

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

  
О.Д.Асенчик

(подпись)

09.12.2015

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-34-14/уч.

## ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВОЛОЧИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности

1-42 01 01 «Металлургическое производство и  
материалобработка (по направлениям)»

направление специальности

1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и  
материалобработка (металлургия)»

специализации

1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением»

дневной и заочной форм обучения

Учебная программа составлена на основе:

образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2013 от 31.08.2013;

учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)», специализации 1-42 01 01 -02 01 «Обработка металлов давлением» № I 42-1-53/уч от 21.09.2013; учебного плана № I 42-1-31/уч от 13.02.2014; учебного плана № I 42-1-60/уч от 25.09.2013; учебного плана № I 42-1-17/уч от 17.09.2013.

### **СОСТАВИТЕЛЬ:**

Ю.Л. Бобарикин, заведующий кафедрой, к.т.н., доцент кафедры «Металлургия и литейное производство» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого».

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

А.В. Веденеев, ведущий инженер-технолог лаборатории метизного производства исследовательского центра ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания», кандидат технических наук;

М.Н. Верещагин, заведующий кафедрой «Обработка материалов давлением», д.т.н., профессор, учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Металлургия и литейное производство» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 1/2014/15/16/17);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 1/2014/15/16/17);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 1/2014/15/16/17);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 1/2014/15/16/17).

Регистрационный номер МТФ № 21-098-2/уч

Регистрационный номер ЗФ № 21-098-13/уч

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### *Цели и задачи учебной дисциплины*

Целью дисциплины является изучение теоретических и технологических основ волочильного производства.

Задачи дисциплины:

- получение студентами знаний по основным видам процессов волочения, по геометрии и кинематике очагов деформации в этих процессах, по закономерностям распределения напряжений в зонах деформации;
- получение студентами знаний по энергосиловому анализу изучаемых процессов волочения, по особенностям многократных процессов волочения;
- получение студентами знаний по основным технологическим этапам волочильного производства;
- изучение способов калибровки роликовых волок.

### *Место учебной дисциплины*

Место учебной дисциплины соответствует изучению теории и практики процессов материалобработки волочением металлов. Дисциплина формирует у студентов фундаментальную и технологическую основу процессов волочения проволоки и прутков. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных по дисциплинам: физика (раздел механики), математика, технология конструкционных материалов, материаловедение, теория обработки материалов давлением.

### *Требования к освоению учебной дисциплины*

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- классификацию процессов волочения;
- геометрические характеристики волочильного инструмента;
- деформационные параметры волочения;
- энергосиловые характеристики волочения;
- основные технологические этапы волочильного производства;
- калибровку роликовых волок;
- сортамент продукции волочильного производства;

### *Требования к академическим компетенциям специалиста*

Специалист должен:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

### *Требования к социально-личностным компетенциям специалиста*

Специалист должен:

- обладать качествами гражданственности;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- владеть навыками сбережения здоровья;
- быть способным к критике и самокритике;
- уметь работать в команде.
- 

### *Требования к профессиональным компетенциям специалиста*

Специалист должен быть способен:

в производственно-технологической деятельности:

- определять геометрические параметры волок;
- рассчитывать деформационный и скоростной режимы волочения;
- рассчитывать давление и усилие волочения;
- определять энергию и мощность волочения;
- определять технологическую схему волочильного производства заданного профиля;
- рассчитывать калибровку роликовых волок;
- рассчитывать производительность волочильного стана;
- владеть вопросами производства заготовок для волочильного производства;
- быть готовым к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности, к работе над комплексными проектами;

в проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности:

- анализировать перспективы и направления развития волочильного производства, выбирать оптимальные технологии и режимы работы оборудования при производстве с учетом экологических требований и энергосбережения;
- работать с научной литературой, словарями, справочными материалами, рационально использовать справочную литературу по выбору материалов, технологий их обработки, обеспечивающей необходимые показатели свойств.

