провести расчет заново. *Величину эффективного коэффициента концентрации напряжений* оставляем равной 3 (значение по умолчанию).

Снова обратившись к меню **Результаты...**, видим, что при величине катета сварного шва **3 мм**, полученного из проектировочного расчета, коэффициент запаса прочности по пределу текучести равен 3,05, а коэффициент запаса по выносливости — 1,78, что полностью удовлетворяет заданным условиям. Таким образом, задачу можно считать решенной.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература

[4-6] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Расскажите аспекты описаний проектируемых объектов.
- 2) Режимы проектирования в САПР.

Практическое занятие №3.

Тема: Расчет пружины сжатия

Цель работы: научиться выполнять расчет пружины сжатия круглого сечения.

Задание: выполнить проектировочный расчет пружины сжатия круглого сечения со следующими параметрами:

- сила пружины при рабочей нагрузке — 800 Н;
- сила пружины при предварительной деформации — 120 Н;
- рабочий ход — 45 мм;
- класс пружины — 2-й;
- материал — пружинная проволока 2 класса;
- диаметр проволоки — 5 мм.

Решение:

1. Выбор типа пружины.

Тип пружины выбираем из меню **Тип/Пружина** — в открывшемся диалоговом окне «**Пружина**» указываем «**Пружина сжатия**».

2. Выбор типа расчета.

В меню **Тип/Расчеты** выбираем **Проектировочный**.

3. Задание основных параметров.

Для ввода исходных данных открываем меню **Данные...** и в поля ввода диалогового окна «**Основные параметры**» заносим запрашиваемые параметры в соответствии с исходными данными (кроме значения диаметра проволоки):

- «**Сила пружины при рабочей нагрузке**» — 800 [Н];
- «**Сила пружины при предварительной деформации**» — 120 [Н];
- «**Рабочий ход**» — 45 [мм].

Из выпадающего списка «**Материал**» выбираем материал пружины — **Пружинная проволока 2 класса**;

В группе параметров **Сечение** выбираем — **Круг**.


4. Задание дополнительных параметров.

В данном случае в качестве дополнительного параметра выступает диаметр проволоки. Для его задания в окне «**Основные параметры**» нажимаем кнопку «**Еще...**» и в поле ввода «**Диаметр проволоки**» открывшегося диалогового окна «**Дополнительные параметры**» вводим значение требуемого диаметра проволоки — 5 [мм]. Поля с остальными параметрами оставляем незаполненными (нулевыми).


Замечание. Из параметров «**Средний диаметр пружины**», «**Индекс пружины**» и «**Диаметр проволоки**» группы «**Геометрические параметры**» может быть независимо

задан только один, поскольку все эти величины связаны между собой функциональными зависимостями.

5. Выполнение расчета.

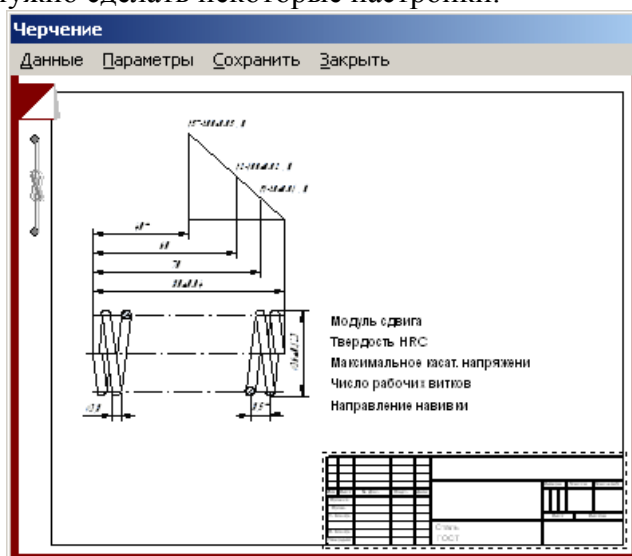
Расчет происходит после нажатия кнопки «**Рассчитать**»  (меню **Рассчитать**). После окончания расчета становится активной кнопка «**Результаты...**» (меню «**Результаты...**»).

6. Просмотр результатов расчета.

Для просмотра результатов расчета нажимаем кнопку «**Результаты**»  (меню **Результаты...**). В открывшемся диалоговом окне «**Пружина сжатия**» показываются как исходные данные, для которых проводился расчет, так и результаты расчета.

7. Генерация чертежа спроектированной пружины.

