

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Техническая механика и детали машин»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б.1.1.20 Основы проектирования»

направления подготовки

15.03.01 «Машиностроение»

Профиль «**Оборудование и технология сварочного производства**»
(бакалавриат)

форма обучения – заочная срок обучения 5 лет

курс – 3, 4

семестр – 6, 7

зачетных единиц – 5, 2

всего часов – 252

в том числе:

лекции – 14

коллоквиумы – нет

практические занятия – 24

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 214

зачет – 7 семестр

экзамен – 6 семестр

Контрольная работа – 6, 7 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

Подготовка студентов направления 15.03.01 – Машиностроение к изучению специальных дисциплин и дисциплин специализации и выполнению курсового и дипломного проектирования на основе получения ими знаний научных основ создания конструктивных элементов (приводов, соединений) современного сварочного оборудования и средств механизации в сварочном производстве, а также технологического оснащения, отвечающих современным требованиям, правил конструирования, обеспечивающих технологичность конструкции, рациональное использование сырья и других материалов, методик основных конструкторских расчетов типовых механизмов и их деталей.

Задачи изучения дисциплины:

- Приобретение знаний по методике сравнительного анализа аналогов разрабатываемой техники и разработке на этой основе технических заданий;
- Приобретение знаний структуры процесса конструирования и методов научного поиска оптимальных технических решений;
- Получение навыков разработки основной конструкторской документации;
- Ознакомление с правилами выполнения рабочих чертежей типовых деталей машиностроения, в том числе с применением САПР;
- Получение знаний по инженерным расчетам основных элементов машин, в том числе – сварочного оборудования.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Преподавание ведется в объеме, необходимом для дальнейшей производственной деятельности бакалавра техники и технологии в области разработки принципиальных кинематических схем, узлов и агрегатов, представляющих собой элементы технологического сварочного оборудования, достаточном для выбора оптимального варианта с точки зрения обеспечения работоспособности, выполнения производственных функций и экономической целесообразности.

Практические навыки и умение приобретаются на основе решения технических задач, касающихся прочностного расчета элементов конструкций, проектного и проверочного расчетов элементов передач и соединений, графической интерпретации результатов расчетов. После освоения методик расчета и изучения лежащих в их основе зависимостей студенты изучают основы САПР зубчатых, ременных и цепных передач. Обучение завершается комплексным расчетом и анализом одноступенчатого редуктора в программной среде АРМ Winmachine.

Для усвоения дисциплины «Основы проектирования» студентам необходимо получить знания по следующим курсам:

- *Инженерная графика* (требования стандартов ЕСКД к выполнению сборочных и рабочих чертежей узлов машин и механизмов, отдельных деталей, в том числе – пространственные изображения в 3-D формате);
- *Метрология, стандартизация и сертификация* (понятие о предельных отклонениях размеров, допусках и посадках, размерных цепях, понятие об отклонениях формы и взаимного расположения поверхностей и их изображении на чертеже);
- *Материаловедение. Технология конструкционных материалов* (физико-механические свойства сталей и сплавов, их изменение под нагрузкой, влияние термической и химико-термической обработки на изменение свойств, взаимосвязь

физико-механических свойств с эксплуатационными характеристиками, в том числе – изнашиваемостью).

- *Техническая механика.* (основы прочностных расчетов и расчетов на выносливость простых фигур типа стержней, дисков, оболочек; понятия о моментах и силах, внутренних напряжениях, законы Гука и Пуассона, интеграл Мора, определение реакций в опорах балок, построение эпюр сил и моментов).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

По итогам изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями.

ПК-2. Умением обеспечивать моделирование технических объектов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

Студент должен знать:

- основные рабочие модули, входящие в базу «инженерный анализ» программной системы APM Winmachine, и их назначение; возможности программных продуктов для решения задач проектирования элементов передач технологического оборудования (Kompas, Anzys, APM Winmachine);

- особенности программных средств моделирования напряженно-деформированного состояния деталей машин (модуль *Structure-3D* программного комплекса APM Winmachine).

Студент должен уметь:

- в диалоговом режиме выбирать оптимальные варианты конструктивного исполнения основных элементов механических передач (зубчатые, червячные, ременные, цепные) и их соединений (винтовые, заклепочные);

- осуществлять подготовку и ввод исходных данных в модуль *Structure-3D* программного комплекса APM Winmachine для последующего моделирования действия нагрузок на проектируемую деталь.

Студент должен владеть:

- навыками работы с модулями *APM Drive*, *APM Graph* программного комплекса APM Winmachine в части построения оптимальной схемы привода для последующего расчета и получения чертежа.

ПК-5. Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании.

Студент должен знать:

- критерии работоспособности машин и влияющие на них факторы;

- технические методы достижения качества изделий, включая надежность и точность;

- технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, готовой продукции.

Студент должен уметь:

- осуществлять сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования изделий машиностроения;
- анализировать технические показатели разрабатываемых объектов; выполнять предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений.

Студент должен владеть:

- методиками сбора и анализа исходных данных для проектирования механических узлов эффективных технологических сварочных установок, характеризующихся высоким уровнем энерго- и ресурсосбережения;
- методиками анализа и оценки альтернативных вариантов технической системы и ее отдельных узлов;
- научными методами проектирования, включая методы разрешения технических противоречий, основами технического дизайна.

ПК-6. Умение использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями.

Студент должен знать:

- методики конструкторских расчетов на прочность, жесткость, выносливость, виброустойчивость, долговечность и основные зависимости;
- критерии выбора коэффициентов, учитывающих динамичность и концентрацию нагрузки, нахождения опасных сечений и расчеты запаса прочности, методы учета неравномерности режима работы машины.

Студент должен уметь:

- выполнять расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

Студент должен владеть:

- навыками работы с модулями *APM Screw*; *APM Shaft*; *APM Trans*; *APM Bear* программного продукта *APM WinMachine*, включая работу с базой данных и корректировку графических материалов, полученных по результатам расчетов.

ПК-7. Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Студент должен знать:

- основы проектирования элементов технологического оборудования и оснащения и конструирования их деталей, включая требования к оформлению текстовых документов (ТЗ, ТУ, РЭ, ПС, ФО);

- правила выполнения конструкторской документации (компоновка, чертежи общего вида, сборочный, рабочий, кинематическая схема); базы и учет правил базирования при разработке чертежей деталей.

Студент должен уметь:

- разрабатывать и оформлять техническую документацию (ТЗ, ТУ, РЭ, ПС, ФО), оформлять законченные проектно-конструкторские работы;
- проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Студент должен владеть:

- навыками выполнения проектов типовых приводов технологических машин, состоящих из электродвигателя, открытой (винтовая, ременная, цепная) и закрытой многоступенчатой (зубчатой цилиндрической, конической, планетарной или червячной) передач, включая разработку систем смазки и охлаждения.

ПК-9. Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий.

Студент должен знать:

- основные требования к защите интеллектуальной собственности;
- порядок оценки технического уровня разработок в технической сфере;
- различия в понятиях «изобретение», «полезная модель», «свидетельство о регистрации программного продукта», «ноу-хау», «научная статья»;
- порядок учета требований патентной чистоты при проектировании новых изделий.

Студент должен уметь:

- проводить патентный поиск и анализ аналогов разрабатываемого технического решения;
- оформлять описание заявок на изобретения и полезные модели простых объектов;
- составлять таблицы сравнительного анализа аналогов разработки и оформлять карты технического уровня.

Студент должен владеть:

- навыками работы с патентной и научно-технической информацией;
- методиками количественной оценки технического уровня разработки в сравнении с аналогами;
- методиками прогнозирования технического уровня перспективных образцов.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Кол-лок-ви-у-мы	Лабо-ра-тор-ные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
1		1	Общие вопросы проектирования и расчета машин и механизмов	68	4	-	-	4	60
2		2	Соединения деталей машин	94	4	-	-	10	80
Всего за семестр				162	8	-	-	14	140
7 семестр									
2		3	Механические передачи	60	4	-	-	6	50
3		4	Детали, обеспечивающие вращательное движение	30	2	-	-	4	24
Всего за семестр				90	6	-	-	10	74
Всего				252	14	-	-	24	214

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Общие вопросы проектирования и расчета машин и механизмов. Основы проектирования механизмов, стадии разработки. Технические предложения. Эскизно-технический проект. Рабочий проект.	4, 6, 18

	2	2	Общие вопросы проектирования и расчета машин и механизмов. Требования к деталям. Технологичность, стандартизация и унификация. Надежность машин и приборов. Критерии работоспособности и влияющие на них факторы. Износостойкость, прочность и жесткость, выносливость, долговечность и ремонтпригодность, виброустойчивость. Параметры качества деталей машин. Точность формы и ее обозначения. Точность взаимного расположения поверхностей.	1-6, 18
2	2	3	Соединения деталей машин Соединения. Виды соединений; Соединения сваркой; Соединения пайкой; Клеевые соединения; Заклепочные соединения; Резьбовые соединения. Шпоночные соединения. Шлицевые (зубчатые) соединения. Соединения с гарантированным натягом.	1-3, 5, 18
	2	4	Соединения деталей машин Расчеты прочности соединений. Расчет резьбовых соединений. Расчет шпоночных соединений. Расчет сварных соединений.	1-3, 5, 18
	2	5	Механические передачи. Зубчатые передачи. Классификация. Основные параметры зацепления. Классификация зубчатых передач. Параметры эвольвентного зацепления. Основные размеры зубчатых колес. Расчеты цилиндрических передач на прочность. Влияние условий работы на долговечность зубчатых передач. Силы, действующие в зацеплении. Расчет зубьев по изгибной прочности. Расчет зубьев по контактным напряжениям.	1-3, 5, 19
	2	6	Механические передачи. Зубчатые передачи с коническими колесами. Особенности геометрии конических зубчатых колес. Усилия в конических передачах. Расчет зубьев конических колес на изгиб и по контактным напряжениям. Червячные передачи. Геометрия червячной передачи. Условия контакта в червячной передаче. Усилия в червячной передаче. Особенности прочностных расчетов.	1-3, 5, 19
4	2	7	Детали, обеспечивающие вращательное движение. Валы. Классификация валов и их конструктивные элементы; Опоры валов. Подшипники Выбор и расчет подшипников; Проверка долговечности подшипников по статической и динамической грузоподъемности.	1-3, 5, 19

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиум учебным планом не предусмотрен