в организационно-управленческой деятельности:

- взаимодействовать со специалистами смежных профессий, анализировать и оценивать собранные данные;
- понимать сущность и социальную значимость своей профессии, основные проблемы в конкретной области своей деятельности;

в инновационной деятельности:

- работать с научной, технической и патентной литературой.

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом университета:

- по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка» направление специальности 1-42 01 01 - 02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)» специализация 1-42 01 01 - 02 01 «Обработка металлов давлением» предусмотрено всего – 354 часа, всего аудиторных – 149 часов из них: лекций – 83 часа, практических – 49 часов, лабораторных – 17 часов. Количество зачетных единиц – 9,5. *Форма получения образования дневная.*
- по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направление специальности 1-42 01 01 - 02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)» специализация 1-42 01 01 - 02 01 «Обработка металлов давлением» предусмотрено всего – 240 часов, всего аудиторных – 20 часов из них: лекций – 12 часов, практических – 8. *Форма получения образования заочная.*
- по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направление специальности 1-42 01 01 - 02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)» специализация 1-42 01 01 - 02 01 «Обработка металлов давлением» предусмотрено всего – 218 часов, всего аудиторных – 20 часов из них: лекций – 16 часов, практических – 6 часа. *Форма получения образования заочная сокращенная.*

Форма получения высшего образования: дневная, заочная, заочная сокращенная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

**Форма получения высшего образования дневная**

Курс – 4,5

Семестр – 8,9

Лекции – 51 (час) – 8 семестр, 32 (часа) – 9 семестр

Практические занятия – 17 (часов) – 8 семестр, 32 (часа) – 9 семестр

Лабораторные занятия – 17 (часов) – 8 семестр

Курсовая работа – 9 семестр

Всего аудиторных - 149 (часов)

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен – 8,9 семестр

Количество зачетных единиц – 9,5

**Форма получения высшего образования заочная**

Курс – 4,5

Семестр – 7,8,9,10

Лекции – 10 (часов) – 7 семестр, 4 (часа) – 8 семестр, 6 (часов) – 9 семестр

Практические занятия – 4 (часа) – 9 семестр, 4 (часа) – 10 семестр.

Лабораторные занятия – 4 (часа) – 8 семестр, 4 (часа) – 9 семестр

Курсовой проект – 10 семестр

Всего аудиторных -36 (часов)

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен – 7,8 семестр, зачет – 9 семестр, тест – 9 семестр

**Форма получения высшего образования заочная сокращенная**

Курс – 3,4

Семестр – 6,7

Лекции – 8 (часов) – 6 семестр

Практические занятия – 2 (часа) – 6 семестр, 2 (часа) – 7 семестр

Лабораторные занятия – 2 (часа) – 7 семестр

Курсовой проект – 7 семестр

Всего аудиторных - 14 (часов)

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен – 7 семестр

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1.1. Определение процесса волочения, виды процессов волочения и волок, напряженное и деформированное состояние очага деформации волочения.

Определение процесса волочения. Назначение процесса волочения. Краткая история развития процесса волочения. Основные виды процессов волочения. Монолитная волока. Роликовая волока. Сдвоенные и напорные волокни. Трубные волокни. Деформированное состояние очага деформации при волочении. Деформационные и кинематические параметры волочения. Напряженное состояние очага деформации при волочении. Дифференциальное уравнение напряжений при волочении. Решение дифференциального уравнения напряжений при волочении. Напряжение волочения в цилиндрической зоне волоки.

1.2. Напряжение, сила, мощность, температура волочения, контактное трение и упрочнение металла при волочении.

Напряжение и сила волочения. Напряжение волочения в сдвоенных волоках. Напряжение волочения проволоки с тонким покрытием. Определение величины противонапряжения волочения. Волочение с противонапряжением. Волочение во вращающихся волоках. Мощность электродвигателя привода волочильного стана. Многократное волочение проволоки с накоплением витков проволоки. Многократное волочение проволоки с автоматической регулировкой скорости волочения. Многократное волочение проволоки на волочильных станах со скольжением. Температура волочения. Коэффициент контактного трения при волочении. Оптимизация геометрии рабочего канала волоки. Факторы, определяющие значение сопротивления пластической деформации металла, обрабатываемого волочением.

