

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине Б.1.2.8
«Проектирование сварных конструкций»

Направление 15.03.01 «Машиностроение»
Профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Форма обучения - заочная
Курс 4/5
Семестр 8/9
Зачетные единицы 4/4
Зачет 8
Экзамен 9
Контрольная работа – 8
Курсовая работа 9
Лекций 6/8
Практических занятий 10/10
Лабораторные занятия 0/4
СРС 128/122
Всего часов 144/144

1. Цели и задачи дисциплины.

Цель дисциплины: изучение методов проектирования сварных конструкций, изготовленных из различных материалов для различных условий эксплуатации на основе прочностных расчетов сварных швов выполненных различными способами сварки.

Задачи дисциплины: формирование навыков и умений по следующим направлениям деятельности:

- владеть информацией о механических свойствах сталей, металлов и сплавов, а также сварных швов на их основе;
- уметь составлять расчётные схемы и проводить расчёты на прочность сварных соединений;
- разбираться в причинно-следственных связях влияния основных параметров сварочного (наплавочного) цикла на образование внутренних напряжений и деформаций в сварных конструкциях и знать пути их снижения;
- уметь составлять технические задания на проектирование сварных конструкций;
- осуществлять авторский надзор за реализацией проектных решений.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина базируется на знаниях и умениях студентов, полученных ими при изучении высшей математики, физики, теории сварочных процессов.

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Переаттестованные часы изучены в рамках программы СПО.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- ПК-5 - умение учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании;

После изучения данной дисциплины студент должен:
знать основные виды сварных конструкций; этапы проектирования сварных конструкций; основные особенности проектирования сварных конструкций;

уметь анализировать условия эксплуатации сварных конструкций; выбирать типовые конструктивные решения сварных конструкций; выбирать методики расчета сварных швов и конструкций;

владеть основными методиками расчета сварных швов и конструкций.

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

После изучения данной дисциплины студент должен:
знать особенности патентных исследований при проектировании сварных конструкций;
уметь обеспечивать патентную чистоту проектных решений сварных конструкций;
владеть определением патентоспособности и технического уровня проектных решений сварных конструкций.

Изучение дисциплины заканчивается зачетом / экзаменом.

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

№ Темы	Наименование темы	Распределение час.				
		Всего	Лекц.	Прак.	Лаб.	СРС
8 семестр						
1	Механические свойства материалов для сварных конструкций. Дефекты сварных швов.	52	2	4	-	46
2	Принципы расчета сварных соединений по предельным состояниям и допускаемым напряжениям.	92	4	6	-	82
Итого		144	6	10	-	128
9 семестр						
3	Фермы. Определение нагрузок в элементах ферм. Расчет напряжений и деформаций в узлах ферм.	48	2	4	-	42
4	Сварные балки. Подбор сечений. Общая устойчивость балок. Местная устойчивость балок. Пример расчета балки.	56	4	6	4	42
5	Образование деформаций. Напряжений и перемещений при сварке	40	2	-	-	38
Итого		144	8	10	4	122

5. Содержание лекционного курса 8 семестр

№ темы	Всего час.	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции.	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	2	Механические свойства материалов для сварных конструкций. Химический состав сталей и их маркировка Дефекты сварных швов.	1,3,5
2	4	Принципы расчета сварных соединений по предельным состояниям и допускаемым напряжениям. Задание допускаемых напряжений $[\sigma]$ и $[\tau]$. Коэффициенты надежности k и условий работы m для сварных конструкций.	1,2,3,5
Всего часов: 6			

9 семестр

№ темы	Всего час.	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции.	Учебно-методическое обеспечение
3	2	Фермы. Определение нагрузок в элементах ферм. Классификация ферм. Конструкция статически определимых ферм	1,3,4
4	2	Расчет напряжений и деформаций в узлах ферм. Определение усилий элементов ферм аналитическим методом.	1,3,4
4	2	Сварные балки. Подбор сечений. Общая устойчивость. Местная устойчивость. Расчет балок с учетом пластических деформаций. Сварные соединения. Примеры конструкций сварных балок.	1,2,4
5	2	Основы расчета сварных соединений. Нагрузочные характеристики сварных швов (стыковых, угловых, лобовых, фланговых) и их расчет на растяжение.	1,3,4,5
Всего часов: 8			

