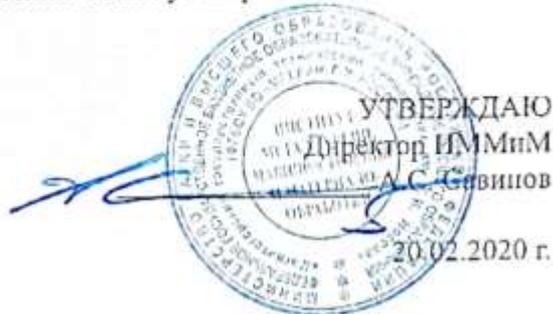




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
***ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И
ОБОРУДОВАНИЯ***

Направление подготовки (специальность)
15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы
Инжиниринг в металлургическом машиностроении

Уровень высшего образования - магистратура
Программа подготовки - академический магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1489)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования

20.02.2020 г., протокол № 7

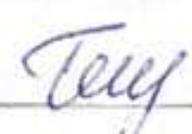
Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ПиЭММиО, д-р техн. наук  Л.С. Белевский

Рецензент:

и.о. гл. механика ООО НПЦ "Гальва", канд. техн. наук  В.А. Русанов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от 31 08 2020 г. № 1
Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Проектирование технологических машин и оборудования» являются: подготовка слушателей по основным вопросам теории и практики проектирования технологических машин и оборудования.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение дисциплины направлено на: изучение процесса проектирования машин и оборудования;

- исследования проблем проектирования технических объектов с помощью различных компьютерных методов;

- овладеть достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.02. «Технологические машины и оборудование», направленность (профиль) «Инжиниринг в металлургическом машиностроении».

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Проектирование технологических машин и оборудования входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Основы прогнозирования надежности элементов механических систем

Надежность металлургических машин

Моделирование в машиностроении

Прогнозирование долговечности деталей машин

Новые конструкционные материалы

Моделирование процесса изнашивания деталей узлов трения

Системы автоматизированного проектирования

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Восстановление работоспособности металлургических машин

Стратегии восстановления металлургических машин

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Проектирование технологических машин и оборудования» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-20	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
Знать	физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, знать методики проведения экспериментов

Уметь	разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, уметь разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
Владеть	навыками разработки физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, а так же владеть навыками разработки методик и проведения экспериментов с анализом их результатов
ПК-23 способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения	
Знать	Необходимую документацию при проектировании технических объектов
Уметь	Подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования
Владеть	Навыками разработки технических заданий на разработку проектных решений, способностью разработки эскизных, технических и рабочих проектов с использованием средств автоматизации проектирования, навыками подготовки отзывов и заключений

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 49,3 академических часов;
- аудиторная – 48 академических часов;
- внеаудиторная – 1,3 академических часов
- самостоятельная работа – 58,7 академических часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Проектирование технологических машин и оборудования								
1.1 Проектирование. Основные термины и определения. Стандарты.	3	4		4	9	Закрепление пройденного материала, выполнение практических работ	Проверка практической работы №1	ПК-20, ПК-23
1.2 Техническое задание.		4		4	9	Закрепление пройденного материала, выполнение практических работ	Проверка практической работы №2	ПК-20, ПК-23
1.3 Техническое предложение.		4		4	9	Закрепление пройденного материала, выполнение практических работ	Проверка практической работы №3	ПК-20, ПК-23
1.4 Эскизное проектирование.		4		4	11,35	Закрепление пройденного материала, выполнение практических работ	Проверка практической работы №4	ПК-20, ПК-23
1.5 Техническое проектирование.		4		4	11,35	Закрепление пройденного материала, выполнение практических работ	Проверка практической работы №5	ПК-20, ПК-23
1.6 Раздел САПР.		4		4	9	Закрепление пройденного материала, выполнение практических работ	Проверка практической работы №6	ПК-20, ПК-23

Итого по разделу	24		24	58,7			
Итого за семестр	24		24	58,7		зачёт	
Итого по дисциплине	24		24	58,7		зачет	ПК-20,ПК-23

5 Образовательные технологии

Образовательный процесс реализуется с помощью традиционных образовательных технологий: лекции и формы, направленные на теоретическую подготовку студентов (самостоятельная работа в аудитории, консультации) и формы, направленные на практическую подготовку (практические занятия и самостоятельная работа).