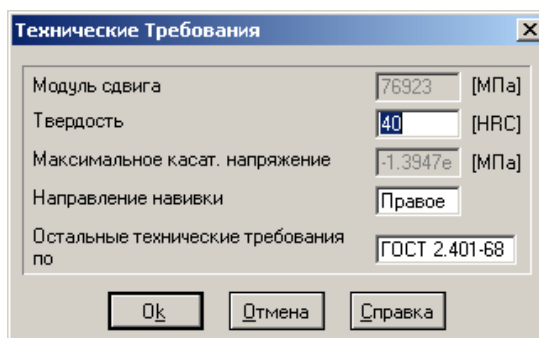
Для генерации чертежа спроектированной пружины в диалоговом окне «**Пружина сжатия**» необходимо нажать кнопку «**Чертеж**». После этого откроется диалоговое окно «**Черчение**», в котором нужно сделать некоторые настройки.

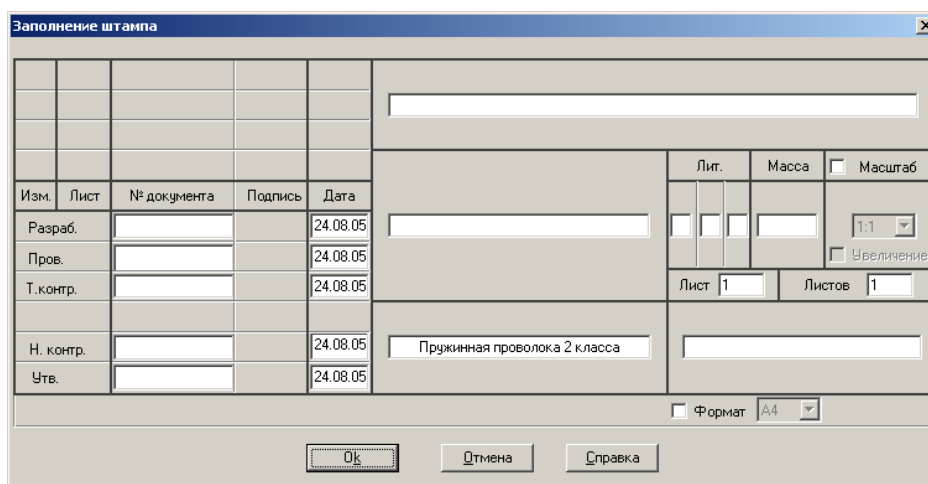
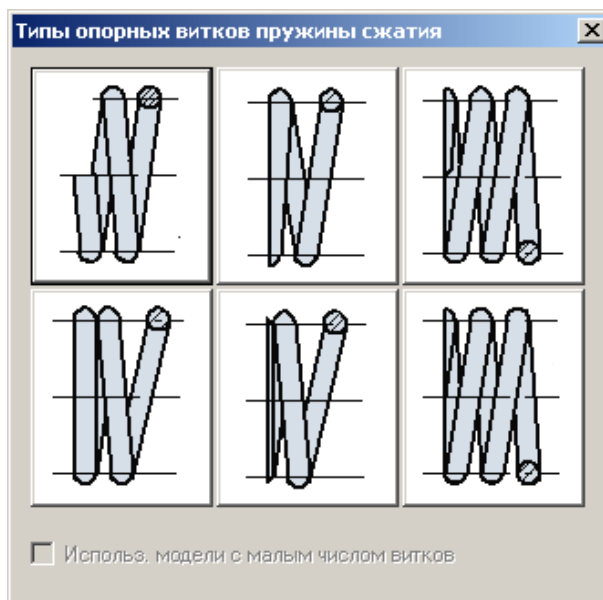


7.1. **Выбор типа опорных витков пружины.** Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области изображения пружины (меню **Данные/Построение...**) вызывает открытие диалогового окна «**Типы опорных витков пружины сжатия**», с помощью которого можно выбрать тип опорных витков. При наведении указателя мыши на различные типы появляется всплывающая подсказка. После выбора одного из типов опорных витков это окно закрывается.

7.2. **Задание технических требований.** Двойной щелчок левой кнопки мыши в области списка с техническими требованиями (меню **Данные/Технические требования...**) вызывает открытие диалогового окна «**Технические требования**». Пользователь может изменить параметры, записанные в полях с белым фоном.

7.3. **Заполнение штампа.** Двойным щелчком левой кнопкой мыши в области штампа чертежа (меню **Данные/Штамп...**) открываем диалоговое окно «**Заполнение штампа**», в полях ввода которого можно указать фамилии исполнителей и дату, а также выбрать масштаб чертежа, формат чертежа и т.п.





7.4. **Сохранение файла чертежа.** Для завершения генерации чертежа необходимо в окне «Черчение» (меню **Сохранить...**) сохранить этот чертеж в виде файла с расширением ***.agr**. После этого произойдет запуск плоского графического редактора **APM Graph**, в окне которого и будет показан чертеж рассчитанной пружины.