6. Содержание коллоквиумов

(не предусмотрено учебным планом)

7. Перечень практических занятий

8 семестр

№ темы	Всего часов	Тематика практических занятий	Учебно-методическое обеспечение
1	4	Механические характеристики материалов. Основные группы сталей и их механические характеристики. Сортамент сталей и выбор S, W, J.	1,2,4,7
2	6	Расчет сварных соединений по предельным состояниям и допускаемым напряжениям.	1,2,3,5,7
Всего	10 ч.		

9 семестр

№ темы	Всего часов	Тематика практических занятий	Учебно-методическое обеспечение
3	4	Расчет балки (стойки) с заданными нагрузкой и размерами сечения.	1,2,4,8
4	6	Расчет сварной рамы.	1,2,4,8
Всего	10 ч.		

8. Перечень лабораторных работ

9 семестр

№ темы	Всего часов	Тематика практических занятий	Учебно-методическое обеспечение
4	4	Расчет сварной балки в Mathcad.	1,3,4,5,6,8
Всего: 4			

9. Задания для самостоятельной работы студентов 8 семестр

№ темы	Всего Часов	Вопросы	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	18	Влияние температуры на механические свойства материалов для сварных конструкций.	1,3,4,5,7
2	10	Выбор сортамента по ГОСТ.	1,3,4,5,7
3	10	Выбор коэффициентов k и m .	1,3,4,5,7
4	10	Основные уравнения расчета сварных соединений (растяжение, изгиб, кручение).	1,3,4,5,7
5	10	Модели концентраторов напряжений.	1,3,4,5,7
6	20	Усталость. Построение диаграммы усталостной прочности.	1,3,4,5,7
7	10	Примеры приемов для уменьшения деформаций и перемещений.	1,3,4,5,7
8	20	Основы расчета сварных соединений. Концентраторы напряжений. Влияние низких и высоких температур на прочностные свойства сварных соединений.	1,3,4,5,7
9	20	Усталость. Циклические нагрузки. Основные методы расчетов сварных сопряжений элементов, работающих на изгиб.	1,3,4,5,7
10	20	Методы уменьшения деформаций и перемещений. Холодные и горячие трещины	1,3,4,5,7
Всего	128 ч.		

9 семестр

1	2	3	4
11	28	Примеры расчета напряжений и деформаций в узлах ферм.	1,3,4,5,8
12	32	Уравнения расчетов общей и местной устойчивости балок.	1,3,4,5,8
13	30	Уравнения для расчета стоек.	1,3,4,5,8
14	32	Уравнения для расчета оболочковых конструкций.	1,3,4,5,8
Всего	122		

Методические рекомендации к выполнению СРС находятся в ИОС [7], [8].

10. Контрольная работа

Описать в реферативном виде характеристики стали, используемой в сварном соединении.

Выбирать из задания на ВКР или любую представленную сталь [7].

1. Низколегированные:

15ХСНД

ЮХСНД

15ГС
 14ХГС
 10Г2СД
 09Г2
 14Г2 и др.
 12ГС
 17ГС
 09Г2С и др.

2. Алюминиевые сплавы:

Алюминий: АДоч, АДн, АД000, АОО(1010), АД0(1011), АД1(1013), АДС, АД(1015).

Сплавы: ММ(1511), АМц(1400), АМцС(1401), Д12(1521), АМГ1(1510), АМГ2(1520), АМГ3(15Э0), АМГ3С, МГ4(!540), АМГ5(1550), АМГ6(1560), АМГ61(1561), АД31(13210), АД33(1330), АД35 (1350), АВ(1341), АВч, АВпч, Д1(1100), В65(1157), Д12, Д16(1160). Л180 187). АК4(1140). АК4-К1141) АК6П360). АК8П380). В95(1950), 1915, 1925

ОСТ1 92014-90

Сплавы: 1541. 1541пч, 1543. АД31 Е(1310Е), 1320, В930930). 1901. 1903. 1905.1911, В92(1920), 1935. Ак12Д

