

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра обработки металлов давлением и сварки



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Могильная Е.П.

(подпись)

« 18 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ СВАРОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И  
ДЕФОРМАЦИЙ»

По направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение  
Профиль: «Оборудование и технология сварочного производства»

Луганск – 2023



Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций» по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение. – \_\_\_ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 августа 2020 года № 1025.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Серебряков А.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры обработки металлов давлением и сварки «11» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

обработки металлов давлением и сварки С.А.С-5 Стоянов А.А.

Переутверждена: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института \_\_\_\_\_  
«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической

комиссии института технологий и инженерной механики Ясуник С.Н. Ясуник С.Н.

## 1 СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Общая характеристика</b>		
Укрупнённая группа направлений подготовки (УГНП)	15.00.00-Машиностроение	
Направление подготовки	15.04.01 Машиностроение	
Профессиональная направленность (магистерская программа)	Оборудование и технология сварочного производства	
Образовательно-квалификационный уровень	Магистр	
Цикл	Профессиональный	
Часть	Вариативная по выбору студента	
Год подготовки	1-ой	
Семестр	2-ой	
<b>Объёмы и виды учебной работы</b>	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общий объем час/ЗЕ	144/4.0	
Вид итогового контроля	зачет	
Учебных недель	12	12
Недельная часовая нагрузка:		
- аудиторная	5	1,5
- самостоятельная работа	7	10.5
Соотношение аудиторных занятий к общему объёму дисциплины	0.42	0.12
Лекций, час	24	6
Практических занятий, час	24	10
Лабораторных занятий, час	12	2
Самостоятельная работа, час	84	126
в том числе: индивидуальное задание, час	18	

## 2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Цель преподавания дисциплины

Научить студентов, обучающихся по образовательно-квалификационному уровню магистра основам оценки уровня возникающих при сварке сварочных напряжений и деформаций и методам их уменьшения.

### 2.2. Задачи изучения дисциплины

**Изучив дисциплину, студент должен:**

**Знать:** принципиальные подходы к определению возникающих при сварке напряжений и деформаций и их влиянии на работоспособность сварных конструкций; методики оценки уровня остаточных сварочных напряжений и деформаций; методы, способы и мероприятия по уменьшению сварочных напряжений и деформаций и принципы их рационального выбора.

**Уметь:** определять возникающие при сварке конкретных конструкций деформации, оценивать их уровень и влияние на работоспособность и качество изделия; выбирать рациональный способ уменьшения сварочных напряжений и деформаций при сварке конкретных конструкций.

**Иметь представление:** о механизмах образования сварочных напряжений; о технико-экономических показателях, применяемых способах уменьшения сварочных напряжений и деформаций.

### **2.3. Цель элементов дисциплины**

**2.3.1. Цель проведения лекций** – изучить основной материал дисциплины, включающий вопросы наиболее важные в теоретическом и практическом отношении для будущих специалистов сварочного производства, с целью формирования у студентов системы знаний о сварочных напряжениях и деформациях, их влиянии на работоспособность сварных конструкций и методов их уменьшения.

**2.3.2. Цель проведения лабораторных занятий** – изучение методов уменьшения сварочных напряжений и деформаций путём исследования их характеристик.

**2.3.3. Цель выполнения самостоятельной работы** – приобретение студентами навыков самостоятельной работы с учебной и научно-технической литературой и изучение материала разделов дисциплины, не охватываемых лекциями.

**2.3.4.** Перечисленные требования к результатам обучения по данной дисциплине в соответствии с требованиями к результатам освоения основной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства» направлены на формирование следующих компетенций:

**профессиональных:**

способность к руководству деятельностью сварочного производства и обеспечением ее контроля (ПК-2).