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Оформление текстовых конструкторских документов (ТЗ, ТУ, ПС, РЭ)	4, 6, 18
	2	2	Применение научных методов поиска оптимальных технических решений для решения многовариантных задач конструирования	7, 8, 18
2	2	3	Расчет сварных швов	1-3, 5, 18
	2	4	Исследование прочности шпоночного соединения при помощи компьютеризованного лабораторного комплекса	1-3, 5, 18
	2	5	Расчеты сложно нагруженных болтовых соединений	1-3, 5, 18
	2	6	Исследование условия нераскрытия стыка резьбового соединения при помощи компьютеризованного лабораторного комплекса	1-3, 5, 18
	2	7	Расчет резьбового соединения в системе АРМ WinMachine	1-3, 5, 18
3	2	8	Методика расчета ременных передач технологического оборудования. Конструирование клиноременного привода. Расчет клиноременных и цепных передач в системе АРМ WinMachine.	1-3, 5, 9, 19
	2	9	Методика проектного и проверочного расчета зубчатых цилиндрических передач. Конструирование одноступенчатой зубчатой передачи. Расчет зубчатой цилиндрической передачи с прямыми и наклонными зубьями в системе АРМ WinMachine.	1-3, 5, 9, 19
	2	10	Расчет червячной передачи в системе АРМ WinMachine	9
4	2	11	Конструирование валов. Основные конструктивные элементы вала. Расчет и конструирование вала с опорами в подшипниках качения в системе АРМ WinMachine	1-3, 5, 9, 19
	2	12	Выбор и расчет подшипников по статической и динамической грузоподъемности. Проектирование одноступенчатого редуктора в системе АРМ WinMachine	1-3, 5, 9, 19

8. Перечень лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрены

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	24	Основы технического творчества. Метод проб и ошибок. Методы мозгового штурма. Метод фокальных объектов. Морфологический и системный анализ. Направленный поиск решения. Типовые решения. Понятие о теории решения изобретательских задач (АРИЗ). Типовые методы разрешения конструкторских противоречий.	7, 8, 18
	18	Стадии проектных работ. Решаемые задачи. Анализ технического уровня разработок	4, 6-8, 18
	18	Основы художественного конструирования. Требования технической эстетики и эргономики при проектировании	10-18
2	12	Соединения деталей: шпоночные, шлицевые и зубчатые. Методы расчета	1-3, 5, 18
	12	Соединения деталей: штифтовые, шплинтовые и профильные. Методы расчета	1-3, 5, 18
	10	Паяные и клеевые соединения. Методы расчета	1-3, 5, 18
	10	Заклепочные соединения. Клеммовые соединения и соединения с предварительным натягом. Методы расчета	1-3, 5, 18
	20	Муфты соединительные и компенсирующие: продольношарнирные, сцепные, втулочно-пальцевые, карданные, кулачковые, зубчатые.	1-3, 5, 13-18
	16	Муфты предохранительные: фрикционные, с разрушаемым элементом. Обгонные муфты	1-3, 5, 13-18
3	10	Цепные передачи. Фрикционные и ременные передачи. Расчеты вариаторов различных схем	1-3, 5, 19
	6	Цилиндрические передачи с наклонными зубьями. Особенности конструкции и расчета.	1-3, 5, 19
	6	Влияние неточности изготовления и сборки на работоспособность зубчатых передач. Износ и заедание зубьев.	1-3, 5, 19
	10	Расчеты гипоидных передач.	1-3, 5, 19
	4	Расчет спиральных передач. Особенности конструкции планетарных и червячных редукторов.	1-3, 5, 19
	6	Особенности расчета и конструирования глобоидных червячных передач	1-3, 5, 10-19

	4	Схемы и устройства смазки механических передач. Методы снижения износа	1-3, 5, 10-19
	4	Методы и схемы обработки зубчатых передач	1-3, 5, 13-19
4	14	Материалы для подшипников скольжения. Конструкция подшипников. Особенности газодинамических и гидростатических опор. Виброопоры	1-3, 5, 13-19
	10	Упругие элементы (торсионы). Методы расчета	1-3, 5, 13-19

Методические указания по выполнению заданий СРС размещены в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А. по адресам: 6 семестр <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/SM/15.03.01z/B.1.1.19-6/default.aspx> ;

7 семестр <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/SM/15.03.01z/B.1.1.19-7/default.aspx> в разделе 2 «Учебно-методические материалы».

10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы формируются отдельные элементы следующих компетенций: ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-9. Содержание лекционного курса, практических занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенции в части, касающейся расчетов на прочность и долговечность конструктивных элементов одного из видов механических передач, применяющихся в составе технологического оборудования в разных отраслях машиностроения, в том числе в оборудовании для автоматизированной сварки.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими **методическими материалами** и заключается в проведении письменного, письменного и устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала; отчета по выполненным практическим заданиям.

Показателем оценивания степени усвоения **знаний** данного элемента компетенции, является оценка, полученная на экзамене при ответе на экзаменационные вопросы. Оценка выставляется по четырехбалльной **шкале** соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на экзаменационные вопросы. При этом руководствуются следующими **критериями**.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
удовлетворительно	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
неудовлетворительно	выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам предусмотренных учебным планом практических занятий, а также заданий для самостоятельной работы, которая оформляется в виде контрольной работы, включающей одну или несколько задач по расчету механической передачи, которые следует выполнить в ручной или машинной форме. Показателем оценивания степени усвоения знаний этого элемента компетенции, является оценка, полученная при отчете по выполненным на заданиям к самостоятельной работе. Оценка выставляется по двухбальной шкале соответствующей показателям «зачтено» и «не зачтено» и осуществляется путем анализа представленного материала и ответов на контрольные вопросы при отчете. При этом руководствуются следующими **критериями**:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Зачтено	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме, самостоятельно с соблюдением необходимой последовательности или с незначительными отклонениями, которые могут быть устранены в дальнейшем при минимальной помощи со стороны преподавателя. Студенты работают полностью самостоятельно или используют указанные преподавателем источники знаний. Задание показывает знание учащихся основного теоретического

	материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются несущественные неточности и небрежность в оформлении результатов работы, отсутствие одного из видов расчетов в ручной форме.
Не зачтено	Выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

13.1 Составляющие компетенций

Умение обеспечивать моделирование технических объектов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования (ПК-2).

Умение учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании в части разработки карт технического уровня и качества продукции, определения показателей технического уровня проектируемых объектов техники, разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки, инструмента и приспособлений. (ПК-5).

Умение использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями (ПК-6).

Способность оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7).

Умение проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий (ПК-9).

13.2 Уровни освоения компетенций

ПК-2 в части умения обеспечивать моделирование технических объектов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования формируется на лекциях 4, 5 и закрепляется на практическом занятии 9. Оценивается в ходе отчетов по практическим занятиям и вопросами зачета 13-15 и экзамена 18.

№ п/п	Код и наименование дисциплины по базовому учебному плану		Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
1	2		3	4
1	Б.1.1.19	Основы проектирования	Пороговый (удовлетворительный)	<p><i>Знает</i> основные рабочие модули, входящие в базу «инженерный анализ» программной системы APM Winmachine, и их назначение.</p> <p><i>Умеет</i> в диалоговом режиме выбирать оптимальные варианты конструктивного исполнения зубчатых передач.</p>

				<i>Владеет</i> навыками работы с модулями <i>APM Drive, APM Graph</i> программного комплекса <i>APM Winmachine</i> в части стандартного определения параметров передачи.
		Продвинутый (хорошо)		<i>Знает</i> основные рабочие модули, входящие в базу «инженерный анализ» программной системы <i>APM Winmachine</i> , и их назначение; возможности программных продуктов для решения задач проектирования элементов передач технологического оборудования (<i>Kompas, Anzys, APM Winmachine</i>).
				<i>Умеет</i> в диалоговом режиме выбирать оптимальные варианты конструктивного исполнения основных элементов механических передач (зубчатые, червячные, ременные, цепные) и их соединений (винтовые, заклепочные).
				<i>Владеет</i> навыками работы с модулями <i>APM Drive, APM Graph</i> программного комплекса <i>APM Winmachine</i> в части построения оптимальной схемы привода для последующего расчета и получения чертежа.
		Высокий (отлично)		<i>Знает</i> основные рабочие модули, входящие в базу «инженерный анализ» программной системы <i>APM Winmachine</i> , и их назначение; возможности программных продуктов для решения задач проектирования элементов передач технологического оборудования (<i>Kompas, Anzys, APM Winmachine</i>), особенности программных средств моделирования напряженно-деформированного состояния деталей машин (модуль <i>Structure-3D</i> программного комплекса <i>APM Winmachine</i>).
				<i>Умеет</i> в диалоговом режиме выбирать оптимальные варианты конструктивного исполнения основных элементов механических передач (зубчатые, червячные, ременные, цепные) и их соединений (винтовые, заклепочные); осуществлять подготовку и ввод исходных данных в модуль <i>Structure-3D</i> программного комплекса <i>APM Winmachine</i> для последующего моделирования действия нагрузок на проектируемую деталь.
				<i>Владеет</i> навыками работы с модулями <i>APM Drive, APM Graph</i> программного комплекса <i>APM Winmachine</i> в части построения оптимальной схемы привода для последующего расчета и получения чертежа.

ПК-5 в части умения учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании в части разработки карт

технического уровня и качества продукции, определения показателей технического уровня проектируемых объектов техники, разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки, инструмента и приспособлений формируется на лекциях 1, 2, закрепляется на практическом занятии 1 и при выполнении СРС по теме 1. Оценивается при выполнении тестовых заданий 1-10, ответами на экзаменационные вопросы 1-17.

№ п/п	Код и наименование дисциплины по базовому учебному плану		Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
1	2		3	4
1	Б.1.1.19	Основы проектирования	Пороговый (удовлетворительный)	<i>Знает</i> технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, готовой продукции.
				<i>Умеет</i> осуществлять сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования изделий машиностроения.
				<i>Владеет</i> методиками сбора и анализа исходных данных для проектирования механических узлов эффективных технологических сварочных установок, характеризующихся высоким уровнем энерго- и ресурсосбережения.
			Продвинутый (хорошо)	<i>Знает</i> критерии работоспособности машин и влияющие на них факторы
				<i>Умеет</i> осуществлять сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования изделий машиностроения
				<i>Владеет</i> методиками сбора и анализа исходных данных для проектирования механических узлов эффективных технологических сварочных установок, характеризующихся высоким уровнем энерго- и ресурсосбережения
			Высокий (отлично)	<i>Знает</i> критерии работоспособности машин и влияющие на них факторы
				<i>Умеет</i> осуществлять сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования изделий машиностроения
				<i>Владеет</i> методиками сбора и анализа исходных данных для проектирования механических узлов эффективных технологических сварочных установок, характеризующихся высоким уровнем энерго- и ресурсосбережения

ПК-6 в части умения использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями формируется и закрепляется на практических

занятиях 5-9. Оценивается ответами на экзаменационные вопросы 18 и вопросы зачета 13-15.