1.3. Основные этапы волочильного производства. Удаление окалины, термическая обработка и покрытия проволоки в волочильном производстве.

Общая характеристика волочильного производства. Классификация проволоки и прутков. Этапы волочильного производства. Технологическая схема производства проволоки из низкоуглеродистой стали. Технологические схемы производства проволоки из высокоуглеродистой стали. Способы удаления окалины проволоки, свойства окалины. Травление проволоки в водном растворе серной кислоты. Травление проволоки в водном растворе соляной кислоты. Подсмазочные слои для волочения проволоки. Удаление окалины проволоки в окалиноломателях. Струйная и лезвийная обработка поверхности проволоки. Особенности волочения проволоки после механического удаления окалины. Технологические смазки для волочения проволоки. Влияние факторов волочения на образование

смазочного слоя. Термическая обработка проволоки отжигом и нормализацией. Термическая обработка проволоки патентированием и закалкой с отпуском. Виды защитных и специальных покрытий проволоки. Цинкование и лужение проволоки. Алюминирование проволоки. Меднение и латунирование проволоки. Латунирование проволоки на непрерывных агрегатах. Расчет режима латунирования проволоки. Неметаллические покрытия проволоки.

#### 1.4. Проектирование маршрутов волочения стальной проволоки.

Определение видов волочильных станов в производстве стальной проволоки. Определение минимального количества переделов волочения. Определение вида волочильного оборудования и параметров последнего передела волочения. Определение видов перетяжных волочильных станов. Определение промежуточных диаметров проволоки для перетяжных волочильных станов. Определение марки стали с целью получения заданных свойств готовой проволоки. Определение деформационно-кинематических режимов волочения на магазинных волочильных станах.

Определение деформационно-кинематических режимов волочения на петлевых и прямоточных волочильных станах. Определение деформационно-кинематических режимов волочения для волочильных станов со скольжением методом минимального скольжения. Определение деформационно-кинематических режимов волочения для волочильных станов со скольжением методом устанавливаемого скольжения. Влияние химического состава стали на технологию волочения и свойства проволоки. Особенности волочения проволоки из высокоуглеродистой стали. Зависимость пластических свойств проволоки от режима волочения. Остаточные напряжения в металле после волочения. Основные причины обрывности при волочении проволоки.

