

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 19 » января 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Расчет и цифровое проектирование сварных конструкций
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 252 (7)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 15.03.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Машиностроение (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Приобретение и усвоение знаний о расчетах сварных соединений на прочность, стандартных методах проектирования сварных конструкций.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Сварные соединения и сварные швы;
Сварочные напряжения и деформации;
Сварные конструкции стержневые;
Сварные конструкции листовые.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|-----------------|
| ПК-2.12 | ИД-1ПК-2.12 | Знает передовой отечественный и зарубежный опыт расчета и проектирования сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование, его устройство, принципы работы и выбор оптимальных режимов; виды и методы неразрушающего контроля и разрушающих испытаний сварных соединений согласно требованиям единой системы технологической документации. | Знает виды и методы неразрушающего контроля и разрушающих испытаний сварных соединений; требования единой системы технологической документации; порядок и методы планирования технической и технологической подготовки производства и выполнения сварочных работ; передовой отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование. | Экзамен |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|--------------------------|
| ПК-2.12 | ИД-2ПК-2.12 | <p>Умеет обосновать выбор конструктивных элементов сварных соединений для заданных условий работы; рассчитывать основные узлы сварных конструкций согласно требованиям нормативной и производственно-технологической документации; выполнять расчеты и определять оптимальные технологические режимы и параметры сварки; внедрять прогрессивные технологические процессы по сварке и родственным процессам используя современное сварочное и вспомогательное оборудование с учетом условий работы сварной конструкции.</p> | <p>Умеет определять соответствие сварочных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента требованиям нормативной и производственно-технологической документации; выполнять расчеты и определять оптимальные технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности; производить подбор сварочного и вспомогательного оборудования; внедрять прогрессивные технологические процессы по сварке и родственным процессам.</p> | Дифференцированный зачет |
| ПК-2.12 | ИД-3ПК-2.12 | <p>Владеет навыками и базовыми знаниями, которые позволяют обеспечить прочность, надёжность сварных конструкций при эксплуатации. Подобрать методику и произвести расчеты элементов конструкций.</p> | <p>Владеет навыками контроля соответствия свариваемых и сварочных материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента технологической документации; контроля соблюдения технологических процессов при производстве (изготовлении, монтаже, ремонте, реконструкции) сварных конструкций (изделий, продукции) или их элементов; контроля объема и своевременности проведения неразрушающего контроля и разрушающих испытаний сварных соединений; оформления исполнительной</p> | Курсовой проект |

| | | | | |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
| | | | документации по сварочному производству. | |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|-----|
| | | Номер семестра | |
| | | 6 | 7 |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 78 | 42 | 36 |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 30 | 14 | 16 |
| - лабораторные работы (ЛР) | | | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 44 | 26 | 18 |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 2 | 2 |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 138 | 66 | 72 |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | 36 | | 36 |
| Дифференцированный зачет | 9 | 9 | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | 36 | | 36 |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 252 | 108 | 144 |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 6-й семестр | | | | |
| Сварные соединения. | 4 | 0 | 4 | 16 |
| Типы механических характеристик сварных соединений. Основные виды сварных соединений, выполненных всеми видами сварки. Условные обозначения сварных соединений. Расчёт прочности сварных соединений при статическом нагружении. Связующие и рабочие напряжения. Хрупкое разрушение сварных соединений. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Собственные напряжения и деформации при сварке. | 5 | 0 | 10 | 25 |
| Напряжённо-деформационное состояние сварных соединений: собственные напряжения при сварке. Понятие и классификация собственных напряжений по способу образования, характеристика напряжённого состояния, области взаимной уравновешенности. Расчётные и экспериментальные методы определения собственных напряжений. Влияние собственных напряжений на эксплуатационные характеристики конструкций. | | | | |
| Деформации и перемещения конструкции от сварки. | 5 | 0 | 12 | 25 |
| Причины возникновения деформаций при сварке. Расчётные методы определения остаточных деформаций сварных конструкций с учётом технологического процесса сварки. Приближённый метод расчёта остаточных деформаций в балочных конструкциях. | | | | |
| ИТОГО по 6-му семестру | 14 | 0 | 26 | 66 |
| 7-й семестр | | | | |
| Стержневые системы. | 6 | 0 | 9 | 36 |
| Методы определения расчётных усилий при перемещающихся нагрузках. Понятие о линиях влияния в балках и стержневых системах. Линия влияния реакций опор, изгибающих моментов, поперечных сил в балках. Геометрическая неизменяемость и статическая определённость стержневых систем. Определение усилий в стержнях, статически определяемых ферм. Определение при помощи линий влияния усилий от заданных сосредоточенных и распределённых нагрузках. | | | | |
| Оболочковые конструкции. | 10 | 0 | 9 | 36 |
| Проектирование оболочковых конструкций (резервуары, цистерны). Особенности конструкций вертикальных цилиндрических резервуаров с плоскими днищами с учётом современного метода изготовления. Сферические резервуары. Горизонтальные цистерны. Расчёт прочности цилиндрической части, днищ и их сопряжений. Расчёт покрытий вертикальных цилиндрических резервуаров. Котлы и сосуды высокого давления. Правила конструирования и методы расчёта прочности котлов и сосудов высокого давления по нормативным документам. | | | | |
| ИТОГО по 7-му семестру | 16 | 0 | 18 | 72 |
| ИТОГО по дисциплине | 30 | 0 | 44 | 138 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|--|
| 1 | Расчёт на прочность основных типов сварных соединений. |
| 2 | Расчёт остаточных сварочных деформаций. |
| 3 | Расчёт сварных сопряжений, работающих на изгиб. |
| 4 | Расчёт балочных конструкций и колонн. |
| 5 | Расчёт сварных ферм. |
| 6 | Расчёт покрытия резервуаров. |