№ п/п	Код и наименование дисциплины по базовому учебному плану		Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
1	2		3	4
1	Б.1.1.19	Основы проектирования	Пороговый (удовлетворительный)	<i>Знает</i> методики конструкторских расчетов на прочность, выносливость.
				<i>Умеет</i> выполнять расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями.
				<i>Владеет</i> навыками работы с модулем <i>APM Trans</i> программного продукта <i>APM WinMachine</i> .
			Продвинутый (хорошо)	<i>Знает</i> методики конструкторских расчетов на прочность, жесткость, выносливость, долговечность и основные зависимости.
				<i>Умеет</i> выполнять расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.
				<i>Владеет</i> навыками работы с модулями <i>APM Screw; APM Shaft; APM Trans; APM Bear</i> программного продукта <i>APM WinMachine</i> .
			Высокий (отлично)	<i>Знает</i> методики конструкторских расчетов на прочность, жесткость, выносливость, виброустойчивость, долговечность и основные зависимости; критерии выбора коэффициентов, учитывающих динамичность и концентрацию нагрузки, нахождения опасных сечений и расчеты запаса прочности, методы учета неравномерности режима работы машины.
				<i>Умеет</i> выполнять расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.
				<i>Владеет</i> Навыками работы с модулями <i>APM Screw; APM Shaft; APM Trans; APM Bear</i> программного продукта <i>APM WinMachine</i> , включая работу с базой данных и корректировку графических материалов, полученных по результатам расчетов.

ПК-7 в части способности оформлять законченные проектно-конструкторские работы формируется на лекциях 1, 3-5, закрепляется на практических занятиях 1, 3, 4-9,

при выполнении контрольных работ №№ 1 и 2 и при выполнении СРС по темам 1-4. Оценивается при выполнении тестовых заданий 11-97, ответами на экзаменационные вопросы 19-42 и вопросы зачета 1-12, 16-24, отчетом по контрольным работам.

№ п/п	Код и наименование дисциплины по базовому учебному плану		Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
1	2		3	4
1	Б.1.1.19	Основы проектирования	Пороговый (удовлетворительный)	<i>Знает</i> основы конструирования деталей;
				правила выполнения конструкторской документации (компоновка, чертежи общего вида, сборочный, рабочий).
				<i>Умеет</i> разрабатывать техническую документацию (ТЗ, ТУ, РЭ, ПС, ФО).
			Продвинутый (хорошо)	<i>Знает</i> основы проектирования элементов технологического оборудования и оснащения и конструирования их деталей; правила выполнения конструкторской документации (компоновка, чертежи общего вида, сборочный, рабочий).
				<i>Умеет</i> разрабатывать и оформлять техническую документацию (ТЗ, ТУ, РЭ, ПС, ФО), оформлять законченные проектно-конструкторские работы.
				<i>Владеет</i> навыками выполнения проектов типовых приводов технологических машин, состоящих из электродвигателя, открытой (винтовая, ременная, цепная) и закрытой (зубчатой или червячной) передач.
			Высокий (отлично)	<i>Знает</i> основы проектирования элементов технологического оборудования и оснащения и конструирования их деталей, включая требования к оформлению текстовых документов (ТЗ, ТУ, РЭ, ПС, ФО); правила выполнения конструкторской документации (компоновка, чертежи общего вида, сборочный, рабочий, кинематическая схема); базы и учет правил базирования при разработке чертежей деталей.
				<i>Умеет</i> разрабатывать и оформлять техническую документацию (ТЗ, ТУ, РЭ, ПС, ФО), оформлять законченные проектно-конструкторские работы; проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
				<i>Владеет</i> навыками выполнения проектов типовых приводов технологических машин,

				состоящих из электродвигателя, открытой (винтовая, ременная, цепная) и закрытой многоступенчатой (зубчатой цилиндрической, конической, планетарной или червячной) передач, включая разработку систем смазки и охлаждения.
--	--	--	--	---

ПК-9 в части умения проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий формируется на лекции 1, закрепляется на практическом занятии 2 и при выполнении СРС по теме 1. Оценивается ответами на экзаменационные вопросы 2, 15 – 17.

№ п/п	Код и наименование дисциплины по базовому учебному плану		Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
1	2		3	4
1	Б.1.1.19	Основы проектирования	Пороговый (удовлетворительный)	<i>Знает</i> основные требования к защите интеллектуальной собственности
				<i>Умеет</i> проводить патентный поиск и анализ аналогов разрабатываемого технического решения
				<i>Владеет</i> навыками работы с патентной и научно-технической информацией
1	Б.1.1.19	Основы проектирования	Продвинутый (хорошо)	<i>Знает</i> основные требования к защите интеллектуальной собственности; различия в понятиях «изобретение», «полезная модель», «свидетельство о регистрации программного продукта», «ноу-хау», «научная статья»; - порядок учета требований патентной чистоты при проектировании новых изделий.
				<i>Умеет</i> проводить патентный поиск и анализ аналогов разрабатываемого технического решения; составлять таблицы сравнительного анализа аналогов разработки и оформлять карты технического уровня.
				<i>Владеет</i> навыками работы с патентной и научно-технической информацией; методиками количественной оценки технического уровня разработки в сравнении с аналогами.
1	Б.1.1.19	Основы проектирования	Высокий (отлично)	<i>Знает</i> основные требования к защите интеллектуальной собственности; различия в понятиях «изобретение», «полезная модель», «свидетельство о регистрации программного продукта», «ноу-хау», «научная статья»; - порядок учета требований патентной чистоты при проектировании новых изделий; порядок учета требований патентной чистоты при проектировании новых изделий.

				<p><i>Умеет</i> проводить патентный поиск и анализ аналогов разрабатываемого технического решения; составлять таблицы сравнительного анализа аналогов разработки и оформлять карты технического уровня; оформлять описание заявок на изобретения и полезные модели простых объектов.</p>
				<p><i>Владеет</i> навыками работы с патентной и научно-технической информацией; методиками количественной оценки технического уровня разработки в сравнении с аналогами; методиками прогнозирования технического уровня перспективных образцов</p>

Вопросы для зачета

1. Классификация зубчатых передач
2. Параметры эвольвентного зацепления. Определение основных размеров зубчатых колес.
3. Расчеты зубьев на изгибную прочность
4. Расчеты зубьев на контактную выносливость
5. Особенности проектного и проверочного расчета зубчатых передач.
6. Классификация редукторов и их технические возможности.
7. Порядок расчета одноступенчатого редуктора
8. Особенности конструкции цилиндрических и червячных редукторов.
9. Расчет цилиндрической передачи
10. Расчет конической передачи
11. Расчет червячной передачи.
12. Планетарные редукторы.
13. Методика расчетов в системе САПР APM Winmachine.
14. Методика моделирования напряженно-деформированного состояния деталей в системе САПР APM Winmachine (модуль Structure-3D).
15. Методика моделирования кинематических схем и выбора вариантов конструктивного исполнения механических передач в системе САПР APM Winmachine.
16. Валы. Особенности конструкции.
17. Проектный расчет валов и порядок конструирования.
18. Расчет валов на прочность и жесткость, виброустойчивость.
19. Опоры валов. Подшипники. Классификация подшипников.
20. Выбор подшипников по статической и динамической грузоподъемности.
21. Особенности определения реакций в опорах прямозубых и косозубых зубчатых колес.
22. Муфты. Особенности конструкции и расчета кулачковых и зубчатых муфт.
23. Особенности конструкции и расчета фрикционных муфт.
24. Особенности конструкции и расчета предохранительных муфт.

Вопросы для экзамена

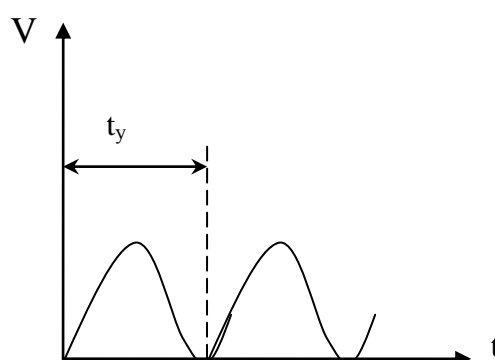
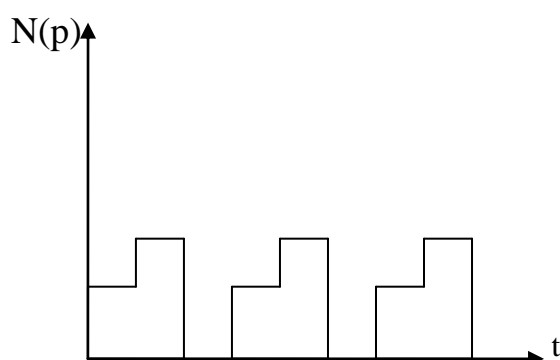
1. Понятия: машина, механизм, узел, агрегат, аппарат, деталь, сборочная единица. Классификация машин.
2. Содержание процессов проектирования и конструирования. Порядок и этапы разработки конструкторской документации.

3. Технологичность и унификация.
 4. Надежность машин.
 5. Параметры точности и качества ДМ.
 6. Износостойкость,
 7. Прочность и жесткость,
 8. Виброустойчивость,
 9. Долговечность и ремонтпригодность,
 10. Понятие о режиме работы машин
 11. Выносливость. Расчеты на выносливость
 12. Предел выносливости и число циклов нагружения.
 13. Метод проб и ошибок. Метод мозгового штурма.
 14. Метод фокальных объектов. Морфологический и системный анализ.
- Направленный поиск решения.
15. Понятие о теории решения изобретательских задач (АРИЗ).
 16. Научные основы проектирования.
 17. Сравнительный анализ разработок. Оценка технического уровня.
 18. Машинные методы проектирования.
 19. Назначение и классификация передач;
 20. Фрикционные передачи.
 21. Скольжение во фрикционных передачах.
 22. Классификация ременных передач и конструктивные особенности их устройства
 23. Расчеты клиноременной передачи.
 24. Расчеты плоскоременной передачи.
 25. Цепные передачи. Особенности конструкции.
 26. Порядок расчета цепной передачи.
 27. Особенности расчета передачи «винт-гайка».
 28. Конструктивные особенности и преимущества шариковой винтовой передачи.
 29. Виды соединений;
 30. Соединения сваркой. Виды сварных швов;
 31. Соединения пайкой;
 32. Клеевые соединения;
 33. Заклепочные соединения;
 34. Резьбовые соединения. Классификация.
 35. Прочность витков резьбы.
 36. Самоторможение резьбы.
 37. Расчет заклепочного соединения.
 38. Расчет сварного соединения внахлестку.
 39. Расчет сварного стыкового соединения.
 40. Расчет болтового соединения, нагруженного осевой силой.
 41. Расчет болтового соединения, нагруженного сдвигающей силой.
 42. Расчет болтового соединения при сложном нагружении.