ОСТ1 90048

Сплавы: Д1ч, Д16ч, 1163, Д19(1190), Д19ч, ВД17(П70), Д24(1191), Д20(1200), Д21(1210), АК4-12, АК4-2ч(1143), АК6-1, АК6ч, 1201, 1205, В96Ц(1960), В96Ц-3(1965), В91(1913), В94(1940), 1955, 1953

ОСТ1 90026

Сплавы: 1161, В95пч, В95оч, 1973, В93пч, 1933, В96Цпч (1960 пн)

3. Нержавеющая сталь:

08Х18Н9

08Х18Н10

10Х17Н13М2

10Х17Н13М2Т

10Х17Н13М3Т

сталь 12Х17 и др.

11. Курсовая работа

Тема курсовой работы:

Спроектировать стержневую конструкцию (балка, стойка), выполнить расчет стержневой конструкции по заданным нагрузкам и размерам сечения.

Вариант задания и марка свариваемых материалов выбирается по таблицам заданий [8] и указанию преподавателя.

Варианты		$P_z, \text{кН}$		
1-9		100		
10-18		300		
19-27		200		
Варианты		Q_y/P_z	$e_y, \text{мм}$	$e_x, \text{мм}$
1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25		0,4	300	0
2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26		0,5	400	0
3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27		0	800	200
Варианты	Тип сечения			
	стойки	Балки		
1, 3, 7, 8, 14, 17, 19, 20, 22	К	2Ш		
2, 4, 11, 12, 13, 15, 21, 24, 27	2Ш	К		
5, 6, 9, 10, 16, 18, 23, 25, 26	К	2Ш		
Подвариант	$h_{\text{max}}, \text{мм}$	$b_{\text{max}}, \text{мм}$		
А	450	300		
Б	240	150		

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом.

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

Критерии формирования компетенций:

Знания достигаются путем посещения всех лекций и выполнения заданий СРС.

Умения достигаются выполнением всех практических работ.

Владение достигается выполнением коллоквиумов, всех практических работ и проверочных задач.

Перечень компетенций и этапы формирования:

ПК-5: умение учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании

№ п/п	Код и наименование дисциплины по базовому учебному плану	Части компонентов	Технология формирования	Средства и технологии оценки	
1	2	3	4	5	
1	Б.1.2.9	Проектирование сварных конструкций	Знает: - основные виды сварных конструкций; - этапы проектирования сварных конструкций; - основные особенности проектирования сварных конструкций	Лекции, самостоятельная работа студентов	Зачет Экзамен

			<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать условия эксплуатации сварных конструкций; - выбирать типовые конструктивные решения сварных конструкций; - выбирать методики расчета сварных швов и конструкций 	<p>Лекции, практические занятия, курсовая работа</p>	<p>Зачет Экзамен</p>
			<p>Владеет:</p> <p>основными методиками расчета сварных швов и конструкций</p>	<p>Лабораторные работы, практические занятия, курсовая работа</p>	<p>Зачет Экзамен, курсовая работа</p>

Уровни освоения компетенции ПК-5

№ п/п	Код и наименование дисциплины по базовому учебному плану	Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	
1	2	3	4	
1	Б.1.2.9	Проектирование сварных конструкций	Пороговый (удовлетворительно)	Знает: основные особенности проектирования сварных конструкций
				Умеет: выбирать типовые конструктивные решения сварных конструкций
				Владеет: применением основных расчетных формул при проектировании сварных конструкций
			Продвинутый (хорошо)	Знает: основные виды типовых сварных конструкций
				Умеет: выбирать типовые методики расчета сварных швов и конструкций
				Владеет: применением расчетных формул при проектировании сварных конструкций

			сварных конструкций
		Высокий (отлично)	Знает: основные виды сварных конструкций
			Умеет: выбирать методики расчета сварных швов и конструкций
			Владеет: основными методиками расчета сварных швов и конструкций