## **3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1 ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС**

#### **Модуль (раздел) 1. МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВАРОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ.**

**Тема 1.1. Влияние сварочных напряжений и деформаций на работоспособность и качество сварных изделий.**

Влияние сварочных напряжений на работоспособность сварных соединений. Влияние пластических деформаций в околошовной зоне на работоспособность сварных соединений. Влияние сварочных деформаций на работоспособность и качество сварных конструкций.

## **Тема 1.2. Неравномерный сварочный нагрев и пластическая деформация как причины образования сварочных напряжений и деформаций.**

Пластическая деформация в шве и околошовной зоне как результат неравномерного сварочного нагрева. Пластическая деформация как причина образования сварочных напряжений и деформаций. Факторы, влияющие на общий уровень остаточных сварочных напряжений и деформаций.

## **Тема 1.3. Классификация и распределение сварочных напряжений.**

Сварочные напряжения во времени. Сварочные напряжения в пространстве: связь с координатными осями, связь с напряженно-деформированным состоянием тела. Виды напряженных состояний сварных соединений.

Распределение сварочных напряжений в соединениях с продольными швами на тонком металле. Распределение сварочных напряжений в соединениях с многопроходными швами и швами, выполненными электрошлаковой сваркой. Сварочные напряжения в круговых и кольцевых швах.

## **Тема 1.4. Классификация сварочных деформаций. Остаточные сварочные деформации в различного рода конструкциях.**

Сварочные деформации во времени. Основные виды сварочных деформаций и причины их появления. Продольная и поперечная усадка. Сварочные деформации в балочных конструкциях. Угловые деформации от прямолинейных швов. Сварочные деформации при сварке тонколистового металла. Сварочные деформации от соединений в оболочковых конструкциях.

## **Модуль (раздел) 2. МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ СВАРОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ.**

### **Тема 2.1. Методы уменьшения сварочных деформаций, применяемые до сварки.**

Конструктивные мероприятия по уменьшению сварочных деформаций. Технологические мероприятия, разрабатываемые на стадии проектирования технологических процессов.

### **Тема 2.2. Методы уменьшения сварочных деформаций, применяемые в процессе сварки.**

Методы, основанные на закреплении свариваемых изделий. Метод обратных деформаций. Методы с предварительным и сопутствующим приложением нагрузок в активной зоне. Методы, основанные на регулировании тепловых полей: технологические охлаждаемые планки и пасты.

### **Тема 2.3. Правка сварных конструкций.**

Механические способы правки сварных конструкций. Правка прокаткой, правка локальной механической обработкой, правка в растягивающих машинах, механическая правка узлов сварных оболочковых конструкций. Термические способы правки сварных конструкций. Термомеханические способы правки сварных конструкций.

### **Тема 2.4. Механические методы уменьшения сварочных напряжений.**

Методы с предварительным и сопутствующим приложением нагрузок в активной зоне. Методы локальной механической обработки. Виброобработка.

**Тема 2.5. Термические методы уменьшения сварочных напряжений.** Отпуск сварных конструкций. Механизм уменьшения сварочных напряжений при высоком отпуске. Местный отпуск. Предварительный сопутствующий подогрев.

**Тема 2.6.** Техничко-экономическое обоснование применяемых способов уменьшения сварочных напряжений и деформаций.

### **3.2 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

1. Влияние жёсткости сварных соединений на уровень остаточных сварочных деформаций.

2. Влияние геометрических характеристик поперечных сечений сварных соединений на уровень остаточных прогибов.

3. Влияние механических характеристик свариваемых материалов на уровень остаточных сварочных напряжений.

4. Оценка влияния параметров местной термической обработки на уровень остаточных сварочных деформаций.

5. Влияние параметров высокого отпуска на уровень снижения остаточных сварочных напряжений.

### **3.3 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

1. Расчет деформаций при сварке листовых конструкций.

2. Расчет усилий прижатия для уменьшения деформаций при сварке листовых конструкций.

3. Расчет деформаций при сварке балочных конструкций.

4. Расчет усилий прижатия для уменьшения деформаций при сварке балочных конструкций.