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях-консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. При проведении лекций особое внимание уделяется взаимосвязи рассматриваемых тем и вопросов с действующими гостями. Полное овладение требованиями данных гостей необходимо будет студентам при их дальнейшей самостоятельной практической деятельности на самых разнообразных предприятиях машиностроительной и металлургической отрасли. При рассмотрении тем данной дисциплины необходимо проводить достаточное количество примеров из практической деятельности ведущих предприятий города, региона и России, а также использовать опыт известных мировых лидеров в области машиностроения и металлургии. Для этого необходимо рассмотрение материалов обновленной печати, информационных писем предприятий, а также информации Медиа изданий.

Практическое занятие посвящено освоению конкретных умений и навыков предполагаемых данной дисциплиной. Для этого необходимо рассмотрение материалов обновленной печати, информационных писем предприятий, а также информации других изданий.

Помимо этого используются и инновационные технологии, активные и интерактивные формы проведения практических занятий с элементами проблемного изложения, тестирование, анализ конкретных ситуаций, самостоятельная работа, мини-дискуссии и т.д.

В образовательном процессе активно применяются мультимедийные технологии, презентации, содержащие различные виды информации: текстовую, звуковую, графическую. Широко применяются студентами электронные учебники, где представлен достаточно широкий арсенал мультимедийных средств, что не идет в сравнение с использованием обычных «бумажных» учебников. На практических занятиях - использование тестовых программ для закрепления и контроля знаний.

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к практическим занятиям, подготовку к зачету по дисциплине.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Белан, А. К. Проектирование и исследование механизмов металлургических машин : учебное пособие / А. К. Белан, Е. В. Куликова, О. А. Белан ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул.

экрана.

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3520.pdf&show=dcatalogues/1/1514338/3520.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1113-0. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Белан, А. К. Проектирование привода технологических машин : учебное пособие [для вузов] / А. К. Белан, М. В. Харченко, О. А. Белан ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3789.pdf&show=dcatalogues/1/1529940/3789.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1498-8. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Белевский, Л. С. Основы проектирования : учебное пособие [для вузов] / Л. С. Белевский, Л. В. Дерябина, А. А. Дерябин ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1728-6. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4087.pdf&show=dcatalogues/1/1533907/4087.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Белан, А. К. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин с применением КОМПАС-ГРАФИК : учебное пособие / А. К. Белан ; МГТУ, каф. ПМиГ. - Магнитогорск, 2011. - 70 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=361.pdf&show=dcatalogues/1/1079108/361.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Проектирование машин. Расчет и конструирование элементов грузоподъемных машин : учебное пособие / В. И. Кадошников, И. Д. Кадошникова, Е. В. Куликова, В. В. Точилкин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1373.pdf&show=dcatalogues/1/1123827/1373.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Проектирование оборудования агломерационных цехов : учебное пособие / М. В. Андросенко, В. И. Кадошников, И. Д. Кадошникова, Е. В. Куликова. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 87 с. : табл., ил. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=895.pdf&show=dcatalogues/1/1118820/895.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

4. Проектирование оборудования доменных цехов : учебное пособие / М. В. Андросенко, В. И. Кадошников, И. Д. Кадошникова, Е. В. Куликова. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 111 с. : ил. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=896.pdf&show=dcatalogues/1/1118826/896.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

5. Точилкин, В. В. Проектирование элементов металлургических машин и оборудования : учебное пособие / В. В. Точилкин, О. А. Филатова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3319.pdf&show=dcatalogues/1/1138305/3319.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0975-5. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Лабораторный практикум по прикладной механике и деталям металлургических машин : учебное пособие / [И. Д. Кадошникова, В. И. Кадошников, Е. В. Куликова и др.] ; МГТУ, [каф. ПМиГ]. - Магнитогорск, 2011. - 63 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=478.pdf&show=dcatalogues/1/1085818/478.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. ГОСТы ЕСКД [Электронный ресурс]: открытая база ГОСТов. – Режим доступа: <http://www.standartgost.ru>

2. АСКОН [Электронный ресурс]: Сайт разработчика программного обеспечения. - Режим доступа: <http://www.askon.ru>

3. Autodesk, Inc [Электронный ресурс]: Сайт разработчика программного обеспечения. - Режим доступа: <http://www.autodesk.ru>

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
MS Windows 10 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com

Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Аудитория для лекционных занятий: мультимедийные средства хранения, передачи и предоставления информации.

2. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, КОМПАС 3D V16, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебного оборудования.

Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
1. Проектирование. Основные термины и определения. Стандарты.	Выполнение практической работы	9	Текущий контроль
2. Техническое задание.	Выполнение практической работы	9	Текущий контроль
3. Техническое предложение.	Выполнение практической работы	9	Текущий контроль
4. Эскизное проектирование.	Выполнение практической работы	11,35	Текущий контроль
5. Техническое проектирование.	Выполнение практической работы	11,35	Текущий контроль
6. САПР	Выполнение практической работы	9	Текущий контроль
Итого по дисциплине		58,7	Итоговый контроль (зачет)

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости заключаются в устном опросе по знанию и пониманию теоретических материалов дисциплины при сдаче зачета в конце семестра.