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

№ п/п	Код и наименование дисциплины по базовому учебному плану	Части компонентов	Технология формирования	Средства и технологии оценки	
1	2	3	4	5	
1	Б.1.2.9	Проектирование сварных конструкций	Знает: особенности патентных исследований при проектировании сварных конструкций	Лекции, самостоятельная работа студентов	Зачет Экзамен
			Умеет: обеспечивать патентную чистоту проектных решений сварных конструкций	Лекции, практические занятия, курсовая работа	Зачет Экзамен
			Владеет: определением патентоспособности и технического уровня проектных решений сварных конструкций	Лабораторные работы, практические занятия, курсовая работа	Зачет Экзамен, курсовая работа

Уровни освоения компетенции ПК-9

№ п/п	Код и наименование дисциплины по базовому учебному плану	Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
1	2	3	4

1	Б.1.2.9	Проектирование сварных конструкций	Пороговый (удовлетворительно)	Знает: принципы патентных исследований при проектировании сварных конструкций
				Умеет: анализировать патентную чистоту проектных решений сварных конструкций
				Владеет: анализом патентоспособности и технического уровня проектных решений сварных конструкций
			Продвинутый (хорошо)	Знает: основные особенности патентных исследований при проектировании сварных конструкций
				Умеет: определять патентную чистоту проектных решений сварных конструкций
				Владеет: методикой определения патентоспособности и технического уровня проектных решений сварных конструкций
			Высокий (отлично)	Знает: особенности патентных исследований при проектировании сварных конструкций
				Умеет: обеспечивать патентную чистоту проектных решений сварных конструкций
				Владеет: определением патентоспособности и технического уровня проектных решений сварных конструкций

ПК-5 в части: умение учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании *формируется* на лекциях, самостоятельных работах и закрепляется выполнением практических и лабораторных работ, оценивается выполнением курсовой работы, вопросами зачета и экзамена;

ПК-9 в части: умение проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий *формируется* на лекциях, практических занятиях, самостоятельных работах и закрепляется выполнением

самостоятельных, практических и лабораторных работ, оценивается выполнением курсовой работы, вопросами зачета и экзамена.

Успешное освоение компетенции достигается путем освоения теоретического материала (30%), освоения практических методов решения задач и лабораторных работ (40%), осуществления самостоятельной работы над темами дисциплины (30%).

Контроль освоения дисциплины проходит в форме зачета и экзамена, в сочетании отчета по теоретическим вопросам курса на коллоквиумах, отчетов по индивидуальным домашним заданиям и контрольных вопросов по тестам.

Экзамен и зачет по данной дисциплине проводится в два этапа: в форме тестирования и собеседования по результатам тестирования.

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме зачета в сочетании различных форм (тестирования и собеседования). Успешное освоение компетенций достигается путем выполнения теоретического отчета (50%), решения практического задания (50%).

14. Вопросы для зачета

1. Материалы сварных конструкций.
2. Стали, основные марки.
3. Цветные металлы и сплавы.
4. Сортамент.
5. Принцип расчета сварных соединений по предельным состояниям и допускаемым напряжениям.
6. Распределение напряжений в сварных швах.
7. Концентрация напряжений в соединениях полученных сваркой.
8. Влияние низких температур на свойства сварных соединений.
9. Влияние высоких температур на свойства сварных соединений.
10. Прочность основного металла в сварных соединениях при переменных нагрузках.
11. Диаграмма усталостной прочности.
12. Влияние на усталостную прочность термообработки сварных соединений.
13. Распределение остаточных напряжений в сварных соединениях.
14. Методы уменьшения сварочных напряжений, деформаций и перемещений в конструкциях.
15. Горячие трещины.
16. Холодные трещины.
17. Повышение сопротивляемости образованию горячих и холодных трещин.

Вопросы для экзамена:

18. Понятие о фермах.
19. Классификация ферм.