8. **8. Вывод результатов расчета на печать.**

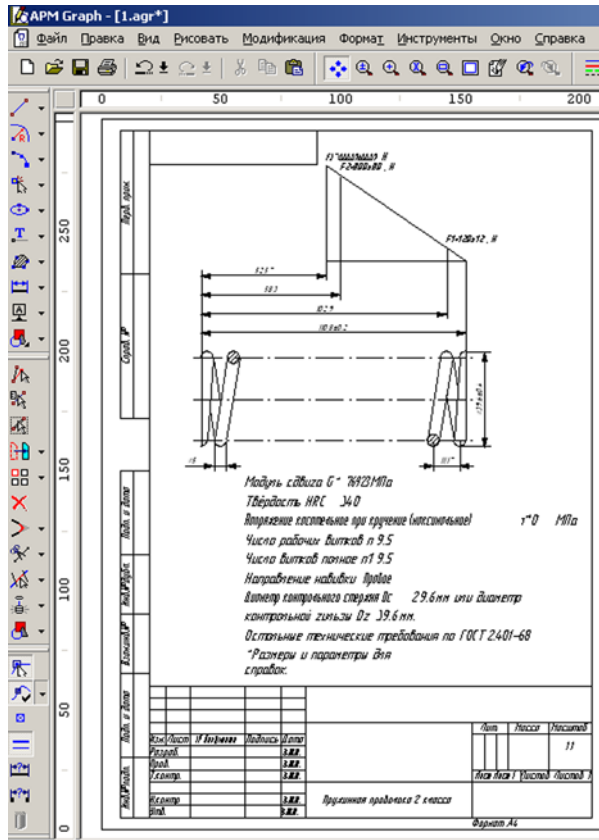
9. Для вывода результатов расчета на печать нужно нажать в основном окне программы



кнопку «Печать» (меню **Файл/Печать**).

10. **9. Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf.**

11. У пользователя есть возможность вывести и исходные данные, и результаты расчета в текстовый файл формата ***.rtf**, который может быть открыт с помощью большинства современных текстовых редакторов. Для вывода результатов в файл формата ***.rtf** следует выбрать в меню **Файл/Сохранить...** тип файла ***.rtf** и сохранить файл в этом формате.



Форма отчетности: отчет.

Основная литература

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература

[4-6] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Дайте понятие геометрическое моделирование.
- 2) Классификация геометрических моделей.
- 3) 2D и 3D графика.

Практическое занятие № 4

Тема: Расчет группового болтового соединения.

Цель работы: рассчитать групповое болтовое соединение.

Порядок выполнения:

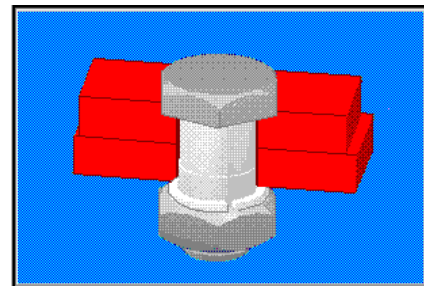
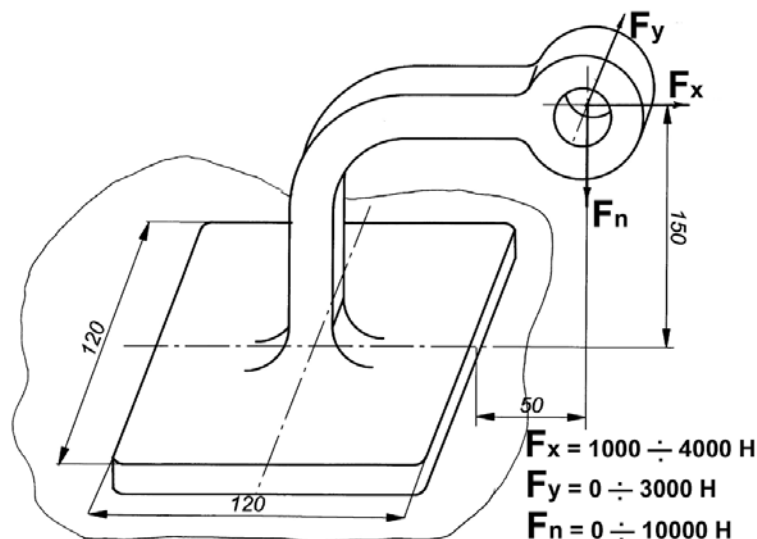
Общий порядок расчета

1. Выбор типа соединения.
2. Выбор типа установки болтов в отверстие (с зазором, без зазора).
3. Построение (или импорт) контура поверхности контакта.
4. Выделение контуров (наружного и внутренних) поверхности контакта.
5. Выделение контактной поверхности цветом.
6. Расстановка болтов (указание места расположения болтов).
7. Задание действующих на соединение сил.
8. Уточнение постоянных параметров для расчета.
9. Выбор типа расчета: проектировочный или проверочный.
10. Выполнение расчета.
11. Просмотр результатов расчета.
12. Возможная корректировка расположения и параметров болтов в соединении по результатам расчета.