5. Расчет деформаций при сварке продольных и кольцевых швов цилиндрических резервуаров.

6. Расчет усилий прижатия для уменьшения деформаций при сварке продольных и кольцевых швов цилиндрических резервуаров.

7. Расчеты параметров местной термической обработки на снижение остаточных сварочных деформаций.

8. Расчет поперечной усадки в различных сварных металлоконструкциях.

9. Расчет усилий для создания обратных деформаций.

10. Расчет параметров высокого отпуска на снижение остаточных сварочных напряжений.

11. Расчет экономической эффективности мероприятий по уменьшению сварочных напряжений и деформаций.

## **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ: РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**

В расчетно-графической работе по данной дисциплине необходимо: определить виды возникающих деформаций при сварке заданных конструкций, рассчитать уровень остаточных деформаций, предложить наиболее рациональные способы их уменьшения при изготовлении конструкции в условиях

единичного и мелкосерийного производства и в условиях крупносерийного производства.

## 5 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Очная форма обучения

Учебная неделя	Тема, краткое содержание учебного занятия	Объем, час	Демонстрационные материалы, ТСО, контрольные мероприятия	Литература для самостоятельной работы
1	<b>Раздел 1. МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВАРОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ</b> <b>Лекция 1.</b> <b>Тема 1.1.</b> Влияние сварочных напряжений и деформаций на работоспособность и качество сварных изделий.	2	Видеокomпьютерные слайды (5шт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.15-60
	<b>Практическое занятие 1.</b> <b>Тема:</b> 1.Расчет деформаций при сварке листовых конструкций	2		[11.2.3] с.77-97
2	<b>Лекция 2.</b> <b>Тема 1.2.</b> Неравномерный сварочный нагрев и пластическая деформация как причины образования сварочных напряжений и деформаций.	2	Видеокomпьютерные слайды (5шт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.135-155
	<b>Практическое занятие 2.</b> <b>Тема:</b> Расчет усилий прижатия для уменьшения деформаций при сварке листовых конструкций.	2		[12.5]
	<b>Лабораторная работа № 1.</b> <b>Тема:</b> Влияние жёсткости сварных соединений на уровень остаточных сварочных деформаций.	2	Лабораторный стенд	[12.1]
3	<b>Лекция 3.</b> <b>Тема 1.3.</b> Классификация и распределение сварочных напряжений	2	Видеокomпьютерные слайды (6шт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.45-95
	<b>Практическое занятие 3.</b> <b>Тема:</b> Расчет деформаций при сварке балочных конструкций.	2		[12.5]
4	<b>Лекция 4.</b> <b>Тема 1.4.</b> Виды сварочных деформаций. Классификация сварочных деформаций. Остаточные сварочные деформации в различного рода конструкциях.	2	Видеокomпьютерные слайды (15шт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.77-97
	<b>Практическое занятие 4.</b> <b>Тема:</b> Расчет усилий прижатия для уменьшения деформаций при сварке балочных конструкций	2		[11.1.1] с.77-97