Самостоятельная работа в ходе аудиторных занятий предполагает: изучение и повторение теоретического материала по темам (по конспектам и учебной литературе, методическим указаниям), выполнение индивидуальных работ.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя предполагает подготовку конспектов и выполнение необходимых расчетов по разделам дисциплины, решение и проверка преподавателем работ, работа с методической литературой.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает подготовку к практическим занятиям, изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой, исправление ошибок, замечаний; работу с компьютерными пакетами и электронными учебниками разработчиков программного обеспечения по дисциплине и выполнение курсового проекта.

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: *текущий* контроль (проверка выполнения заданий и работы с учебной литературой), *периодический* контроль (устный опрос) по каждой теме дисциплины, практические работы, *итоговый* контроль в виде зачета.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

9.10. Совершенство конструктивной формы

Наибольшие возможности уменьшения веса заложены в применении рациональных конструктивных схем с наименьшим числом деталей и наиболее выгодным течением силового потока.

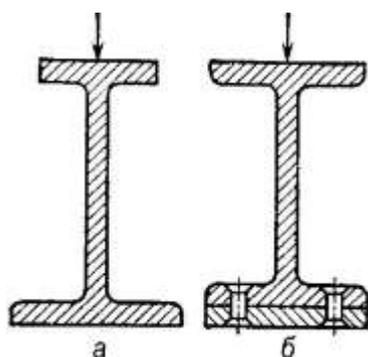


Рис. 9.7 Усиление участков сечений, подвергающихся растяжению

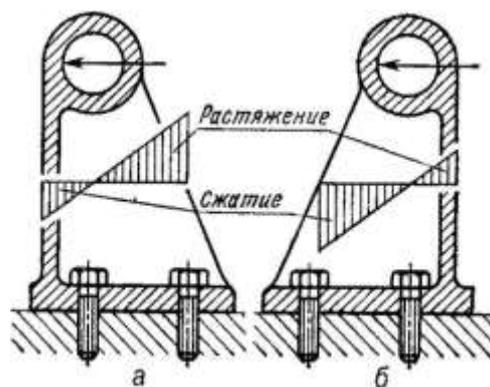


Рисунок 9.8 Конструкции чугунного кривошейна: а) нецелесообразная; б) целесообразная

Уменьшение числа звеньев. Сокращение звеньев механизма и устранение излишних звеньев способствует значительному снижению веса агрегата. Например, упразднение крейцкопфа (рис. 9.9, а) в поршневых двигателях, который раньше устанавливали с целью разгрузки стенок цилиндра от боковых усилий, вызываемых наклоном шатуна при вращении кривошипа. Оказалось, что функцию крейцкопфа может выполнить поршень, если увеличить его высоту и улучшить смазку. Без крейцкопфные (тронковые) двигатели (вид б) имеют почти вдвое меньшую высоту.

В конструкции кулачкового привода (рис. 9.9, в) кулачок действует на коромысло через толкатель 1. В ряде случаев можно применить более рациональную схему привода непосредственно кулачком (рис. 9.9, г), обеспечивающую уменьшение числа деталей, габаритных размеров, инерционных нагрузок и более благоприятное замыкание сил. В первой конструкции силы замыкаются на участке h корпуса, который должен обладать прочностью, достаточной для восприятия усилий привода. Во второй конструкции протяженность нагруженного участка h_1 значительно меньше, что снижает массу и силы инерции, действующие в механизме.

В узле привода видов 2 (рис. 9.9, д) можно устранить промежуточный валик 3 путем уменьшения диаметра конических колес 4 (рис. 9.9, е). Для сохранения направления вращения валов 2 следует переменить расположение колес 5 относительно колес валов 2. Переделка упрощает конструкцию.

Компактность конструкций. Примером рационального размещения деталей с целью уменьшения объема и габаритных размеров может служить двухступенчатый редуктор. Исходную конструкцию (рис. 9.10, а), выполненную по обычной трехвальной схеме, можно сделать более компактной и легкой, если конечное зубчатое колесо 4 перебора установить соосно с начальным колесом 1 (рис. 9.10, б, «двухвальная схема»).

Кроме того, при таком расположении колес 1 и 4 значительно снижаются усилия, действующие на промежуточные колеса 2 и 3 и определяющие нагрузку на подшипники, а также уменьшаются нагрузки на стенки корпуса. На рис. 9.10, а силы P_1 и P_2 привода от начального и конечного колес направлены в одну сторону; результирующая R имеет большую величину. На рис. 9.10, б усилия направлены в разные стороны, благодаря чему результирующая R' уменьшается почти в 2 раза.