Тестовые задания по дисциплине

1. Под прочностью деталей машин и приборов понимают:
 - 1) Свойство деталей сохранять свою первоначальную форму под действием внешних сил;
 - 2) Свойство деталей сопротивляться разрушению под действием внешних сил;

- 3) Свойство деталей сохранять положение равновесия под действием внешних сил;
 - 4) Свойство деталей сопротивляться внедрению какого-либо твердого тела.
2. Под жесткостью деталей машин и приборов понимают:
 - 1) Свойство деталей сопротивляться разрушению под действием внешних сил;
 - 2) Свойство деталей сохранять свою первоначальную форму под действием внешних сил;
 - 3) Свойство деталей сохранять положение равновесия под действием внешних сил;
 - 4) Свойство деталей сопротивляться внедрению какого-либо твердого тела.
 3. Устойчивость деталей машин и приборов это:
 - 1) Свойство деталей сопротивляться разрушению под действием внешних сил;
 - 2) Свойство деталей сохранять свою первоначальную форму под действием внешних сил;
 - 3) Свойство деталей сохранять положение равновесия под действием внешних сил;
 - 4) Свойство деталей сопротивляться внедрению какого-либо твердого тела.
 4. Виброустойчивость деталей машин представляет собой:
 - 1) Свойство деталей сопротивляться разрушению под действием внешних сил;
 - 2) Способность деталей и соединительных элементов работать в нужном диапазоне режимов без возникновения недопустимых колебаний, не входить в состояние резонанса под действием циклической нагрузки;
 - 3) Свойство деталей сохранять положение равновесия под действием внешних сил;
 - 4) Свойство деталей сопротивляться внедрению какого-либо твердого тела.
 5. Какой из режимов работы машины описывается следующим графиками:



- 1) Постоянный;
- 2) Повторно-периодический;
- 3) Повторный аperiodический;
- 4) Знакопеременный

6. При каких условиях ведут расчет деталей по статической прочности?
- 1) При постоянных напряжениях, при напряжениях, медленно изменяющихся во времени, и переменных напряжениях с малым членом циклов напряжений за срок службы детали;
 - 2) При переменных напряжениях с большим числом циклов;
 - 3) Только при постоянных напряжениях;
 - 4) Неподвижных объектов.
7. Выражением какой зависимости является $\sigma_i^m N_i = \sigma_R N_B = const$?
- 1) Изменения внутренних напряжений во времени;
 - 2) Уравнением кривой усталости;
 - 3) Внутренних напряжений от внутренних сил;
 - 4) Нагрузочной способности.
8. Длительный предел выносливости это:
- 1) Это напряжение, при котором материал не разрушается, выдержав базовое число нагружений N_B ;
 - 2) Нагрузка, которую выдерживает деталь в конце срока службы;
 - 3) Время, в течение которого деталь может выполнять функции, не разрушаясь;
 - 4) Максимальное число нагружений, которое деталь выдерживает без разрушения.
9. Выберите из указанных формулу, определяющую истинное значение переменной составляющей напряжений:

$$\sigma_s \leq [\sigma] \quad C = \frac{P}{\lambda} \quad n = \frac{\sigma_{np}}{\sigma_s} \quad \sigma'_V = \sigma_V \frac{K_\sigma}{\varepsilon_p \varepsilon_m}$$

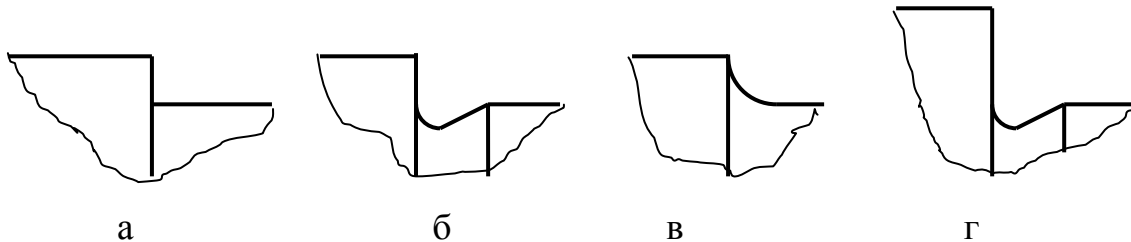
а) б) в) г)

10. Какое требование к деталям определяют нижеперечисленные показатели?
- трудоемкость изготовления; себестоимость изготовления изделия; коэффициент использования металла изделия; коэффициент стандартизации.
- 1) ремонтпригодность;
 - 2) технологичность;
 - 3) надежность;
 - 4) точность.
11. Валом называют:
- 1) Цилиндрическое тело, вращающееся вокруг своей оси;
 - 2) Цилиндрическое тело, вращающееся вокруг своей оси и передающее крутящий момент от привода к рабочему органу;
 - 3) Тело вращения, неподвижно закрепленное в корпусе, относительно которого может вращаться какая-либо деталь;
 - 4) Цилиндрическое тело вращения, неподвижно закрепленное в корпусе, относительно которого может возвратно-поступательно перемещаться какая-либо деталь.

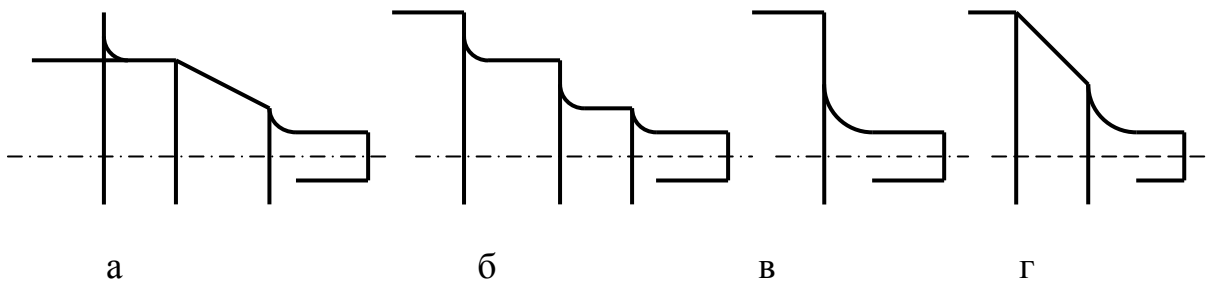
12. Относительно каких баз задаются отклонения основных поверхностей вала?

- 1) Биение относительно оси центров;
- 2) Биение относительно шеек под установку подшипников;
- 3) Несоосность шеек под установку зубчатых колес и шкивов относительно шеек под установку подшипников, биение этих шеек относительно оси центров;
- 4) Несоосность шеек под установку подшипников.

13. Выберите правильную конструкцию сопряжения шеек под установку подшипников на вал:



14. Какое сопряжение шеек вала, сильно отличающихся по диаметру, сконструировано неверно?



15. Каким должен быть диаметр выходного конца быстроходного вала редуктора, соединенного с валом двигателя через муфту типа МУВП, если диаметр последнего равен 35 мм?

- 1) (24,5...35) мм;
- 2) Расчетным по передаваемому моменту;
- 3) 35 мм;
- 4) Любым, большим расчетного по передаваемому моменту.

16. Какими параметрами определяется в общем случае минимальный диаметр выходного конца вала редуктора?

- 1) Передаваемым моментом;
- 2) Передаваемым моментом и допускаемыми пониженными касательными напряжениями;
- 3) Допускаемыми пониженными касательными напряжениями;
- 4) Диаметром вала двигателя.

17. Диаметр какого вала редуктора уточненно определяется по формуле

$$d \approx (0.25 \div 0.3) \sqrt[3]{M_{кр}} ?$$

- 1) Тихоходного;
- 2) Быстроходного;

- 3) Промежуточного;
- 4) Соединяемого с рабочим органом муфтой.

18. Какое из сечений вала не является опасным?

- 1) Посадочная шейка под подшипник;
- 2) Место сопряжения шеек разного диаметра;
- 3) Свободная шейка вала;
- 4) Сечение шейки вблизи оконечности шпоночного паза.

19. Выражение $\sigma_{\varepsilon} = \sqrt{\sigma^2 + \left(\frac{\sigma_T}{\tau_T}\right)^2} \leq \frac{\sigma_T}{n} = [\sigma]$ определяет:

- 1) Предел выносливости вала в опасном сечении;
- 2) Условие статической прочности вала в опасном сечении;
- 3) Эквивалентные напряжения в шейках вала;
- 4) Допускаемые нормальные напряжения в шейках вала.

20. Определяющими для расчета прочности вала являются:

- 1) Изгибающие моменты в опасных сечениях;
- 2) Крутящий момент;
- 3) Перерезывающие силы в опасных сечениях;
- 4) Переменные составляющие нормальных напряжений в опасных сечениях.

21. Какие из перечисленных марок сталей применяют для изготовления особо быстроходных валов?

- 1) 40, 45, 40X;
- 2) 40ХН, 40ХНМА, 30ХГТ;
- 3) 12ХНЗА, 18ХГТ;
- 4) 20, 20Х.

22. Какие из перечисленных марок сталей применяют для изготовления валов, устанавливаемых в подшипниках скольжения?

- 1) 40, 45, 40X;
- 2) 40ХН, 40ХНМА, 30ХГТ;
- 3) 12ХНЗА, 18ХГТ;
- 4) 20, 20Х.

23. Какие из перечисленных марок сталей применяют для изготовления валов для передач общего назначения?

- 1) 40, 45, 40X;
- 2) 40ХН, 40ХНМА, 30ХГТ;
- 3) 12ХНЗА, 18ХГТ;
- 4) 20, 20Х.

24. Какая величина касательных напряжений принимается в расчете шейки вала под зубчатым колесом?

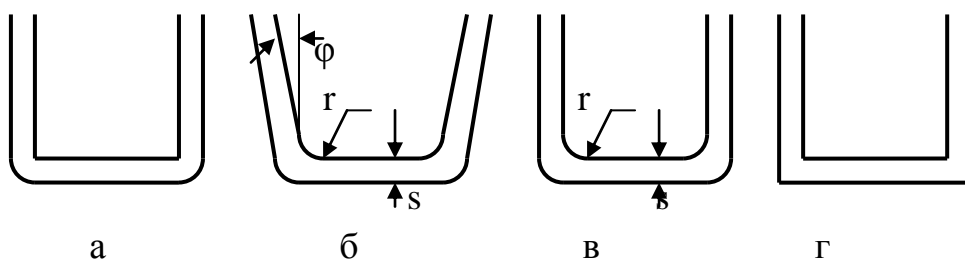
- 1) (30...35) Н/мм²;
 - 2) (10...20) Н/мм²;
 - 3) (35...45) Н/мм²;
 - 4) Менее 10 Н/мм².
25. Какой должна быть высота буртиков при диаметре шейки вала в диапазоне (40...60) мм?
- 1) 7-9;
 - 2) 3-5;
 - 3) 5-8;
 - 4) 7-10.
26. Какую посадку следует назначить для установки внутреннего кольца подшипника на вал при нормальных условиях работы?
- 1) H7 /k6, H7 /j_s6;
 - 2) H7/r6;
 - 3) H7/n6, H7/m6, H7/k6;
 - 4) H7/h6, H7/h7.
27. Какую посадку следует назначить для установки на вал зубчатого или червячного колеса?
- 1) H7 /k6, H7 /j_s6;
 - 2) H7/r6;
 - 3) H7/n6, H7/m6, H7/k6;
 - 4) H7/h6, H7/h7.
28. Формула $l = 2(L_{cm2} + 2x + 0,5W)$ определяет расстояние между опорами:
- 1) Червяка;
 - 2) Вала цилиндрического редуктора;
 - 3) Вала червячного колеса;
 - 4) Ведомого вала конического редуктора.
29. Формула $l_l = d_{am2}$ определяет расстояние между опорами:
- 1) Червяка;
 - 2) Вала цилиндрического редуктора;
 - 3) Вала червячного колеса;
 - 4) Ведомого вала конического редуктора.
30. Конструктивный элемент, изображенный на рисунке, представляет собой:
- 1) Разбрызгиватель масла;
 - 2) Мазеудерживающее кольцо;
 - 3) Щелевое уплотнение;
 - 4) Защитную крышку подшипника.
31. Формула $S = \frac{S_\sigma S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} > [S]$ определяет:
- 1) Условие прочности вала в опасном сечении;
 - 2) Коэффициент запаса по нормальным напряжениям;

- 3) Коэффициент запаса по касательным напряжениям;
- 4) Жесткость вала.