Учебная неделя	Тема, краткое содержание учебного занятия	Объем, час	Демонстрационные материалы, ТСО, контрольные мероприятия	Литература для самостоятельной работы
	<b>Лабораторная работа № 2.</b> Тема: Влияние геометрических характеристик поперечных сечений сварных соединений на уровень остаточных прогибов.	2	Лабораторный стенд	[12.1]
5	<b>Модуль (раздел) 2. МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ СВАРОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ.</b> <b>Лекция 5.</b> Тема. Методы уменьшения сварочных деформаций, применяемые до сварки.	2		[11.1.1] с.223-256
	<b>Практическое занятие 5.</b> Тема: Расчет деформаций при сварке продольных и кольцевых швов цилиндрических резервуаров.	2		[12.5]
6	<b>Лекция 6.</b> Тема. Методы уменьшения сварочных деформаций, применяемые в процессе сварки.	2	Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.223-256
	<b>Практическое занятие 6.</b> Тема: Расчет деформаций при сварке продольных и кольцевых швов цилиндрических резервуаров.	2		[12.5]
	<b>Лабораторная работа № 3.</b> Тема: Влияние механических характеристик свариваемых материалов на уровень остаточных сварочных напряжений.	2	Лабораторный стенд	[12.1]
7	<b>Лекция 7.</b> Тема. Методы уменьшения сварочных деформаций, применяемые после сварки.	2	Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.223-256
	<b>Практическое занятие 7.</b> Тема: Расчет усилий прижатия для уменьшения деформаций при сварке продольных и кольцевых швов цилиндрических резервуаров.	2		[12.5]
8	<b>Лекция 8.</b> Тема. Правка сварных конструкций.	2	Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.223-256
	<b>Практическое занятие 8.</b> Тема: Расчеты параметров местной термической обработки на снижение остаточных сварочных деформаций	2		[12.5]



Учебная неделя	Тема, краткое содержание учебного занятия	Объем, час	Демонстрационные материалы, ТСО, контрольные мероприятия	Литература для самостоятельной работы
	<b>Лабораторная работа № 4.</b> Тема: Оценка параметров местной термической обработки на уровень остаточных сварочных деформаций.	2	Образцы, пост газовой сварки, муфельная печь, деформометр	[12.1]
9	<b>Лекция 9.</b> Тема. Правка сварных конструкций.	2	Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.223-256
	<b>Практическое занятие 9.</b> Тема: Расчет поперечной усадки в различных сварных металлоконструкциях.	2		[12.5]
10	<b>Лекция 10.</b> Тема 5.1. Методы уменьшения сварочных напряжений. Механические методы уменьшения сварочных напряжений.	2	Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.223-256
	<b>Практическое занятие 10.</b> Тема: Расчет усилий для создания обратных деформаций	2		[12.5]
	<b>Лабораторная работа № 5.</b> Тема: Влияние параметров высокого отпуска на уровень снижения остаточных сварочных напряжений.	4	Образцы, муфельная печь, Прибор «Тон5».	[11.2.2] с.77-97
11	<b>Лекция 11.</b> Тема 5.2. Термические методы уменьшения сварочных напряжений.	2	Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.223-256
	<b>Практическое занятие 11.</b> Тема: Расчет параметров высокого отпуска на снижение остаточных сварочных напряжений	2		[11.2.2] с.77-97
12	<b>Лекция 12.</b> Тема 5.3. Техничo-экономическое обоснование применяемых способов уменьшения сварочных напряжений и деформаций.	2		[11.2.3] с.77-97
	<b>Практическое занятие 12.</b> Тема: Расчет экономической эффективности мероприятий по уменьшению сварочных напряжений и деформаций	2		[11.2.3] с.77-97
	<b>Лабораторная работа № 5.</b> Тема: Влияние параметров высокого отпуска на уровень снижения остаточных сварочных напряжений.		Лабораторный стенд	[11.2.2] с.77-97