Дальнейшее снижение размеров и массы можно осуществить уменьшением диаметра зубчатых колес (рис. 9.10, в). Повышение окружных усилий можно компенсировать увеличением длины зуба, переходом на косой или шевронный зуб, изготовлением колес из более прочных и твердых материалов и применением рациональной смазки.

Следует всемерно использовать габариты для размещения наибольшего возможного числа рабочих элементов. Этот принцип, который можно назвать принципом плотной

упаковки, позволяет добиться значительного выигрыша в габаритных размерах и массе или в тех же размерах увеличить несущую способность конструкции.

Влияние силовой схемы. Масса конструкции во многом зависит от силовой схемы, т.е. от способа восприятия и замыкания главных действующих в конструкции нагрузок. Силовая схема рациональна, если силы замыкаются на коротком участке элементами, работающими предпочтительно на растяжение или сжатие. Целесообразно использовать имеющиеся элементы конструкции, так как введение специальных элементов увеличивает массу.

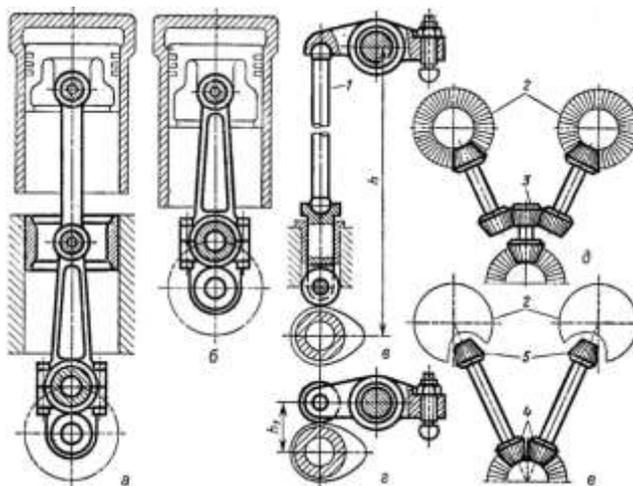


Рис. 9.9 Устранение лишних звеньев

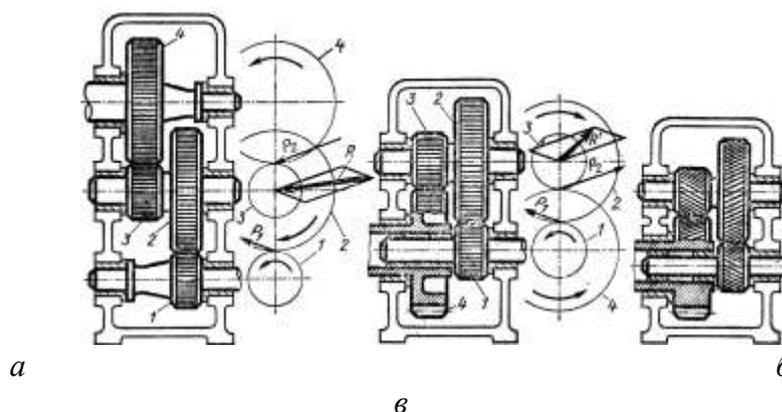
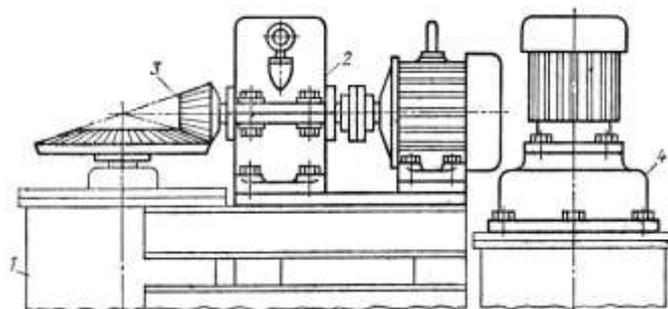


Рис. 9.10 Уменьшение габаритных размеров и массы двухступенчатого редуктора

Привод роторной машины 1 через редуктор 2 и коническую шестеренную передачу 3 (рис. 9.11, а) нерационален. Возникающие на шестернях радиальные и осевые силы нагружают валы и корпуса машины и редуктора. Установка отличается большими размерами. Целесообразен привод от фланцевого электродвигателя через соосный редуктор 4, смонтированный непосредственно на корпусе машины (рис. 9.11, б). В этом случае реактивные силы привода уравниваются наикратчайшим путем в корпусе редуктора, не вызывая дополнительных нагрузок на элементы системы. Габариты установки резко сокращаются. Помимо этого все приводные механизмы получают правильную их смазку.