20. Определение усилий стержней фермы аналитическим методом.
21. Определение расчетных усилий в балках методом линий влияния.
22. Определение усилий стержней ферм при нахождении груза на поясе.
23. Сварные балки (конструкция).
24. Расчет жесткости и прочности балок (подбор сечений).
25. Общая устойчивость.
26. Местная устойчивость.
27. Сварные соединения в конструкциях балок.
28. Сварные стойки.
29. Прочность и устойчивость стоек со сплошными поперечными сечениями при центральном приложении усилий.
30. Прочность и устойчивость стоек при эксцентрично приложенной силе.
31. Расчет устойчивости стойки, имеющей поперечное сечение со свободной осью.
32. Соединительные элементы в конструкциях сварных стоек.
33. Расчет прочности сварных элементов по способу расчленения на составляющие.
34. Расчет прочности сварных элементов по способу полярного момента инерции.
35. Расчет прочности сварных элементов по способу осевого момента инерции.
36. Типы сварных ферм.
37. Узлы ферм.
38. Стыковые соединения поясов.
39. Примеры расчета ферм.
40. Оболочковые сварные конструкции.
41. Расчет оболочек по методу Лапласа.
42. Цистерны.
43. Газгольдеры и сферические резервуары.
44. Тонкостенные сосуды.
45. Трубопроводы.

15. Тестовые задания по дисциплине

Нет.

16. Образовательные технологии

Дистанционные образовательные технологии применяются на основе ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А., на основе самостоятельного изучения материалов по всем видам образовательной деятельности в соответствии с учебным планом.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

1. Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint или их аналоги для просмотра и редактирования текста и презентаций).
2. Проигрыватель Windows Media (или аналогичная программа для просмотра видеофильмов с установленными кодеками последней доступной версии),
3. Adobe Acrobat Reader (или аналогичная программа для просмотра PDF-файлов)
4. Программный пакет MathCad, Компас, Solid Works

17. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Основная:

1. Парлашкевич В.С. Сварка строительных металлических конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Парлашкевич В.С., Белов В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16336>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
<http://www.iprbookshop.ru/16336.html>
2. Хайдарова А.А. Практикум по конструированию сварочных приспособлений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Хайдарова А.А., Гнюсов С.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 63 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34697>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
<http://www.iprbookshop.ru/34697.html>
3. Оборудование и основы технологии сварки металлов давлением и плавлением : учеб.пособие / под ред.: Г.Г. Чернышова, Д.М. Шашина. – СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2013. – 464 с.
Экземпляров: 30.

Дополнительная:

4. Храмцов, Н. В. Основы материаловедения: учеб. пособ. / Н. В. Храмцов. - М. : Издательство АСВ, 2011. – 240 с.
Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937701.html?SSr=5201337b56167f0cf9ac505sstu>
5. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. В 2-х томах / Под общ. ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышова. – М.: Машиностроение, 2004.
Экземпляры всего: 16
ч/зо (1), аб (15)
6. Металловедение и сварка [Электронный ресурс]: учебное пособие. Лабораторный практикум / В.Е. Гордиенко [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. – 55с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19008>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
<http://www.iprbookshop.ru/19008.html>

7. <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/SM/15.03.01z/B.1.2.9-8/DocLib/Forms/AllItems.aspx>

8. <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/SM/15.03.01z/B.1.2.9-9/DocLib/Forms/AllItems.aspx>

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Перечень и описание учебных аудиторий: при реализации учебного процесса: проведения практических, лабораторных, лекционных занятий используются типовые учебные аудитории и лаборатории оснащенные учебной мебелью и мультимедиа, учебно-наглядными пособиями и учебным оборудованием.

Перечень и описание помещений для самостоятельной работы: компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с выходом в интернет.

Перечень и описание помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: учебно-научная лаборатория, со вспомогательными помещениями, оснащенными для профилактического обслуживания учебного оборудования.

Электронная библиотека вуза:

<http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/mellib>

Лицензионное программное обеспечение: *Microsoft Office*, Компас, *Solid Works*.

Используемая вычислительная техника: персональные компьютеры с установленными лицензионными программными комплексами *Microsoft Office*, Компас, *MathCad*, *Solid Works*.

Перечень оборудования информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: система мультимедиа, состоящая из проектора, акустической системы, персонального компьютера с установленными лицензионными программными комплексами *Microsoft Office*, *Компас*, *MathCad*, *Solid Works*.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 15.03.01 «Машиностроение» (степень «бакалавр»).