## 5.2. Заочная форма обучения

Учебное занятие	Тема, краткое содержание учебного занятия	Объем, час	Демонстрационные материалы, ТСО, контрольные мероприятия	Литература для самостоятельной работы
1	<p><b>Раздел 1. МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВАРОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ</b></p> <p>Лекция 1.</p> <p><b>Тема 1.1. Механизм образования и распределение сварочных напряжений и деформаций</b></p> <p><b>Краткое содержание.</b> Влияние сварочных напряжений и деформаций на работоспособность и качество сварных изделий. Классификация и распределение сварочных напряжений. Остаточные сварочные деформации в различного рода конструкциях.</p>	2	Видеокomпьютерные слайды (5шт), видеокomпьютерный комплекс	[11.2.3] с.77-97
2	<p><b>Раздел 2. МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ СВАРОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ</b></p> <p>Лекция 4.</p> <p><b>Тема 2.1. Методы уменьшения сварочных деформаций</b></p>	2	Видеокomпьютерные слайды (11шт), видеокomпьютерный комплекс	[11.1.1] с.223-256
3	<p>Лекция 5.</p> <p><b>Тема 2.2. Методы уменьшения сварочных напряжений.</b></p>	4	Видеокomпьютерные слайды (11шт), видеокomпьютерный комплекс	[11.2.2] с.77-97
4	<p><b>Лабораторная работа № 1.</b></p> <p><b>Тема:</b> Влияние жёсткости сварных соединений на уровень остаточных сварочных деформаций</p>	2	Лабораторный стенд	[12.1]
5	<p><b>Практическое занятие 1.</b></p> <p><b>Тема:</b> Расчет усилий прижатия для уменьшения деформаций при сварке листовых конструкций.</p>	2		[12.5]
6	<p><b>Практическое занятие 2.</b></p> <p><b>Тема:</b> Расчет усилий прижатия для уменьшения деформаций при сварке продольных и кольцевых швов цилиндрических резервуаров.</p>	2		[4] с.77-97 [5] с.45-95
7	<p><b>Практическое занятие 3.</b></p> <p><b>Тема:</b> Расчеты параметров местной термической обработки на снижение остаточных сварочных деформаций</p>	2		[11.2.2] с.77-97
8	<p><b>Практическое занятие 4.</b></p> <p><b>Тема:</b> Расчет параметров высокого отпуска на снижение остаточных сварочных напряжений</p>	2		[11.2.2] с.77-97

## 6 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА УЧЕБНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1 Очная форма обучения

Контроль знаний по дисциплине состоит из текущего и итогового.

Текущий контроль проводится в форме письменного тестирования по изученным разделам (содержательным модулям) на практических занятиях, опросов при проведении защит отчётов по лабораторным работам.

Сведения о мероприятиях текущего контроля сведены в таблицу.

Учебная неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контрольное мероприятие	ЛР1	НД1	ЛР2	НД2	ЛР3	НД3	ЛР4	НД4		НД5	ЛР5	НД6 ИЗ

где

НД1 – НД6 – письменное тестирование по содержанию тем дисциплины;

ЛР1-ЛР5 - защита лабораторных работ;

ИЗ – защита индивидуального задания.

Оценки за мероприятия текущего контроля выставляются в четырехбальной шкале. Итоговая оценка по текущему контролю определяется как среднеарифметическая.

Итоговый контроль знаний по дисциплине - зачет. Студенты, выполнившие все контрольные мероприятия на положительную оценку, получают зачет по дисциплине по итогам текущего контроля.

Студенты, имеющие задолженности по контрольным мероприятиям текущего контроля, должны ликвидировать задолженности в течение зачетно-экзаменационной сессии.

### 6.2 Заочная форма обучения

Текущий контроль знаний выполняется по результатам основного вида самостоятельной работы по данной дисциплине - выполнение индивидуального задания, которое должно быть представлено и защищено до итогового контроля, – зачета.

## 7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

письменные тестовые задания для каждой темы, состоящие из 10 вопросов;

контрольные вопросы для защиты лабораторных работ;

вопросы к защите индивидуального задания.

Вопросы тестовых заданий, вопросы, выносимые на защиту индивидуального задания, помещены в методические указания к самостоятельной работе по данной дисциплине.

## 8 МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционный курс и практические занятия по данной дисциплине обеспечиваются такими техническими средствами обучения как мультимедийный проектор. По модулям дисциплины созданы 3 видеокomпьютерных презентации из 25-30 слайдов каждая.

Для выполнения расчётов в индивидуальной работе используется табличный процессор MS Excel для построения таблиц и вычислений.

Для проведения лабораторных работ в наличии:

установка для определения остаточных прогибов;

муфельная печь для проведения высокого отпуска;

прибор «Тон-5» для измерения остаточных напряжений;

пост газокислородной сварки для местной термической обработки;

установка для измерения прогибов.