На рис. 9.12 приведены примеры уравнивания внутренних сил в механизмах. Осевые силы, возникающие в передачах со спиральным зубом и нагружающие подшипники зубчатых колес (а), уравниваются ребрами (б) на одном из колес (конструкцию применяют при небольших диаметрах колес), спариванием колес с противоположным направлением зубьев (в) и (конструкция наиболее рациональная) применением шевронного зуба (г).

В дисковом фрикционном сцеплении (вид д) усилие нажима передается на подшипники ведомого диска. В рациональной конструкции е усилие сжатия полностью уравнивается в ведомом диске. Кроме того, в этой конструкции две поверхности трения вместо одной, как



а

б

Рис. 9.11 Улучшение силовых схем

компрессоре с открытой крыльчаткой (и) подшипники испытывают большое давление, действующее на спинку крыльчатки. В закрытой крыльчатке (к) эта сила уравнивается действующим в обратном направлении давлением на крышечный диск. Полностью разгружена от осевых сил крыльчатка с двусторонним входом (л).

в конструкции д, что позволяет вдвое увеличить передаваемый крутящий момент, или при заданном крутящем моменте примерно вдвое уменьшить радиальные размеры.

Аналогичный пример уравнивания осевых сил в коническом фрикционном сцеплении приведен на рис. 9.12, ж и з. В центробежном

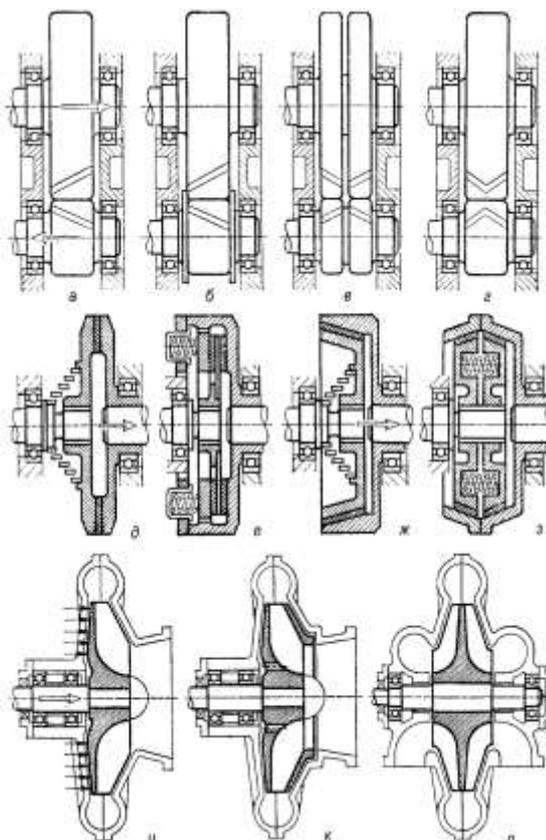


Рис. 9.12 Уравнивание внутренних сил

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):

Способы упрочнения материалов

Действенным средством снижения массы является повышение прочности материалов. В отличие от способа увеличения напряжений путем снижения фактического запаса прочности, сопряженного с риском ослабления детали, надежность в данном случае не уменьшается (если сохраняется величина запаса прочности). Другое отличие заключается в том, что этот способ применим ко всем деталям без исключения, тогда как первый способ охватывает только расчетные детали.

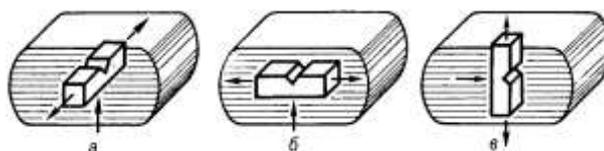
Основные способы упрочнения материалов следующие: горячая обработка давлением, легирование, упрочняющая термическая и химико-термическая обработки, обработка методами холодной пластической деформации.

При *горячей обработке давлением* упрочнение происходит в результате превращения рыхлой структуры слитка в уплотненную структуру с ориентированным направлением кристаллитов. Пустоты между кристаллитами укочиваются и завариваются, прослойки примесей по стыкам кристаллитов дробятся и под действием высокой температуры и давления растворяются в металле.

Наибольшее значение для прочности имеет процесс рекристаллизации, протекающий при остывании металла в определенном интервале температур (для сталей 450–700°C). Из обломков кристаллитов, разрушенных в процессе пластической деформации, возникают новые мелкие зерна. При росте рекристаллизованных зерен примеси остаются в растворенном состоянии в кристаллитах. Для ковального металла характерна структура, состоящая из мелких округлых зерен, хорошо связанных друг с другом, что обуславливает его повышенную прочность и вязкость.