Задача

Выполнить проектировочный расчет группового болтового соединения для крепления кронштейна к плоскости.

Действующие на соединение силовые факторы изображены на рисунке. Болты изготовлены из Стали 40; Коэффициент запаса текучести деталей крепления (болтов) — 3.



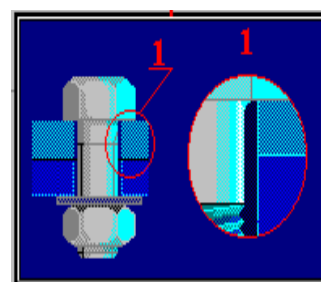
Решение

Выбор типа соединения.

Тип соединения выбираем двойным щелчком левой кнопки мыши на картинке с изображением болтов. При этом открывается диалоговое окно «Болтовые, винтовые и шпильчные соединения».

Выбор типа установки болтов в отверстие.

Для выбора типа установки болтов в отверстие (с радиальным зазором или без него) делаем в открывшемся диалоговом окне двойной щелчок левой кнопки мыши на картинке с изображением болтов, установленных в отверстие с радиальным зазором. Такой режим установки болтов позволит учитывать все виды нагрузок (и отрывающие, и сдвигающие), действующие на стык поверхностей (в то время как болты, установленные в отверстие без зазора, работают только на срез).



Болтовые, винтовые и шпильчные соединения с радиальным зазором

Построение (или импорт) контура поверхности контакта.

В появившемся окне редактора необходимо задать шаг курсора и шаг сетки, а затем либо изобразить контур поверхности контакта, либо импортировать его.

Задание шага курсора. Поскольку в рассматриваемом примере все размеры кратны 10 мм, то имеет смысл установить шаг курсора равным 10 мм. Для этого нажимаем кнопку



Шаг Курсора (меню **Установки/Шаг курсора...**) и в соответствующее поле ввода открывшегося диалогового окна «**Установка шага курсора, мм**» записываем **10**. По умолчанию шаг сетки тоже равен 10 мм, поэтому в данном случае будет иметь место привязка курсора к сетке.

Построение контура поверхности. Так как контур поверхности контакта представляет собой квадрат, то для его отрисовки воспользуемся режимом «**Прямоугольник**





до диагонали», для включения которого служит кнопка на инструментальной панели «**Рисование**» (меню **Построение/Прямоугольник/Диагональ**). Построение начинаем, например, с левой верхней точки диагонали прямоугольника, которую фиксируем щелчком левой кнопки мыши, а затем, смещая мышь на 12 клеток вправо и 12 вниз, фиксируем и

вторую точку диагонали. Для облегчения процедуры построения прямоугольника полезно сначала отметить точки, соответствующие началу и концу диагонали.


Контур поверхности может быть также импортирован через файл формата *.dxf. Для того чтобы произвести импорт, воспользуйтесь меню **Файл/Импорт...**, а затем в стандартном диалоговом окне укажите путь к импортируемому файлу формата *.dxf.


Выделение контуров (наружного и внутренних) поверхности контакта.

После отрисовки контура поверхности контакта следует выделить ее внешний и внутренние (если они есть) контуры. Для этого нажимаем кнопку «**Внешний контур**»  на инструментальной панели «**Рисование**» (меню **Данные/Внешний контур**) и щелкаем левой кнопкой мыши на внешнем контуре поверхности. Если внешний контур замкнут, то он выделится синим цветом, если незамкнут, то выделения не произойдет.


Аналогично выделяем все внутренние контуры (если они есть) с помощью кнопки «**Внутренний контур**»  на инструментальной панели «**Рисование**» (меню **Данные/Внутренний контур**).

Выделение контактной поверхности цветом.

После выделения контуров полезно нажать кнопку «**Показать поверхность**»  (меню **Данные/Показать поверхность**), чтобы убедиться, что программа правильно «поняла» задачу, т.е. будет воспринимать выделенный объект как поверхность контакта.

Отменить показ поверхности можно с помощью кнопки «**Убрать поверхность**»  (меню **Данные/Убрать поверхность**).

Расстановка болтов.

Установка болтов с помощью мыши. Переходим теперь к расстановке болтов на поверхности контакта или вне ее. Прежде всего нажимаем кнопку «**Болты**»  (меню **Данные/Болты**). Курсор в этом режиме принимает вид крестика. Для того чтобы отметить центр будущего болта, достаточно щелкнуть левой кнопкой мыши в том месте, где будет расположен болт. Второй щелчок левой кнопкой мыши по уже установленному болту удаляет его, а щелчок правой кнопкой мыши – удаляет все ранее созданные болты. В рассматриваемом примере устанавливаем 4 болта в углах созданной поверхности.