## 9 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

### 9.1. Основная:

9.1.1. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций-М.:Высш. шк.,1982.-272с.

### 9.2. Дополнительная:

9.2.1. Касаткин Б.С., Прохоренко В.М., Чертов И.М. Напряжения и деформации при сварке-Киев:Выща шк.,1987.-246с.

9.2.2. Ефименко М.Г., Радзивилова Н.О. Металловедение и термическая обработка сварных соединений. - Харьков: - 2003. - 488 с.

9.2.3. Никифоров А.Д. Процессы жизненного цикла продукции в машиностроении: Учеб. пособие/А.Д. Никифоров, А.В. Бакиев. - М.: Абрис, 2012. - 688 с.: ил.

9.1.4. Сагалевич В.М. Методы устранения сварочных деформаций и напряжений-М. :Машиностроение,1974.-126 с.

## 10 МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

10.1. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций» для студентов направления подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства» / Сост. А.И.Серебряков.- Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2018.- 40с.

10.2. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций» для студентов направления подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства [Электронный ресурс]/Сост. Серебряков А.И.- Луганск: Изд-во Луганск. нац. ун-та им. В. Даля, 2018. - 24с.



10.3. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций» для студентов направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»/ Сост. А.И.Серебряков.- Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2018.- 16с.

10.4. Серебряков А.И. Конспект лекций по дисциплине «Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций» для студентов направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»/ Сост. А.И.Серебряков.- Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2018.- 44с.

10.5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций» для студентов направления подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»/ Сост. А.И.Серебряков.- Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2018.- 40с.

## 11 ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<https://www.сварные+сварочное производство>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –

<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

## 12. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт

#### оценочных средств по учебной дисциплине

«Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-2	ПК-2. Способность к руководству деятельности сварочного произ-	ПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию	Раздел 1. Механизм образования и распределение сварочных напряжений и деформаций	2

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
		водства и обеспечением ее контроля	методов и технологий по выполнению сварочных работ. ПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству. ПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, также, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией.м	Раздел 2. Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций	2

### **Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

Компетенция	Виды оценочных средств, используемых для оценки сформированности компетенций			
	Защита лабораторных работ	Письменное тестирование по темам дисциплины	Расчетно-графическое задание	Семестровый зачет
ПК-2	+	+	+	+

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-2. Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования	<p>ПК-2.1. Знать: знания основных принципов проектирования новых, расширения, реконструкции и технического перевооружения сборочно-сварочных цехов;</p> <p>ПК-2.2. Уметь: применять требования научно-технической документации в области охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности в сварочном производстве;</p> <p>ПК-2.3. Владеть: навыками методов разработки технических заданий для проектирования специальной оснастки и приспособлений, нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации</p>	<p>Знать: принципиальные подходы к определению возникающих при сварке напряжений и деформаций и их влиянии на работоспособность сварных конструкций; методики оценки уровня остаточных сварочных напряжений и деформаций; методы, способы и мероприятия по уменьшению сварочных напряжений и деформаций и принципы их рационального выбора.</p> <p>Уметь: определять возникающие при сварке конкретных конструкций деформации, оценивать их уровень и влияние на работоспособность и качество изделия; выбирать рациональный способ уменьшения сварочных напряжений и деформаций при сварке конкретных конструкций.</p> <p>Владеть: навыками представления о механизмах образования сварочных напряжений; о технико-экономических показателях, применяемых способах уменьшения сварочных напряжений и деформаций.</p>	Раздел 1, Раздел 2.	Лабораторные работы, расчетно-графическая работа, вопросы письменных тестов для зачета.