32. Каким возможно выполнить корпус зубчатого редуктора?

- 1) Литым;
- 2) Штампованным из листового материала?
- 3) Литым, обработанным из монолитного материала;
- 4) Сварным.

33. Какая конструкция штампованного корпуса из листового материала выполнена правильно?



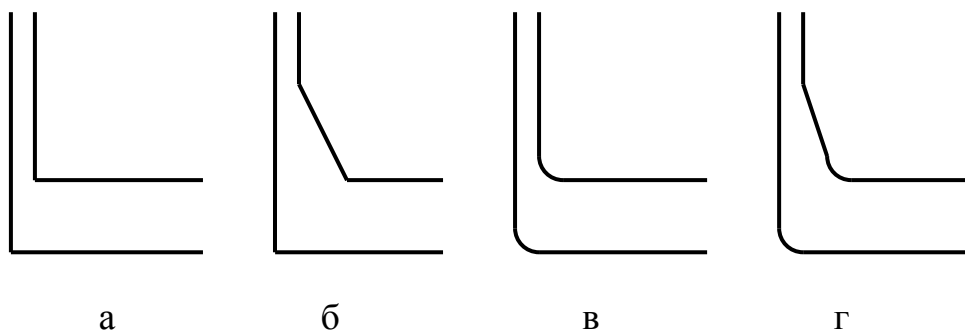
34. В зависимости от какого параметра определяется толщина стенок корпуса редуктора?

- 1) От межосевого расстояния;
- 2) От применяемого материала;
- 3) От числа ступеней передач;
- 4) От компоновки (горизонтальная или вертикальная).

35. Какова минимально допустимая по запасу прочности толщина стенки литого корпуса редуктора?

- 1) 1,0 мм; 2) 0,8 мм; 3) 0,6 мм; 4) более 1,0 мм.

36. Какая конструкция литого корпуса с разной толщиной стенок выполнена правильно?



37. По какому параметру выбирают ширину фланца под установку подшипников в корпус редуктора?

- 1) По максимальному моменту, передаваемому редуктором;
- 2) По поперечным размерам выбранного подшипника;

- 3) Исходя из ширины зубчатых колес и выбранного расстояния между опорами;
- 4) Исходя из принятой узкой или широкой серии подшипника.

38. По какой формуле рассчитывается толщина нижнего (опорного) пояса корпуса редуктора?

- 1) $b_{кф} = 1,5b$; 2) $p = 2,35b$; 3) $l_{п} = 1,5B$; 4) $m = (0,01-0,02)a_w$

39. Какое из перечисленных соединений не относится к разъемным?

- 1) Заклепочные соединения;
- 2) Резьбовые соединения;
- 3) Шпоночные соединения;
- 4) Соединения с гарантированным натягом.

40. По каким параметрам выполняют расчет заклепочного соединения?

- 1) На изгибную прочность;
- 2) На прочность растяжения-сжатия;
- 3) На срез;
- 4) На срез и смятие.

41. Из каких материалов выполняют заклепки?

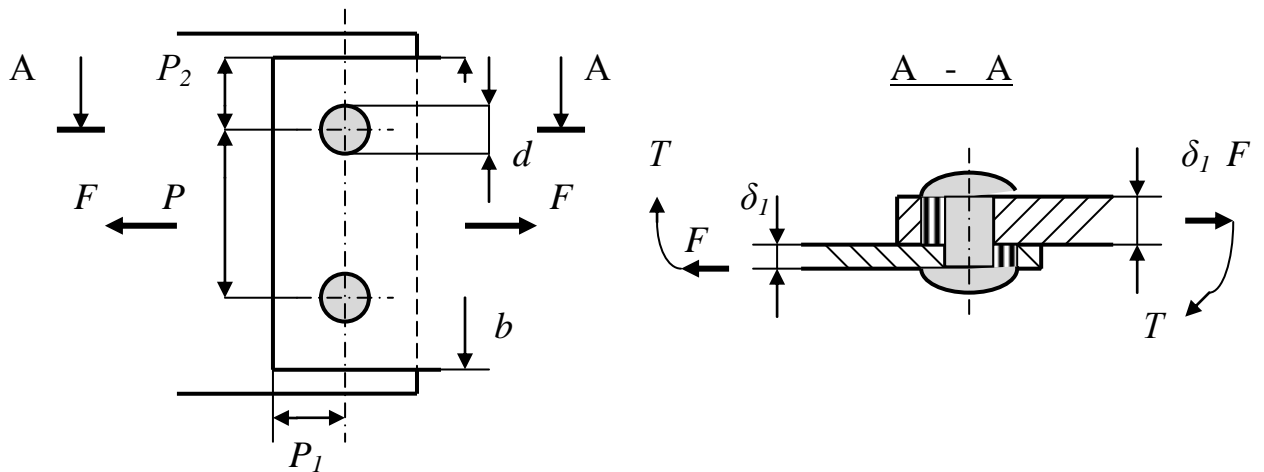
- 1) Из высокопрочных;
- 2) Из пластичных и легко деформируемых;
- 3) Из пластичных и легко деформируемых с пределом прочности, меньшим основного материала;
- 4) Прочных на разрыв.

42. Первоначально корпуса всех видов транспорта выполняли клепаными. Затем с развитием методов сварки, клепаные соединения отошли на второй план. Однако, в авиастроении для соединения металлоконструкций сохранились заклепки. Почему?

- 1) Традиция авиастроителей;
- 2) Заклепочные соединения не вызывают напряжений и поводов;
- 3) Заклепочные соединения более надежны при вибрационных нагрузках;
- 4) Сложно обеспечить сварку тонколистовых деталей из легких сплавов.

43. Условием прочности изображенного заклепочного соединения является:

- 1) $\tau_{CP} = F_{\Sigma 1max} / (\pi d^2 / 4)$;
- 2) $\sigma_{CM} = F_{\Sigma 1max} / d \delta_{min} \leq [\sigma]_{CM}$;
- 3) $\sigma_{CM} = F_{\Sigma 1max} / d \delta_{min} \leq [\sigma]_{CM}$, $\tau_{CP} = F_{\Sigma 1max} / (\pi d^2 / 4)$ и $\tau_{CP} = F / 4 \delta P \leq [\tau]_{CP.ОСН}$
- 4) $\sigma_{CM} = F_{\Sigma 1max} / d \delta_{min} \leq [\sigma]_{CM}$, $\tau_{CP} = F_{\Sigma 1max} / (\pi d^2 / 4)$



44. При расчете заклепочного соединения принимают условие:

- 1) центральная сила распределена между заклепками равномерно, а момент – пропорционально расстоянию от заклепки до центра масс сечений заклепок;
- 2) центральная сила и момент распределены между заклепками пропорционально расстоянию от заклепки до центра масс сечений заклепок;
- 3) учитывается только центральная сила, распределенная между заклепками равномерно;
- 4) учитывается только момент, распределенный пропорционально расстоянию от заклепки до центра масс сечений заклепок.

45. Какое резьбовое соединение можно использовать, если в одной из деталей выполнена глухая резьба?

- 1) Болтом;
- 2) Винтом;
- 3) Шпилькой;
- 4) Винтом или шпилькой.

46. Какое конструктивное решение можно принять, чтобы обеспечить точность взаимного расположения двух корпусных деталей, соединяемых болтами?

- 1) Использовать «чистый» болт;
- 2) Использовать «черный» болт;
- 3) Использовать «чистый» болт или «черный» болт и штифты;
- 4) Использовать «черный» болт и штифты.

47. Выберите условие равнопрочности витков резьбы в гайке телу болта:

- 1) $Hr=0,8d$; 2) $Hr=0,55d$; 3) $Hr=0,36d$; 4) $Hr=0,73d$.

48. По какой из нижеприведенных формул ведут расчет болта, нагруженного осевой силой и закручиваемого под нагрузкой?

$$1) \sigma = \frac{Q}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq [\sigma]; \quad 2) \sigma = \frac{1,3Q}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq [\sigma]; \quad 3) \sigma = \frac{1,3Q}{\frac{\pi d_1^2}{4}} + \frac{Ql}{\pi d^3}; \quad 4) M_{\text{н}} = Q l$$

49. Какой вид резьбового соединения рассчитывают по приведенным формулам?

$$\sigma_{\text{см}} \frac{P}{d\delta} \leq [\sigma]_{\text{см}}; \quad \tau = \frac{P}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq [\tau]$$

1) Винтом;

2) «Черным» болтом;

3) «Чистым» болтом;

4) Шпилькой.

50. Какой метод предотвращения отвинчивания гайки чаще всего применяют для крепления деталей на быстро вращающихся валах?

1) Гроверные шайбы;

2) Стопорение винтом через витки резьбы;

3) Фиксация специальным клеем или лаком;

4) Мелкошаговой резьбой, направление которой противоположно направлению вращения вала.

51. В каких случаях применяют резьбу с мелким шагом?

1) При малых диаметрах винта (болта);

2) При необходимости повысить точность соединения;

3) При необходимости повысить точность соединения и для предотвращения самоотвинчивания при вибрациях;

4) Для предотвращения самоотвинчивания при вибрациях.

52. Чем отличается болт от винта?

1) Резьба нарезана не на всем теле;

2) Головка с наружным шестигранником;

3) Большой диаметр резьбы, применяется при значительных нагрузках;

4) Головка с внутренним шестигранником.

53. Какая формула определяет диаметр фундаментных болтов для крепления редуктора?

1) $d = (0,03 \dots 0,036)a_w$;

2) $d = (0,03 \dots 0,036)a_w + 12$;

3) $d = (0,7 \dots 0,75) d_{\phi}$;

4) $d = (0,5 \dots 0,6) d_{\phi}$.

54. В каких случаях применяют сегментные шпонки?

1) При малых моментах;

2) В неподвижных соединениях детали и вала;

3) При малых диаметрах валов;

4) При малых диаметрах валов и малых моментах.

55. По какому параметру предварительно выбирают шпонку?

1) По передаваемому моменту;

2) По диаметру вала;

- 3) По числу оборотов вала;
- 4) По характеру соединения.

56. В каких случаях применяют клиновые шпонки?

- 1) Только для неподвижных соединений детали и вала;
- 2) При малых моментах;
- 3) При малых диаметрах валов;
- 4) При длиной ступице надеваемой на вал детали.

57. Какие стали применяют для изготовления призматических шпонок?

- 1) $\sigma \geq 600$ МПа; 2) $\sigma \geq 450$ МПа; 3) $\sigma \geq 800$ МПа; 4) $\sigma < 600$ МПа.