Кованым и, особенно, прокатанным металлам свойственна анизотропия механических свойств в направлениях вдоль и поперек волокон. Особенно резко влияет направление волокон на вязкость (рис. 1).

Направление волокон в кованых и штампованных деталях должно быть согласовано с конфигурацией деталей и направлением действия рабочих нагрузок. Штампованные коленчатые валы (рис. 1, б) и другие фасонные детали (рис. 1, г) с волокнами, следующими контуру, значительно прочнее деталей, изготовленных из сортового проката с перерезкой волокон (рис. 1, а, в). Горячее накатывание зубьев шестерен (с последующим холодным калиброванием) обеспечивает правильное направление волокон



σ_b	1	1	1
δ	1	0,9	0,5
a_n	1	0,8	0,2

Рис. 1 Механические показатели в зависимости от направления волокон

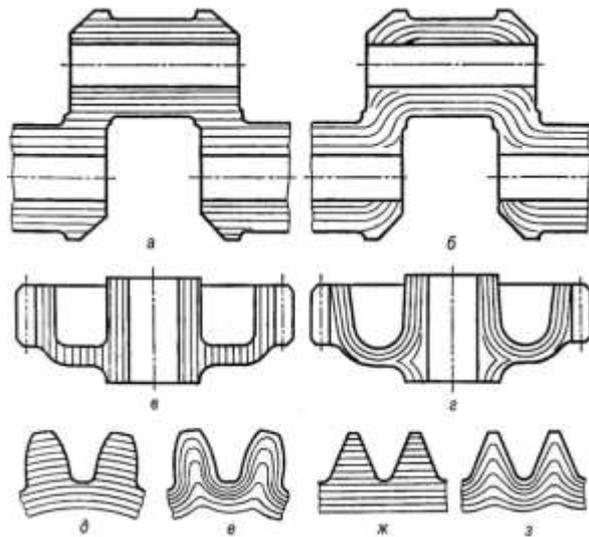


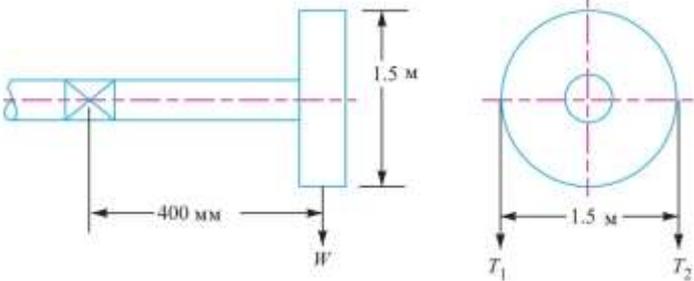
Рис. 9.14 Расположение волокон

относительно действующих на зуб нагрузок (рис. 1, д, е). Повышенной прочностью обладает накатанная резьба (рис. 1, ж, з). Главное назначение *легирования* – повышение прочности с дифференцированным улучшением частных характеристик: вязкости, пластичности, упругости, жаропрочности, хладостойкости, сопротивления износу, коррозионной стойкости и др. Присадка некоторых элементов (Ni и особенно микроприсадка В) увеличивает прокаливаемость сталей, что позволяет получать повышенные механические свойства по всему сечению детали. Для получения высоких механических качеств легирование должно быть дополнено термообработкой.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