## 13. Критерии и шкалы оценивания формирования компетенций в ходе изучения дисциплины

### 13.1 Защита лабораторных работ

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Отлично	выполнены все задания лабораторной работы, отчёт оформлен в соответствии с требованиями к работе, обучающийся чётко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы
Хорошо	выполнены все задания лабораторной работы; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями
Удовлетворительно	выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; небрежное выполнение отчёта по работе, обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями
Неудовлетворительно	обучающийся не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; обучающийся ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

### 13.2 Письменное тестирование по темам дисциплины

Тестовое задание состоит из 10 вопросов. По разделу 1 используется 1 тестовое задание, по разделу 2 – 2 задания. Правильный ответ на вопрос оценивается 1 баллом, ответ с неточностями оценивается 0,5 балла.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Отлично	8-10 баллов
Хорошо	6-7 баллов
Удовлетворительно	4-5 баллов
Неудовлетворительно	Менее 4 баллов

### 13.3 Расчетно-графическая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Отлично	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны.</li><li>2. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы.</li><li>3. Материал излагается грамотно, логично, последовательно.</li><li>4. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно представить результаты работы, адекватно отвечать на поставленные вопросы.</li></ol>
Хорошо	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Работа выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны.</li><li>2. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения.</li><li>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.</li><li>4. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно представить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.</li></ol>
Удовлетворительно	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Работа не содержит элементы новизны.</li><li>2. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения.</li><li>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.</li><li>4. Во время защиты обучающийся затрудняется в представлении результатов работы и ответах на поставленные вопросы.</li></ol>



Неудовлетворительно	Выполнено менее 50% требований к работе.
---------------------	--

### 13.4 Зачет

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Обучающийся на положительные оценки выполнил все контрольные задания по дисциплине
Не зачтено	Обучающийся не выполнял контрольные задания или получил по ним неудовлетворительные оценки

## 14 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ, ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 14.1 Контрольные вопросы защиты отчётов по лабораторным работам

Приведены к каждой лабораторной работе в Методических указаниях к лабораторным занятиям по дисциплине «Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций» для студентов направления подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»/ Сост. А.И. Серебряков.- Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2019.- 40 с».

### 14.2 Вопросы письменных тестов по разделам дисциплины

#### Тест НД-1.1

1. Как остаточные сварочные деформации влияют на точность сварных конструкций? Пример.
2. При каких нагрузках влияние остаточных сварочных напряжений более опасно и почему?
3. Какие остаточные сварочные деформации более всего ухудшают внешний вид конструкций?
4. Каким образом сварочные деформации влияют на процесс выполнения сварки?
5. Каким образом остаточные сварочные напряжения влияют на технологическую прочность?
6. Каким образом сварочные деформации влияют на технологическую прочность?
7. Сформулировать основную причину образования сварочных напряжений.
8. Пояснить механизм образования угловых деформаций.
9. Как выглядит потеря устойчивости при сварке тонколистового металла?
10. Дать общую классификацию сварочных деформаций.
11. Как распределяются продольные остаточные сварочные напряжения в кольцевых соединениях.
12. Как распределяются радиальные и окружные сварочные напряжения в круговых швах?
13. Виды остаточных сварочных деформаций от всех швов в балках.
14. Какие факторы влияют на уровень остаточных сварочных напряжений и деформаций?
15. Как влияет жесткость сварного соединения на уровень остаточных напряжений и деформаций?
16. Как влияет величина тепловложения на уровень остаточных напряжений и деформаций?
17. Какие факторы влияют на ширину зоны пластических деформаций при сварке?
18. Почему остаточные сварочные напряжения рассматривают как одним из главных факторов развития трещин?
19. Каким образом остаточные сварочные напряжения влияют на прочность сварных конструкций?

20. Влияние остаточных сварочных напряжений на устойчивость сварных конструкций.
21. Пример влияния остаточных сварочных деформаций на устойчивость сварных конструкций.
22. Каким образом сварочные деформации влияют на образование горячих трещин?
22. Каким образом сварочные напряжения влияют на образование холодных трещин?
23. Каким образом сварочные деформации могут влиять на процесс выполнения швов?