Внимание! Шаг установки болтов будет соответствовать установленному ранее шагу курсора.

Установка болтов по координатам. У пользователя есть возможность указать координаты установки болтов. Для этого следует в меню **Данные** выбрать пункт **Координаты болтов...** и в полях ввода появившегося диалогового окна «**Координаты**» записать координаты расставляемых болтов. Если затем нажать кнопку «**Ок**», то установленный болт фиксируется в выбранном месте, но при этом окно «**Координаты**» закрывается. Если вместо «**Ок**» нажать кнопку «**Добавить**», то окно «**Координаты**» остается открытым, позволяя задать координаты следующего болта.

Внимание! Координаты болтов задаются в системе координат окна редактора, а не в системе координат поверхности контакта.

Задание действующих на соединение сил.

В общем случае к поверхности стыка могут быть приложены как силы, направленные как перпендикулярно к поверхности, так и параллельно поверхности стыка. В том случае, если к поверхности стыка необходимо приложить момент, действующий вокруг какой либо

из координатных осей, то для задания этого момента следует задать соответствующую ему пару сил.

Задание сил, действующих перпендикулярно поверхности стыка. Переходим в



режим **«Нормальная сила»** нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов **«Силы»** (меню **Данные/Нормальная сила**). Курсор приобретает вид окружности, причем точное позиционирование курсора осуществляется в центр этой окружности. Для установки силы следует щелкнуть левой кнопкой мыши в том месте окна программы, которое соответствует точке приложения этой силы. После этого откроется диалоговое окно **«Нормальная сила»**, в поля ввода которого **Приложена по x, mm** и **Приложена по y, mm** автоматически заносятся текущие координаты курсора с учетом значения его шага. Пользователь имеет возможность их изменить. Для задания величины силы в диалоговом окне **«Нормальная сила»** следует ввести максимальное значение силовых факторов. В рассматриваемом случае записываем:

- в поле ввода **«Значение, Н»** — **-1000** (знак «-» показывает, что сила направлена вниз);
- в полях ввода **«Обозначение»** и **«Индекс»** — название силы, например **F₂** (но вообще-то эти поля могут быть незаполненными).

Завершаем ввод нажатием кнопки **«Ок»**. Если сила направлена «на нас», то она отрисовывается в виде окружности с точкой в центре, если наоборот — в виде окружности с крестиком. Для редактирования заданной силы нужно в режиме установки нормальной силы щелкнуть правой кнопкой мыши на введенной силе, и в диалоговом окне **«Нормальная сила»** можно изменить параметры силы.



Нажатием кнопки **«Удалить нормальную силу»** (меню **Данные/Удалить нормальные силы**) можно удалить все введенные ранее нормальные силы.

Задание сил, действующих параллельно плоскости стыка. Переход в этот режим



происходит нажатием кнопки **«Касательная сила»** на панели инструментов **«Силы»** (меню **Данные/Касательная сила**). Курсор приобретает вид стрелки. Для установки силы следует щелкнуть левой кнопкой мыши в том месте окна программы, где необходимо установить силу. После этого откроется диалоговое окно **«Касательная сила»**. В полях ввода этого окна **Приложена по x, mm** и **Приложена по y, mm** автоматически записываются текущие координаты курсора (точное позиционирование которого осуществляется острием стрелки) с учетом его шага. В поле ввода **Приложена по z, mm** можно записать расстояние от плоскости контактной поверхности до точки приложения силы. В нашем случае оно равно **150 мм**.

В группе параметров **Данные** выбираем способ задания **Проекции**.

Исходя из заданной по условию схемы нагружения, в поля ввода диалогового окна **«Касательная сила»** вводим следующие значения:

- в поле ввода **«X, Н»** — **4000**;
- в поле ввода **«Y, Н»** — **3000**;

В группе параметров **Символы** в полях ввода **«Обозначение»** и **«Индекс»** можно ввести название силы, например **F₃**, но они могут быть и пустыми.

Завершаем ввод нажатием кнопки **«Ок»**. Сила отрисовывается в виде вектора, начало которого соответствует точке приложения силы. Для редактирования заданной силы нужно в режиме установки нормальной силы щелкнуть правой кнопкой мыши на введенной силе, и в диалоговом окне **«Касательная сила»** можно изменить параметры силы.



Нажатием кнопки **«Удалить касательную силу»** (меню **Данные/Удалить касательные силы**) можно удалить все введенные ранее касательные силы.

Уточнение постоянных параметров для расчета.