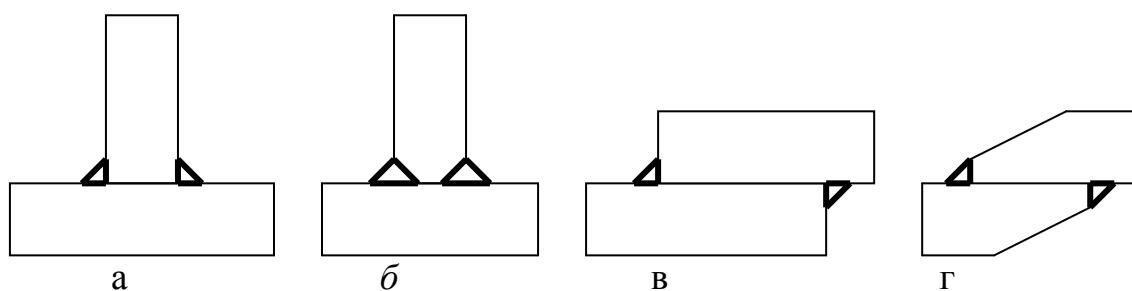
58. По каким характеристикам рассчитывают шпонки?

- 1) На срез и смятие;
- 2) На смятие;
- 3) На изгиб и кручение;
- 4) На срез.

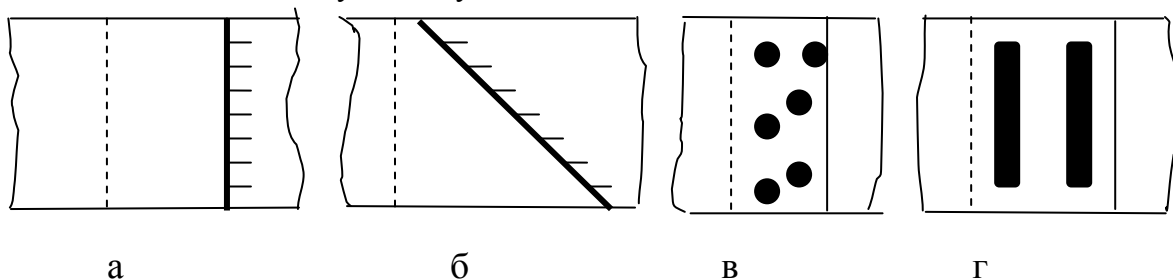
59. Из перечисленных видов соединений выберите неразъемные:

- 1) резьбовое соединение;
- 2) шпоночное соединение;
- 3) шлицевое (зубчатое) соединение;
- 4) заклёпочное соединение;
- 5) байонетное соединение;
- 6) конусное соединение;
- 7) сварное соединение;
- 8) штифтовое соединение;
- 9) клеевое соединение;
- 10) соединение с гарантированным натягом;
- 11) клеммовое соединение;
- 12) паяное соединение.

60. Какие из приведенных сварных соединений при толщине деталей более 10 мм выполнены правильно?



61. Какой из приведенных сварных швов внахлестку может быть равнопрочен основному металлу?



62. Какой метод сварки необходимо указать в технических условиях на соединение деталей из нержавеющей стали или алюминиевых сплавов при толщине более 10 мм?

- 1) Аргоно-дуговая;
- 2) Лазерная;
- 3) Электронно-лучевая;
- 4) Сварка под флюсом.

63. Какой метод сварки необходимо указать в технических условиях на соединение деталей из конструкционной стали при толщине более 10 мм?

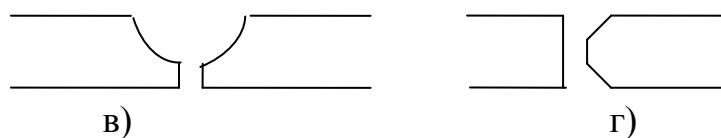
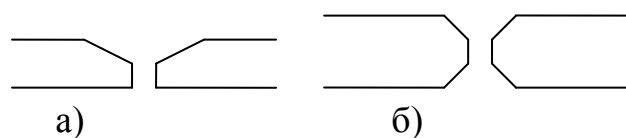
- 1) Аргоно-дуговая;
- 2) Лазерная;
- 3) Электронно-лучевая;
- 4) Сварка под флюсом.

65. Назовите показатель, который не является фактором, вызывающим снижение прочности соединений относительно основной детали:

- 1) Ослабление сечений;
- 2) Концентрация напряжений;
- 3) Характер внешней нагрузки;
- 4) Местные напряжения.

66. Назовите изображенные стыковые швы:

- 1) U – образный;
- 2) К – образный;
- 3) X – образный;
- 4) V – образный;



67. Какое допустимое напряжение среза характерно для мягких припоев?

- 1) более 300 Н/мм²;
- 2) (25...35) Н/мм²;
- 3) менее 25 Н/мм²;
- 4) (150...300) Н/мм².

68. Какое допустимое напряжение среза характерно для твердых припоев?

- 1) более 300 Н/мм²;
- 2) (25...35) Н/мм²;
- 3) менее 25 Н/мм²;
- 4) (150...300) Н/мм².

69. Соединение пайкой применяют для:

- 1) соединения несвариваемых материалов;
- 2) соединения тонких листовых материалов и проволоки малого диаметра;
- 3) получения разъемных соединений;
- 4) получения герметичных соединений.

70. При какой температуре эксплуатации изделия более надежны клеевые соединения на основе органических смол?

- 1) 1000⁰С;
- 2) от 20⁰С до 100⁰С;
- 3) менее 1000⁰С, но более 300⁰С;
- 4) от 20⁰С до 300⁰С.

71. При какой температуре эксплуатации изделия более надежны клеевые соединения на основе кремнийорганических и неорганических соединений?

- 1) 1000⁰С;
- 2) от 20⁰С до 100⁰С;
- 3) от 1000⁰С до 300⁰С;
- 4) от 20⁰С до 300⁰С.

72. Основным недостатком резьбовых соединений является:

- 1) Концентрация напряжений в резьбе;
- 2) Трение при завинчивании;
- 3) Сложность изготовления и сборки;
- 4) Неустойчивость к вибрациям.

73. В эвольвентных и треугольных шлицевых соединениях центрирование обеспечивается:

- 1) По наружному диаметру;
- 2) По внутреннему диаметру;
- 3) По боковым поверхностям;
- 4) По боковым поверхностям и наружному диаметру.

74. Каким методом не осуществляются соединения с гарантированным натягом?

- 1) Нагревом насаживаемой детали до необходимой температуры;
- 2) Охлаждением вала в жидкой углекислоте до – 72⁰ или в жидком азоте до 190⁰ ;
- 3) Напрессовкой втулки на вал при повышенной температуре;
- 4) Напрессовкой втулки на вал при обычной температуре.

75. Для каких расчетов используют зависимость $\sigma_{\Sigma} = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{0,5}$?

- 1) Для угловых и тавровых сварных швов;
- 2) Для паяных соединений;
- 3) Для клеевых соединений внахлестку;
- 4) Для стыковых сварных швов.

76. Определите поперечный размер углового сварного шва, полученного однопроводной автоматической сваркой, если катет его равен 5 мм.

- 1) 3,5 мм; 2) 4,0 мм; 3) 5,5 мм; 4) 4,5 мм.

77. Выберите рекомендуемую величину катета сварного шва, если толщина соединяемых деталей равна 6 мм;

- 1) (3,5...6) мм; 2) (2...6) мм; 3) (6...7) мм; 4) (5...8) мм.

78. По касательным напряжениям ведут расчет сварных швов:

- 1) Стыковых;
- 2) Угловых и тавровых;
- 3) Внахлестку;
- 4) Пробочных.

79. Прочность клеевых соединений зависит от:

- 1) Материалов деталей, чистоты поверхности, температуры среды, толщины слоя клея;
- 2) Размеров соединения;
- 3) Чистоты поверхности и температуры среды;
- 4) Материалов деталей и толщины слоя клея.

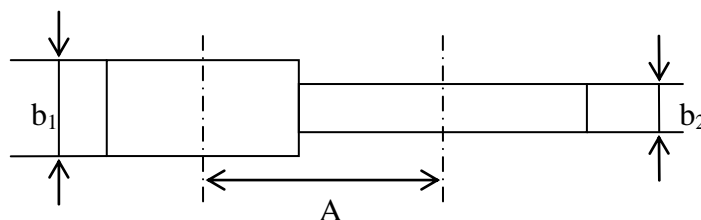
80. Оптимальной толщиной клея при получении надежного соединения является:

- 1) (0,1...0,5) мм;
- 2) (0,05...0,15) мм;
- 3) (0,01...0,05) мм;
- 4) более 0,15 мм.

81. Объясните, почему цилиндрические зубчатые колеса из закаливаемых материалов делают более узкими, чем колеса из более мягких материалов, при одинаковых диаметрах?

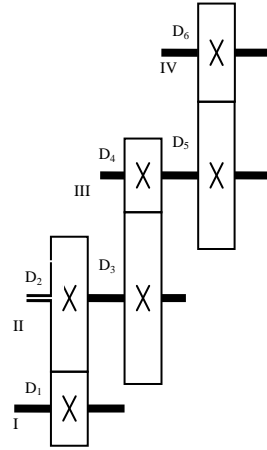
- 1) зависит от выбранного коэффициента ширины колеса
- 2) из-за высокой твердости зубьев
- 3) потому, что они более прочные, чем из мягких материалов
- 4) это зависит от контактных напряжений

82. Определите ширину шестерни b_1 и колеса b_2 зубчатой цилиндрической передачи с межосевым расстоянием $A=250$ мм, передаточным числом $U=4$ и коэффициентом относительной ширины $\Phi_{bd}=1$.



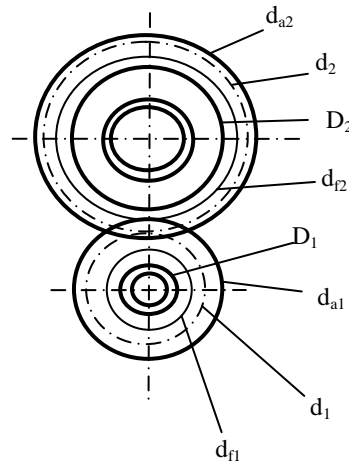
- 1) 100 мм; 105 мм;
- 2) 95 мм; 100 мм;
- 3) 125 мм; 130 мм;
- 4) 100 мм; 100 мм;
- 5)

83. Определить общее передаточное число трехступенчатой передачи, если $D_1=200\text{мм}$; $D_2= 50\text{мм}$; $D_3=70\text{мм}$; $D_4=350\text{мм}$; $D_5=100\text{мм}$; $D_6=400\text{мм}$.