### Тест НД-2.1-2.2

1. Какие мероприятия по уменьшению сварочных деформаций относятся к технологическим?
2. Классификация методов уменьшения сварочных напряжений.
3. Классификация методов уменьшения сварочных деформаций.
4. Перечислить группы методов правки сварных конструкций.
5. Какие способы уменьшения сварочных деформаций являются наиболее рациональными?
6. Понятие рациональности применения способов уменьшения сварочных деформаций.
7. Какой способ уменьшения сварочных напряжений является наиболее эффективным.
8. Перечислить способы правки сварных конструкций механическими способами.
9. Механизм правки сварных конструкций локальным нагревом.
10. Назвать стадии высокого отпуска и их значение для уменьшения сварочных напряжений?
11. Какие мероприятия по уменьшению сварочных деформаций относятся к конструктивным?
12. Какие методы уменьшения сварочных деформаций наиболее рациональны в условиях индивидуального производства?
13. Подогрев для уменьшения сварочных напряжений. Приемы применения, параметры выполнения.
14. Механизм правки сварных конструкций локальным обжатием. Примеры применения.
15. Эффективность и рациональность применения закреплений для уменьшения сварочных деформаций.
16. Методы правки для деталей из сортового проката.
17. Какие способы правки одновременно направлены на уменьшение сварочных напряжений и деформаций?
18. Механизм правки прокаткой.
19. Ударная правка. Области применения. Оборудование.
20. Механизм уменьшения сварочных напряжений виброобработкой.
21. Возможные схемы правки прокаткой.
22. Назвать способы правки регулированием температурных полей.
23. Теплоотводящие пасты. Применение в сварочном производстве.
24. Технологические планки и их эффективность для уменьшения сварочных напряжений и деформаций.
25. Способы уменьшения сварочных деформаций в соединениях, выполненных контактной точечной сваркой.
26. Обратный выгиб. Приемы применения для уменьшения сварочных деформаций.
27. Как при конструировании можно уменьшить негативное влияние сварочных напряжений на работоспособность сварных узлов и конструкций?
28. Как конструктивными мероприятиями можно повысить негативное влияние сварочных деформаций на точность сварных конструкций?
29. Как рациональным порядком выполнения швов можно уменьшить остаточные сварочные напряжения и деформации?
30. Правила выбора последовательности выполнения швов при сварке полотнищ с целью уменьшения сварочных деформаций.
31. Как и каким образом способы сварки влияют на уровень остаточных сварочных напряжений и деформаций?

32.Размеры и температуры местного подогрева для уменьшения сварочных напряжений.

33.Способы выполнения предварительного и сопутствующего подогрева.

## **15 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Письменное тестирование по разделам дисциплины проводится с использованием бумажных тестов, которые выдаются каждому студенту по вариантам. Баллы переводятся в систему оценок по национальной шкале преподавателем в соответствии с утверждённой шкалой оценивания. Тестирование осуществляется ведущим преподавателем (лектором) в период, установленный рабочей учебной программой дисциплины.

Допуск обучающегося к выполнению лабораторной работы происходит при условии наличия у него рукописной версии отчёта (цель работы, краткое описание общих положений работы, методика проведения исследований).

Отчёт по лабораторной работе представляется в письменном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчёта по лабораторной работе. Защита отчёта проходит в форме краткого доклада обучающегося по результатам выполненной работы и ответов на вопросы преподавателя, ведущего лабораторные занятия.

В случае невыполнения заданий в процессе обучения, их необходимо «отработать» до экзамена. Вид заданий, которые необходимо выполнить для ликвидации задолженности определяется в индивидуальном порядке, с учётом причин невыполнения.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета. Выставление итоговой оценки (зачета) по дисциплине производится с учётом результатов текущего контроля. Индивидуальное задание по дисциплине должно быть выполнено и защищено до зачета.

Результаты итогового контроля объявляются каждому студенту при выставлении зачета.

## Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)