Тематика примерных курсовых проектов/работ

| № п.п. | Наименование темы курсовых проектов/работ |
|--------|--|
| 1 | Расчёт стержневой конструкции. |
| 2 | Расчёт сферического резервуара. |
| 3 | Расчёт вертикального цилиндрического резервуара. |
| 4 | Расчёт горизонтального цилиндрического резервуара. |
| 5 | Расчёт бункера. |
| 6 | Расчёт балочной конструкции. |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---------------------------------------|--|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Куркин С. А., Николаев Г. А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве : учебник для вузов. Москва : Высш. шк., 1991. 398 с. | 97 |
| 2 | Лучкин Р.С. Проектирование сварных конструкций : учебно-методическое пособие. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2008. 173 с. | 2 |
| 3 | Николаев Г. А., Винокуров В. А. Сварные конструкции. Расчёт и проектирование : учебник для вузов. Москва : Высш. шк., 1990. 446 с. | 50 |
| 4 | Серенко А. Н., Крумбольдт М. Н., Багрянский К. В. Расчёт сварных соединений и конструкций: примеры и задачи : учебное пособие для вузов. Киев : Вища шк., 1977. 335 с. | 52 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Куркин С. А., Николаев Г. А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве : учебник для вузов. Москва : Высш. шк., 1991. 398 с. | 97 |
| 2 | Недосека А. Я. Основы расчета сварных конструкций : учебное пособие для вузов. Киев : Вища шк., 1988. 263 с. | 9 |
| 3 | Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В. А. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 1971. 760 с. | 19 |
| 4 | Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В. А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 1982. 272 с. 17 усл. печ. л. | 39 |

| | | |
|---|---|----|
| 5 | Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В. А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 1983. 344 с. | 27 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| 1 | Автоматическая сварка : Сварка. Резка. Наплавка. Пайка. Нанесение покрытий международный научно-технический и производственный журнал. Киев : Сварка, 1948 - . | |
| 2 | Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике. Москва : Мастер-класс, 2006 - . | |
| 3 | Сварочное производство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1930 - . | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|--|---|---|
| Дополнительная литература | Мандриков А. П. Примеры расчета металлических конструкций / Мандриков А. П. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. | http://elib.pstu.ru/Record/lan9466 | сеть Интернет; авторизованный доступ |
| Основная литература | Серенко А. Н. Расчёт сварных соединений и конструкций: примеры и задачи : учебное пособие для вузов / А. Н. Серенко, М. Н. Крумбольдт, К. В. Багрянский. - Киев: Вища шк., 1977. | http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3265 | локальная сеть; авторизованный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|----------------------|---|
| Операционные системы | MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022) |
| Офисные приложения. | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|---|---|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | http://lib.pstu.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Курсовой проект | Персональный компьютер | 8 |
| Лекция | Ноутбук, проектор | 1 |
| Практическое занятие | Персональный компьютер | 8 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

| |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|