Войдите в меню **Данные/Постоянные параметры...** Для задания требуемого по условию материала болтов (Сталь 40) нужно в открывшемся диалоговом окне **«Постоянные параметры»** нажать кнопку **«База данных...»**, после чего откроется еще одно диалоговое окно — **«Материал»**. В этом окне из выпадающего списка **Типы материалов** выбираем **Сталь конструкционная (прокат)**, а из выпадающего списка **Подгруппы материалов** выбираем **В нормализованном состоянии**. Завершаем ввод нажатием кнопки **«Ок»**. Соответствующие значения параметров материала для выбранного типа стали переписутся в поля ввода диалогового окна **«Постоянные параметры»**. Наконец, убеждаемся в том, что в соответствующем поле этого окна записано, что **Коэффициент текучести деталей крепления** равен 3.

Выбор типа расчета.

Для выбора типа расчета (проектировочный или проверочный) следует в меню **Расчет/Тип** выбрать **Проектировочный** или **Проверочный**. По умолчанию первым выполняется **Проектировочный** расчет.

Выполнение расчета.

Для запуска на расчет нужно в меню **Расчет** выбрать пункт **Расчет!**

Просмотр результатов расчета.

После завершения расчета на экране монитора открывается окно **Карта давлений** с изображением контактной поверхности, окрашенной в различные цвета. Цветовая гамма поверхности отвечает цветовой шкале **Давление МПа**, расположенной в левой верхней части окна.

В местах установки болтов на карте изображены квадратики, цвета которых соответствуют величине нагрузки на соответствующий болт (цветовая шкала **Нагрузка Н** в нижней левой части окна).

Для закрытия этого окна выберите пункт меню **Заккрыть**.

Для просмотра числовых результатов расчета выбираем меню **Результаты...**

Возможная корректировка параметров по результатам расчета.

Если после анализа результатов ясно, что необходимо провести корректировку расположения болтов, то нужно вернуться к схеме расположения болтов, изменить их положение (можно добавить или удалить часть болтов) и затем заново произвести расчет.

Основная литература

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература

[4-6] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Какие знаете типы болтового соединения?
- 2) Дайте классификацию геометрическим моделям.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- Microsoft Imagine Premium (ОС Windows 7 Professional);
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational Renewal License;
- КОМПАС-3D V13;
- APM WinMachine.

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР ПЗ</i>
1	2	3	4
ЛР	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 3
ПЗ	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	№1-№4
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Учебная мебель, проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88 Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire Монитор 17"LG L1753-SF (silver-blek) Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD	-
СР	ЧЗ-1	Учебная мебель, оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

Приложение 1

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-4	способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	1. Понятие проектирования как процесса.	1.1 Что такое проектирование? Задачи проектировщика. 1.2 Проектирование: искусство или наука. 1.3 САПР в машиностроении. 1.4 Основные понятия и определения. 1.5 Проектирование как объект автоматизации. 1.6 Аспекты и иерархические уровни проектирования. 1.7 Стадии, этапы и процедуры проектирования. 1.8 Принципы создания САПР. 1.9 Состав и структура САПР. 1.10 Компоненты видов обеспечения САПР. 1.11 Взаимодействие САПР с другими автоматизированными системами.	Экзаменационные вопросы 1.1-1.26
		2. Моделирование и конструирование в САПР.	2.1 Моделирование. 2.2 Имитационное моделирование.	Экзаменационные вопросы 2.1-2.19
		3. Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации в САПР	3.1 Задачи конструирования. 3.2 Структура и основные принципы построения системы АКД. 3.3 Подходы к конструированию. 3.4 Геометрическое моделирование и организация графических данных. 3.5 Методы создания моделей ГО и ГИ.	Экзаменационные вопросы 3.1-3.13

		4.Информационное обеспечение САПР	<p>4.1 Банки и базы данных в САПР. СУБД.</p> <p>4.2 Особенности использования БД в САПР.</p> <p>4.3 Базы знаний.</p> <p>4.4 Информационные и коммуникационные технологии в САПР.</p> <p>4.5 Требования к САПР, используемые при проектировании ИТ СДМиО.</p> <p>4.6 Назначение и функциональный состав системы КОМПАС 3D и КОМПАС-График.</p> <p>4.7 Подготовка ЧКД в системе КОМПАС.</p> <p>4.8 Система инженерного анализа и расчетов АРМ «WinMachine».</p> <p>4.9 САПР технологических процессов КОМПАС-АВТОПРОЕКТ.</p> <p>4.10 Система управления инженерными данными КОМПАС-Менеджер.</p> <p>4.11 CALS-технологии.</p>	Экзаменационные вопросы 4.1-4.9
--	--	--	---	---------------------------------