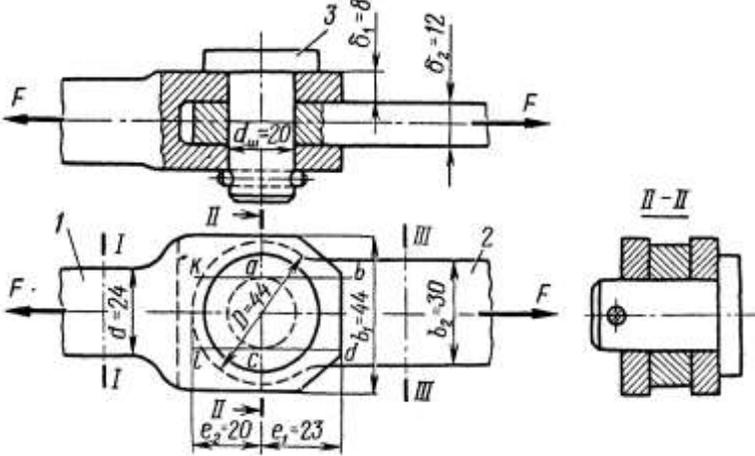
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-20: способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов		
Знать	Физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, знать методики проведения экспериментов	<p style="text-align: center;">Вопросы для подготовки к зачету.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стадийность проектирования, основные требования к оформлению проектной и рабочей документации, стандарты ЕСКД и СПДС. 3. Резьбовые соединения. Элементы резьбы. Типы резьб. Изображение и обозначение резьбы. 4. Сварные соединения. Типы сварных соединений. Изображение и обозначение их на чертеже. 5. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Типы документов. Эскиз, рабочий чертеж. Особенности выполнения. 6. Сборочный чертеж, чертеж общего вида. Условности и упрощения при выполнении СЧ. 7. Стандартные изделия. Соединения болтовое, винтовое, шпилечное. Особенности их изображения на сборочных чертежах. 8. ГОСТ 2.401-68. Спецификация. Разделы спецификации. Порядок составления. 9. Создание нового файла в пакете Компас, Inventor 10. Назначение проекта в пакете Inventor, создание проекта 11. Создание файла детали, сборочной единицы, файла чертежа в средах Компас и Inventor 12. Команды работы со слоями в пакете Компас. Базовые и дополнительные возможности КОМПАС-3D и Autodesk Inventor Professional. 13. Принципы трехмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования. 14. Стандарты ЕСКД. Стандарты ISO. 15. Понятие о проекте и проектировании. Основные направления проектирования. 16. Характеристика процесса проектирования. Уровни проектирования. Специализация, концентрация и кооперирование в машиностроении