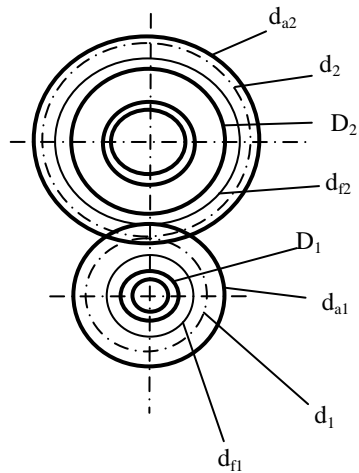
1. 1
2. 1/5
3. 5
4. 9.25
5. 89/20

84. Покажите на рисунке диаметр впадин зубьев шестерни



1. d_{a2}
2. d_{a1}
3. d_1
4. d_{f1}

85. По какой окружности обычно измеряют шаг зубьев (см. рисунок)



1. d_{a1}
2. d_2
3. d_{a1}
4. d_1

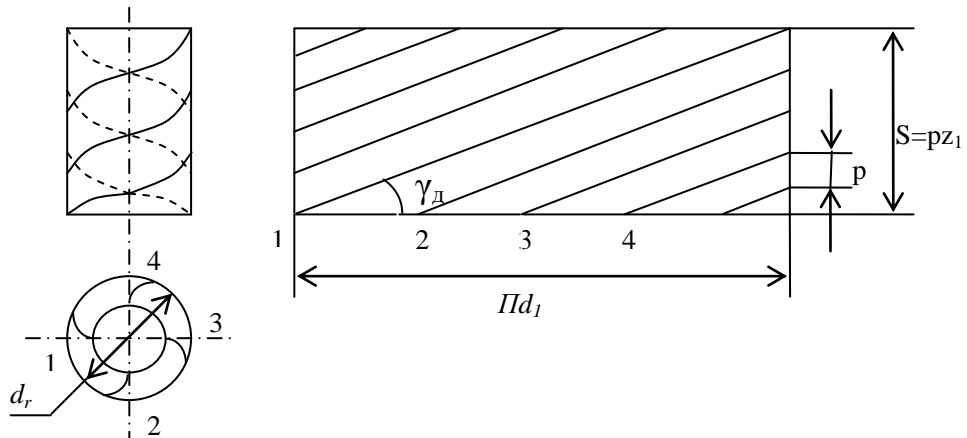
85. В каких пределах принимают угол наклона зубьев (β) для косозубой зубчатой передачи?

1. $8 - 15^\circ$
2. $25 - 45^\circ$
3. 20°
4. 90°

86. Какой модуль принимают стандартным при расчете косозубой зубчатой передачи?

1. m_n
2. m_t
3. Оба
4. Стандарта нет

87. По рисунку определите, сколько заходов имеет червяк



1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

88. Определите передаточное число червячной передачи, если число зубьев колеса равно 30, число витков червяка – 2

1. 60
2. 15
3. 1/15
4. /60

89. Возможные варианты сочетания материалов для червяка и червячного колеса в силовых передачах?

1. Сталь-сталь
2. Чугун-чугун
3. Бронза-сталь
4. Сталь-бронза

90. Какова цель теплового расчета червячной передачи (редуктора)?

1. Уменьшить опасность заедания
2. Снизить износ зубьев из-за перегрева масла и потери им вязкости
3. Ликвидировать усталостное выкрашивание
4. Предохранение от излома зубьев

91. Какой параметр определяют при проектном расчете червячной передачи по напряжениям изгиба?

1. Межосевое расстояние
1. Модуль
 2. Напряжение изгиба
 3. Контактные напряжения

92. Какие передачи следует использовать при проектировании привода с передаточным числом 15, если основное требование к нему - бесшумность.

1. косозубые цилиндрические
2. конические
3. червячные
4. планетарные

93. Рассчитать диаметр вершин зубьев (мм) ведомого колеса прямозубой передачи, если $z_1=20$; $z_2=50$; $m=4$ мм

1. 88
2. 208
3. 80
4. 200

94. От чего зависит усталостное разрушение ремня?

1. От попадания абразивных материалов
2. От буксования ремня
3. От перегрева ремня
4. От циклического изгиба при огибании шкива

95. Какие плоские ремни наиболее часто применяют в машинах?

1. Кожаные
2. Прорезиненные
3. Шерстяные
4. Синтетические

96. Дайте определение для угла охвата шкива в ременных передачах

1. Угол, соответствующий дугам, по которым происходит касание ремня и обода шкива
2. Угол между ветвями ремня
3. Угол профиля шкива
4. Угол между осями шкивов

97. Ременная передача относится

1. ...к передачам непосредственного касания за счет сил трения
2. ...к передачам гибкой связью зацеплением
3. ... к передачам гибкой связью за счет сил трения
4. ... к передачам зацеплением

Контрольная работа

Контрольная работа выполняется в 6 и 7 семестрах и служит для практической отработки и закрепления знаний в области расчетов различных соединений деталей машин.

Контрольная работа 6 семестра состоит из одной комплексной задачи и выполняется по одному из заданий, связанных с расчетом механической передачи.

В каждом из заданий предусмотрено по 10 вариантов численных значений.

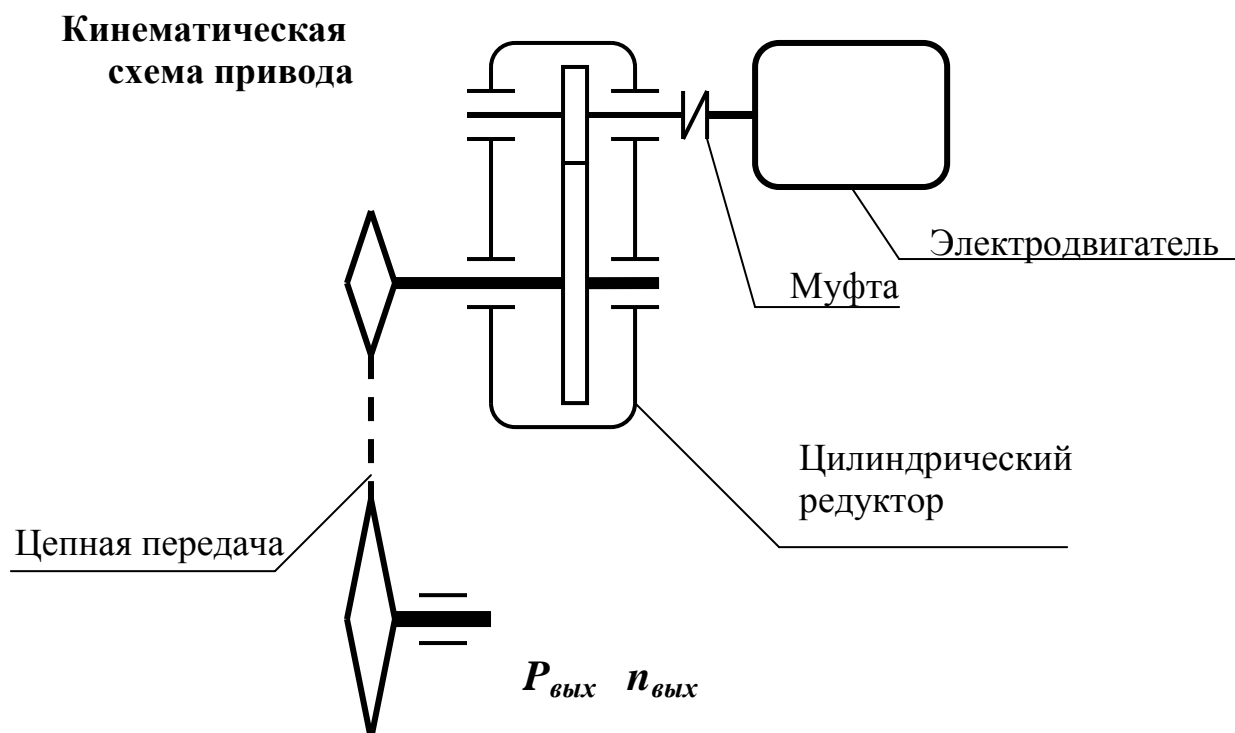
Контрольная работа 7 семестра состоит из одной комплексной задачи и выполняется по одному из заданий, связанных с расчетом параметров валов передачи и их опор, выполнением компоновки передачи на основе расчетов и рабочего чертежа детали.

В каждом из заданий предусмотрено по 10 вариантов численных значений.

Исходными данными для задачи 7 семестра служат результаты расчетов, полученных при выполнении заданий 6 семестра. Таким образом, две решаемые задачи в контрольных работах 6 и 7 семестров представляют собой курсовую работу (проект) по деталям машин и основам конструирования, выполняемым студентами других машиностроительных направлений подготовки, и позволяют сформировать компетенции, относящиеся к выполнению конструкторско-проектировочных работ.

Задания для выполнения контрольной работы № 1

№ 1 Рассчитать привод общего назначения в составе одноступенчатого цилиндрического редуктора с прямыми зубьями и цепной передачи

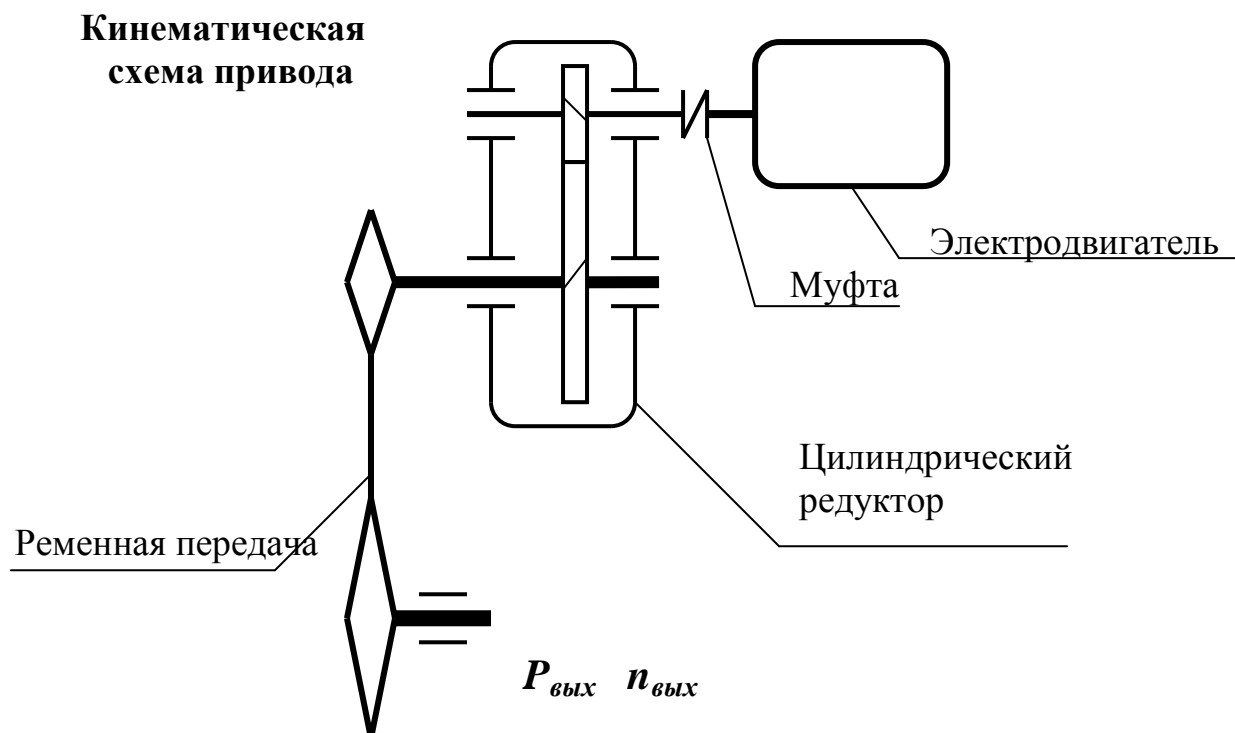


№ варианта	Прямозубые цилиндрические колеса		Задание принял к выполнению	
	$P_{вых}$ кВт	$n_{вых}$ об/мин	Подпись, Дата	ФИО
1				
2				
...				