2. Вопросы к экзамену

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	<p>1.1 Дайте определения следующим понятиям: проектирование, уровень описания объекта, аспект описания объекта, аспект описания объекта, этап проектирования.</p> <p>1.2 Составляющие САПР как научно-технической дисциплины.</p> <p>1.3 Стадии и этапы проектирования</p> <p>1.4 Виды описаний проектируемых объектов.</p> <p>1.5Цели и средства автоматизированного проектирования.</p> <p>1.6 Классификация САПР.</p> <p>1.7Выходные, внутренние и внешние параметры. Их особенности в моделях проектируемых объектов.</p> <p>1.8Аспекты описаний</p>	1.Понятие проектирования как процесса

		<p>проектируемых объектов</p> <p>1.9. Подсистемы САПР.</p> <p>1.10 Уровни САПР.</p> <p>1.11 Внешнее и внутреннее проектирование. Основы определения. Особенности.</p> <p>1.12 Цели внутреннего и внешнего проектирования</p> <p>1.13 Проектные процедуры. Проектные операции.</p> <p>1.14 Классификация типовых проектных процедур.</p> <p>1.15 Унификация проектных решений и процедур.</p> <p>1.16 Информационное обеспечение САПР. Банки данных. Базы данных. СУБД.</p> <p>1.17 Процедуры оптимизации.</p> <p>1.18 Вложенность процедур проектирования.</p> <p>1.19 Программное обеспечение САПР.</p> <p>1.20 Классификация задач конструкторского проектирования.</p> <p>1.21 Основные этапы проектирования.</p> <p>1.22 Сквозное и параллельное проектирование в машиностроении.</p> <p>1.23 Составные части этапа проектирования. Стадии, этапы, проектные процедуры и операции.</p> <p>1.24 Прикладные программы САПР.</p> <p>1.25 Алгоритм процедуры выбора унифицированного проектного решения.</p> <p>1.26 Классификация параметров проектируемых объектов.</p>	
		<p>2.1 Математическое моделирование в САПР.</p> <p>2.2 Алгоритмизация проектных процедур.</p> <p>2.3 Геометрическое моделирование.</p> <p>2.4 Классификация геометрических моделей.</p> <p>2.5 2D и 3D графика.</p> <p>2.6 Solid-модели.</p> <p>2.7 Моделирование в САПР.</p> <p>2.8 Имитационное моделирование.</p> <p>2.9 Синтез форм деталей.</p> <p>2.10 Методы создания моделей геометрических объектов.</p> <p>2.11 Проектные решения</p> <p>2.12 Иерархические уровни (уровни абстрагирования)</p>	<p>2. Моделирование и конструирование в САПР</p>

			<p>2.13 Пример блочно-иерархической структуры представлений об объекте в машиностроении.</p> <p>2.14 Задачи параметрического синтеза. Виды и особенности.</p> <p>2.15 Основные этапы оптимального моделирования.</p> <p>2.16 Параметрическая и структурная оптимизация.</p> <p>2.17 Критерии качества объекта проектирования.</p> <p>2.18 Целевая функция и ограничения.</p> <p>2.19 Технические требования и условия работоспособности, выражаемые односторонним и двусторонними ограничениями.</p>	
			<p>3.1 Структура и основные принципы построения системы автоматизации выполнения конструкторской документации.</p> <p>3.2 Техническое обеспечение САПР.</p> <p>3.3 Структура САПР.</p> <p>3.4 Комплекс средств САПР.</p> <p>3.5. Основные показатели качества САПР.</p> <p>3.6 Технический документооборот на предприятии</p> <p>3.7 Структура конструкторско-технологических служб (КТС) машиностроительного предприятия.</p> <p>3.8 Информационные связи КТС машиностроительного предприятия.</p> <p>3.9 Режимы проектирования в САПР.</p> <p>3.10 Принципы создания САПР.</p> <p>3.11 Компоненты видов обеспечения САПР</p> <p>3.12 Взаимодействие САПР с другими автоматизированными системами.</p> <p>3.13 Автоматизация оформления конструкторской и технологической документации</p>	<p>3. Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации в САПР</p>
			<p>4.1 Система данных. Идентификаторы объекта и ключевые атрибуты.</p> <p>4.2 Основные функции СУБД.</p> <p>4.3 Определение эффективности использования САПР в машиностроении.</p> <p>4.4 Взаимосвязь систем конструкторского и</p>	<p>4. Информационное обеспечение САПР</p>

		<p>технологического проектирования.</p> <p>4.5 Проектирование с использованием модулей CAD/CAM/CAE/</p> <p>4.6 PDM-системы.</p> <p>4.7 CALS-технологии и их взаимосвязь с САПР.</p> <p>4.8 Основные подходы к конструированию.</p> <p>4.9 Основные сложности и риски при внедрении САПР.</p>	
--	--	---	--