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>17. Исходные данные для технологического проектирования.</p> <p>18. Организация производства в цехе. Цели и задачи проекта производственной системы. Содержание технологического проектирования. Определение параметров оборудования. Классификация задач проекта.</p> <p>19. Основные понятия в технологическом проектировании: состав машиностроительного завода (цеха), производственная мощность, классификация производств, определение района, пункта и площадки строительства, очереди строительства и пусковых комплексов.</p> <p>20. Производственная программа, режим работы и фонды времени.</p> <p>21. Основные аспекты выполнения графической части проектной и рабочей документации. Общие принципы организации проектирования.</p> <p>22. Промышленная безопасность опасных производственных объектов.</p> <p>23. Проектная документация. Рабочая документация. Объем проектной документации и порядок представления ее на экспертизу.</p> <p>24. Исходные данные для технологического проектирования.</p> <p>25. Основные направления в проектировании современных цехов.</p>
Уметь	Разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, уметь разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	<p>Практическое задание:</p> <p>1. Консольно закрепленный вал вращается от шкива ременной передачи. Диаметр шкива 1,5 м, силы напряжения ведущей и ведомой ветвей ремня под нагрузкой 5,4 и 1,8 кН соответственно. Расстояние между осями, проходящими через центр подшипника и шкива, 400 мм. Определить диаметр вала, приняв допустимое касательное напряжение 42 МПа.</p>  <p>2. Проверить прочность в заданной точке конструкции по известным главным напряжениям, если $[\sigma] = 160 \text{ Н/мм}^2$. Применить гипотезу прочности наибольших касательных напряжений и гипотезу удельной потенциальной энергии изменения формы.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>Навыками разработки физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, а так же владеть навыками разработки методик и проведения экспериментов с анализом их результатов</p>	<p>Практическое задание:</p> <p>1. Узел, показанный на рисунке, нагружен растягивающими усилиями в 80 кН. Усилие передается от штанги X к штанге Y через цилиндрический штырь. Допускаемое растягивающее напряжение в штанге 100 Н/мм^2 и максимальное касательное напряжение (среза) 80 Н/мм^2. Найти диаметр штанги и штыря.</p> <p>Практическое задание:</p> <p>1) Спроектируйте недостающий вал теплогенератора (Рисунок 2).</p> <p>1 – полумуфта, 2 – крышка, 3 – корпус, 4 – кольцо, 5 – кольцо уплотнения, 6 – торцевое уплотнение, 7 – крыльчатка, 8 - гайка, 9 – стопорная шайба, 10 – винт.</p> <p>Рисунок 2 – Теплогенератор</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>1) Подберите и установите шариковые подшипники по ГОСТ 832-78, схема установки подшипника “Х” (Рисунок 2). Выполните ассоциативный 3D-2D рабочий чертеж вала. Точность размеров должна быть указана до одного знака после запятой (0.0). На чертеже должны быть указаны шероховатости, предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения, технические требования. Деталь изготавливается из стали 40Х ГОСТ 4543-71.</p>
<p>ПК-23: способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения</p>		
Знать	Необходимую документацию при проектировании технических объектов	<p style="text-align: center;">Вопросы для подготовки к зачету.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стадийность проектирования, основные требования к оформлению проектной и рабочей документации, стандарты ЕСКД и СПДС. 3. Резьбовые соединения. Элементы резьбы. Типы резьб. Изображение и обозначение резьбы. 4. Сварные соединения. Типы сварных соединений. Изображение и обозначение их на чертеже. 5. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Типы документов. Эскиз, рабочий чертеж. Особенности выполнения. 6. Сборочный чертеж, чертеж общего вида. Условности и упрощения при выполнении СЧ. 7. Стандартные изделия. Соединения болтовое, винтовое, шпилечное. Особенности их изображения на сборочных чертежах. 8. ГОСТ 2.401-68. Спецификация. Разделы спецификации. Порядок составления. 9. Создание нового файла в пакете Компас, Inventor 10. Назначение проекта в пакете Inventor, создание проекта 11. Создание файла детали, сборочной единицы, файла чертежа в средах Компас и Inventor 12. Команды работы со слоями в пакете Компас. Базовые и дополнительные возможности КОМПАС-3D и Autodesk Inventor Professional. 13. Принципы трехмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования. 14. Стандарты ЕСКД. Стандарты ISO. 15. Понятие о проекте и проектировании. Основные направления проектирования.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>16. Характеристика процесса проектирования. Уровни проектирования. Специализация, концентрация и кооперирование в машиностроении</p> <p>17. Исходные данные для технологического проектирования.</p> <p>18. Организация производства в цехе. Цели и задачи проекта производственной системы. Содержание технологического проектирования. Определение параметров оборудования. Классификация задач проекта.</p> <p>19. Основные понятия в технологическом проектировании: состав машиностроительного завода (цеха), производственная мощность, классификация производств, определение района, пункта и площадки строительства, очереди строительства и пусковых комплексов.</p> <p>20. Производственная программа, режим работы и фонды времени.</p> <p>21. Основные аспекты выполнения графической части проектной и рабочей документаций. Общие принципы организации проектирования.</p> <p>22. Промышленная безопасность опасных производственных объектов.</p> <p>23. Проектная документация. Рабочая документация. Объем проектной документации и порядок представления ее на экспертизу.</p> <p>24. Исходные данные для технологического проектирования.</p> <p>25. Основные направления в проектировании современных цехов.</p>
Уметь	Подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических работок с использованием средств автоматизации проектирования	<p style="text-align: center;">Практическое задание:</p> <p>1. Тяги 1 и 2 соединены между собой с помощью штыря 3, вставленного в их проушины, и нагружены, как показано на рис. 1. Определить допускаемое значение сил F, растягивающих тяги, при следующих значениях допускаемых напряжений: на растяжение $[\sigma_p] = 120$ МПа; на срез $[\tau_{ср}] = 80$ МПа; на смятие $[\sigma_{см}] = 210$ МПа.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p style="text-align: center;">Рис. 1</p>
Владеть	Навыками составления описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	<p style="text-align: center;">Практическое задание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Выполните расчет крепежного соединения, положение крепежных элементов указано на Рисунке 1. 2) Исходные данные для расчета: <ul style="list-style-type: none"> - осевая нагрузка на один крепежный элемент – 4500 Н; - коэффициент трения в резьбе (без смазки) – 0,155; - коэффициент трения головки (без смазки) – 0,15; - класс прочности материала – 8,8; - коэффициент затяжки – 1,7; - коэффициент запаса прочности (безопасности) – 2.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1249 229 1845 639" data-label="Image"> <p>The image shows a 3D CAD model of a mechanical assembly. A prominent yellow rectangular bracket is mounted on a grey metal structure. The bracket has two circular cutouts on its right side. The assembly includes various pipes, valves, and components, with some parts highlighted in green and orange. The background is white.</p> </div> <p data-bbox="927 643 1570 676">Рисунок 1 – Положение крепежных элементов</p> <ol data-bbox="927 679 1805 798" style="list-style-type: none"> 3) Установите крепеж согласно Рисунку 1. 4) Крепеж должен быть предохранен от самоотвинчивания. 5) Выполнить расчет с помощью САПР (Компас (Inventor)).

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Проектирование технологических машин и оборудования» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций. Всестороннее и систематическое знание основных определений и понятий, умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания, владеет профессиональным языком предметной области знания, обучающийся должен показать: способность к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию при постановке целей в сфере профессиональной деятельности с выбором путей их достижения; умение критически оценивать освоенные теории и концепции, переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности; способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности; умение организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Итоговая аттестация по дисциплине «Проектирование технологических машин и оборудования» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета (3 семестр).