Выполнить:

- 1) Кинематический расчет и выбор электродвигателя;
- 2) Выбор материала зубчатых колес и термообработки;
- 3) Определение допускаемых напряжений;
- 4) Расчет межосевого расстояния и геометрических размеров зубчатых колес;
- 5) Расчет сил в зацеплении;
- 6) Проверочный расчет зубьев по изгибным и контактным напряжениям;
- 7) Определение диаметров шеек ведущего и ведомого валов;
- 8) Предварительный выбор подшипников;
- 9) Компоновку редуктора в масштабе 1:1

№ 2 Рассчитать привод общего назначения в составе одноступенчатого цилиндрического редуктора с наклонными зубьями и ременной передачи



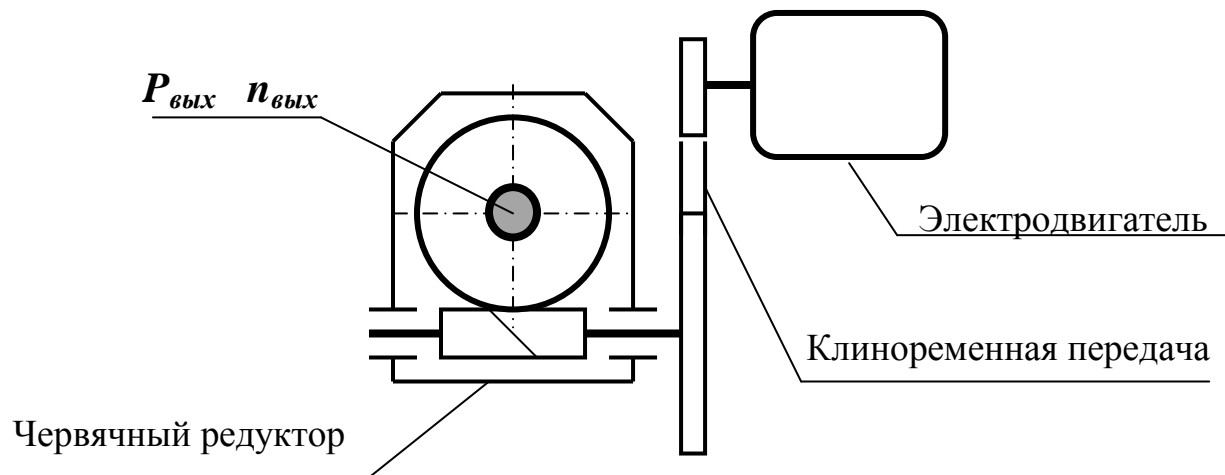
№ варианта	Косозубые цилиндрические колеса		Задание принял к выполнению	
	$P_{вых}$ кВт	$n_{вых}$ об/мин	Подпись, Дата	ФИО
1				
2				
...				

Выполнить:

- 1) Кинематический расчет и выбор электродвигателя;
- 2) Выбор материала зубчатых колес и термообработки;
- 3) Определение допустимых напряжений;
- 4) Расчет межосевого расстояния и геометрических размеров зубчатых колес;
- 5) Расчет сил в зацеплении;
- 6) Проверочный расчет зубьев по изгибным и контактным напряжениям;
- 7) Определение диаметров шеек ведущего и ведомого валов;
- 8) Предварительный выбор подшипников;
- 9) Компоновку редуктора в масштабе 1:1

№ 3 Рассчитать привод в составе одноступенчатого червячного редуктора и клиноременной передачи

Кинематическая схема привода



№ варианта	$P_{вых}$ кВт	$n_{вых}$ об/мин	Задание принял к выполнению	
			Подпись, Дата	ФИО
1				
2				
...				

Выполнить:

- 1) Кинематический расчет и выбор электродвигателя;
- 2) Выбор материала червячного колеса и червяка;
- 3) Определение допустимых напряжений;
- 4) Расчет межосевого расстояния и геометрических размеров червячного колеса и червяка;
- 5) Расчет сил в зацеплении;
- 6) Проверочный расчет зубьев по изгибным и контактным напряжениям;
- 7) Тепловой расчет червячной передачи;
- 8) Определение диаметров шеек ведущего и ведомого валов;
- 9) Предварительный выбор подшипников;
- 10) Компоновку редуктора в масштабе 1:1

Задание для выполнения контрольной работы № 2

По результатам расчетов, произведенных при выполнении контрольной работы № 1, выполнить:

- 1) Расчет конструктивных размеров зубчатых и червячных колес, червяка;
- 2) Определение реакций в опорах быстроходного и тихоходного валов, построить эпюры изгибающих моментов;
- 3) Выполнить проверку долговечности подшипников тихоходного вала по динамической грузоподъемности;
- 4) Выполнить расчет запаса прочности тихоходного вала в опасных сечениях;
- 5) Проверить прочность шпоночных соединений на смятие;
- 6) Рассчитать крепежные болты корпуса редуктора;
- 7) Выполнить рабочий чертеж тихоходного вала (червяка).

14. Образовательные технологии

Практические занятия 4 и 6 по исследованию прочности соединений проводятся в лаборатории на специальном компьютерном рабочем месте, оснащенном тензодатчиками и сменными устройствами нагружения. Методические указания по выполнению работы находятся по адресу: <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/SM/15.03.01/B.1.1.19-5/default.aspx> (5 семестр) папка 2.1 - Учебно-методические материалы к практическим занятиям.

Практические занятия 7-12, касающиеся расчетов соединений, цилиндрических, конических и червячных передач, а также валов и подшипников, проводятся в компьютерном классе (2/106) с применением САД/САЕ среды сквозного проектирования *APM WinMachine* (модуль *APM Trans*).

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

1. Обязательные издания.

1. Жильцов А.П. Основы проектирования узлов и механизмов металлургических машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Жильцов А.П., Гахов П.Ф., Харитоненко А.А.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 157 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22904>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Дополнительные издания.

2. Чернилевский, Д. В. Детали машин и основы конструирования [Текст] : учеб. / Д. В. Чернилевский. - М. : Машиностроение, 2006. - 656 с. : ил. ; 21 см.

Экземпляры всего: 40

3. Иванов, М. Н. Детали машин [Текст] : учеб. / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. - 11-е изд., перераб. - М. : Высш. шк., 2007. - 408 с. : ил. ; 21 см.

Экземпляры всего: 37

4. Курмаз, Л. В. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] : Справ. учеб.-метод. пособие / Л. В. Курмаз, О. Л. Курмаз. - М. : Высш. шк., 2007. - 455 с. : ил. ; 29 см.

Экземпляры всего: 15

5. Леликов, О. П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин [Текст] : Конспект лекций по курсу "Детали машин" / О. П. Леликов. - 2-е изд., испр. - М. : Машиностроение, 2004. - 440 с. : ил. ; 21 см.

Экземпляры всего: 4

6. Бахарев, В. П. Проектирование и конструирование в машиностроении : в 2 ч. [Текст] : учеб. пособие / В. П. Бахарев [и др.] ; под ред. А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол : ТНТ. – 2008. Ч. 1 : Общие методы проектирования и расчета. Надежность техники. - 2008. - 248 с. : ил. ; 21 см.

Экземпляры всего: 3

7. Муштаев, В. И. Основы инженерного творчества [Текст] : учеб. пособие / В. И. Муштаев, В. Е. Токарев. – М. : Дрофа, 2005. – 254 с. : ил. ; 22 см.

Экземпляры всего: 8

8. Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества [Текст] : учеб. Пособие / А.И. Половинкин. – 3-е изд., стереотип. – СПб. ; М. ; Краснодар: Лань, 2007. – 368 с. : ил. ; 20 см.

Экземпляры всего: 15

9. Колокольцев, В. А. Расчет зубчатых и червячных передач в системе АРМ WinMachine [Текст] : учеб. пособие / В. А. Колокольцев, В. Ю. Карачаровский, А. В. Васильков ; Сарат. гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2008. - 48 с. : ил ; 21 см.

Экземпляры всего: 40

3. Периодические издания

10. Вестник машиностроения –
Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7688

11. Проблемы машиностроения и надежности машин –
Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7959

12. Справочник. Инженерный журнал –
Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8233

4. Интернет-ресурсы

13. Использование Интернет-ресурса Научно-технической библиотеки СГТУ:
<http://lib.sstu.ru>.

14. Электронный читальный зал ЭБС «БиблиоТех»
<http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/metelib/3321-elreselibonline>.

15. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru>.

16. ЭБС «Консультант студента» Электронная библиотека технического ВУЗа
<http://www.studentlibrary.ru/>

17. Электронно-библиотечная система <http://e.landbook.com>.

5. Источники ИОС

18. <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/SM/15.03.01z/B.1.1.19-6/default.aspx> ;
(6 семестр)

19. 7 семестр <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/SM/15.03.01z/B.1.1.19-7/default.aspx>
(7 семестр)

16. Материально-техническое обеспечение

Типовое помещение для чтения лекций и проведения практических занятий. Для отработки навыков автоматизированного расчета и проектирования деталей машин и самостоятельной работы с выходом в интернет помещение 2/106 площадью 40 кв. м. с ПК с установленным лицензионным программным обеспечением АРМ Winmachine (обновление лицензии ежегодно с установкой усовершенствованной версии).

В помещениях установлены мультимедийные комплекты оборудования: ПК с выходом в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А. (Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint, WinRAR), проектор, экран.

В помещениях размещены:

- натурные образцы цилиндрических редукторов с прямозубыми и косозубыми колесами, червячных редукторов и макеты планетарных передач;
- натурные образцы валов;
- стенды с образцами соединений, элементов уплотнений, подшипниками;
- плакаты, поясняющие устройство и работу механизмов и деталей машин;
- лабораторные рабочие места (тензометрические установки изучения прочности сварных соединений, разрывная машина, установки по изучению КПД подшипников скольжения).
- компьютерное рабочее место по изучению прочности шпоночных, резьбовых, клеммовых и заклепочных соединений.

Рабочую программу составила «___» _____ 2018 г. _____/Злобина И.В./

17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры ТММ
«___» _____ 20__ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____/Бекренев Н.В./
Внесенные изменения утверждены на заседании
УМКС/УМКН

«___» _____ 20__ года, протокол № _____
Председатель УМКН _____/Родионов И.В./