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: (ПК-4) -принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности существующих дорожно-строительных машин и оборудования и их недостатки;</p> <p>Уметь: (ПК-4) -пользоваться чертежами узлов оригинальных наземных транспортно-технологических машин в объеме, достаточном для понимания устройства и осуществления сборочно-разборочных работ;</p> <p>Владеть: (ПК-4) -навыками разработки и оформления конструкторско-технической документации.</p>	отлично	<p>Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он отлично знает принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности существующих дорожно-строительных машин и оборудования и их недостатки; умеет пользоваться чертежами узлов оригинальных наземных транспортно-технологических машин в объеме, достаточном для понимания устройства и осуществления сборочно-разборочных работ; владеет навыками разработки и оформления конструкторско-технической документации.</p>
	хорошо	<p>Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он хорошо знает принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности существующих дорожно-строительных машин и оборудования и их недостатки; умеет пользоваться чертежами узлов оригинальных наземных транспортно-технологических машин в объеме, достаточном для понимания устройства и осуществления сборочно-разборочных работ; владеет навыками разработки и оформления конструкторско-технической документации.</p>

	удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в его ответе содержание теоретического материала раскрыто неполно, но показано общее понимание вопроса. Мало знает принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности существующих дорожно-строительных машин и оборудования и их недостатки; умеет пользоваться чертежами узлов оригинальных наземных транспортно-технологических машин в объеме, достаточном для понимания устройства и осуществления сборочно-разборочных работ; плохо владеет навыками разработки и оформления конструкторско-технической документации.
	неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основных понятий конструкций наземных транспортно-технологических систем, навыков решения практических задач на учебных стендах. Не знает принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности существующих дорожно-строительных машин и оборудования и их недостатки; не умеет пользоваться чертежами узлов оригинальных наземных транспортно-технологических машин в объеме, достаточном для понимания устройства и осуществления сборочно-разборочных работ; не владеет навыками разработки и оформления конструкторско-технической документации.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Изучение дисциплины «Основы автоматизированного проектирования» охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Моделирование и конструирование в САПР.

2. Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации в САПР

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для практических и лабораторных работ, а также при подготовке к экзамену, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Практическая работа» и «Фонд оценочных средств».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на практических работах, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, практических и лабораторных работ в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Основы автоматизированного проектирования

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является:

- участие в выполнении теоретических и экспериментальных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин (далее - НТТМ) и их технологического оборудования и создания комплексов на их базе;
- осуществление информационного поиска по отдельным агрегатам и системам объектов исследования;
- разработка технической документации для производства, модернизации, эксплуатации и технического обслуживания НТТМ и их технологического оборудования;
- организация производства и эксплуатации НТТМ и их технологического оборудования;
- подготовка исходных данных для составления планов, программ, графиков работ, смет, заказов, заявок, инструкций и другой технической документации.

Задачей изучения дисциплины является:

- раскрытие сущность явлений, имеющих место при конструировании и проектировании современных машин;
- ознакомление с основными положениями САПР;
- изучение основных технических требований к машинам, принципы поиска новых технических решений, принципы моделирования, системы ЕСКД;
- изучение основ методологии математического моделирования на ЭВМ строительных и дорожных машин и механического оборудования;
- ознакомление с принципами построения, функциональными возможностями и особенностями организации информационного, технического, математического и программного обеспечения САПР;
- ознакомление с составом и функциональными возможностями современного программного обеспечения САПР.
- обеспечить приобретение будущими инженерами теоретических знаний и практического опыта по созданию (конструированию) устройств, систем, приводов подъемно-транспортных, дорожных и строительных машин и оборудования с использованием САД/САЕ/САМ/РDМ приложений;
- привить навыки самообразования и самосовершенствования;
- содействие средствами данной дисциплины развитию личностных качеств, определяемых общими целями обучения и воспитания, изложенными в ООП (общей образовательной программе);
- умение учитывать при проектировании особенности конкретных региональных условий и условий работы машин при низких температурах.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк-18 час., ЛР – 54 час., ПЗ-18 час., СР – 99 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 216 часа, 6 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- понятие проектирования как процесса;
- моделирование и конструирование в САПР;
- автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации в САПР;

- информационное обеспечение САПР.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов;

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры СДМ №____ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы от «06» марта 2015г. №162.

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413.

для набора 2015 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13» июля 2015г. №474, для заочной формы обучения от «01» октября 2015г. № 587;

для набора 2016 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016г. №429, заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429; для ускоренной формы обучения от «06» июня 2016 г. № 429;

для набора 2017 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125, для заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125; для ускоренной формы обучения от «04» апреля 2017 г. №203;

для набора 2018 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130 , для заочной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130.

Программу составил:

Лобанов Дмитрий Викторович, к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ от «__» декабря 2018г., протокол № __

И.о. заведующего кафедрой СДМ _____ К.Н. Фигура

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой СДМ _____ К.Н. Фигура

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ от «__» декабря 2018 г., протокол № _____

Председатель методической комиссии МФ _____ Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____