#### 1.5. Волочильный инструмент. Отделка и испытания проволоки.

Основные требования к калибровке роликовых волок. Основные виды систем калибров роликовых волок. Построение калибров роликовых волок в системе круг-стрельчатый квадрат. Построение калибров роликовых волок в системе треугольник-круг. Производство проволоки некруглого сечения плющением. Волочильный инструмент. Технология получения волочильного инструмента с твердосплавными вставками. Алмазные и составные волоки. Обработка канала волок. Виды брака готовой проволоки. Механические испытания проволоки. Технологические испытания проволоки. Отделка готовой проволоки. Смазка и упаковка готовой проволоки и прутков. Особые способы волочения. Основные направления развития волочильного производства.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>Теория и технология воло- очильного производства (354 ч.)</b>	<b>83</b>	<b>49</b>		<b>17</b>		<b>205</b>	
	<b>8 семестр</b>	<b>51</b>	<b>17</b>		<b>17</b>		<b>135</b>	<b>экзамен</b>
1.1	<b>Определение процесса воло- очения, виды процессов воло- очения и волок, напряженное и деформированное состояние очага деформации волочения.</b>	<b>14</b>						
1.1.1	Определение процесса волоче- ния. Назначение процесса воло- чения.	2						Устный опрос
1.1.2	Краткая история развития про- цесса волочения. Основные ви- ды процессов волочения.	2			2			Защита отчета по практ. и лаб. зан.
1.1.3	Монолитная волока. Роликовая волока.	2			2			
1.1.4	Сдвоенные и напорные волокни. Трубные волокни.	2						Устный опрос.
1.1.5	Деформированное состояние очага деформации при волоче- нии. Деформационные и кине- матические параметры волоче- ния.	2	2		2			Защита отчета по практ. и лаб. зан.
1.1.6	Напряженное состояние очага деформации при волочении. Дифференциальное уравнение напряжений при волочении.	2	2					
1.1.7	Решение дифференциального уравнения напряжений при во- лочении. Напряжение волоче- ния в цилиндрической зоне во- локи.	2	2		2			Защита отчета по практ. и лаб. зан.
1.2	<b>Напряжение, сила, мощность, температура волочения, кон- тактное трение и упрочнение металла при волочении.</b>	<b>14</b>						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.2.1	Напряжение и сила волочения. Напряжение волочения в сдвоенных волокнах.	2			2			Устный опрос
1.2.2	Напряжение волочения проволоки с тонким покрытием. Определение величины противонапряжения волочения.	2	2		2			Защита отчета по практ. и лаб. зан.
1.2.3	Волочение с противонапряжением. Волочение во вращающихся волокнах.	2						Устный опрос
1.2.4	Мощность электродвигателя привода волочильного стана. Многократное волочение проволоки с накоплением витков проволоки.	2	2		2			Защита отчета по практ. и лаб. зан.
1.2.5	Многократное волочение проволоки с автоматической регулировкой скорости волочения. Многократное волочение проволоки на волочильных станах со скольжением.	2	2					Устный опрос.
1.2.6	Температура волочения. Коэффициент контактного трения при волочении.	2	2		2			Защита отчета по практ. и лаб. зан.
1.2.7	Оптимизация геометрии рабочего канала волокна. Факторы, определяющие значение сопротивления пластической деформации металла, обрабатываемого волочением.	2	3		3			Защита отчета по практ. и лаб. зан.
<b>1.3</b>	<b>Основные этапы волочильного производства. Удаление окалины, термическая обработка и покрытия проволоки в волочильном производстве.</b>	<b>23</b>						
1.3.1	Общая характеристика волочильного производства. Классификация проволоки и прутков.	2			2			Защита отчета по лаб. зан.
1.3.2	Этапы волочильного производства. Технологическая схема производства проволоки из низкоуглеродистой стали.	2						Устный опрос
1.3.3	Технологические схемы производства проволоки из высокоуглеродистой стали. Способы удаления окалины проволоки, свойства окалины.	2						Устный опрос
1.3.4	Травление проволоки в водном растворе серной кислоты. Травление проволоки в водном растворе соляной кислоты.	2			2			Защита отчета по лаб. зан.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.3.5	Подсмазочные слои для волочения проволоки. Удаление окалины проволоки в окалиноломателях.	2						Устный опрос.
	Струйная и лезвийная обработка поверхности проволоки. Особенности волочения проволоки после механического удаления окалины.	2						Устный опрос.
	Технологические смазки для волочения проволоки. Влияние факторов волочения на образование смазочного слоя.	2						Устный опрос.
	Термическая обработка проволоки отжигом и нормализацией. Термическая обработка проволоки патентированием и закалкой с отпуском.	2						Устный опрос.
	Виды защитных и специальных покрытий проволоки. Цинкование и лужение проволоки.	2						Устный опрос.
	Алюминирование проволоки. Меднение и латунирование проволоки.	2						Устный опрос.
	Латунирование проволоки на непрерывных агрегатах. Расчет режима латунирования проволоки.	2						Устный опрос.
	Неметаллические покрытия проволоки.	1						Устный опрос. Экзамен.
<b>9 семестр</b>		<b>32</b>	<b>32</b>				<b>70</b>	<b>экзамен</b>
<b>1.4</b>	<b>Проектирование маршрутов волочения стальной проволоки.</b>	<b>16</b>	<b>16</b>					
1.4.1	Виды волочильных станов в производстве стальной проволоки. Определение минимального количества переделов волочения.	2	2		2			Защита отчета по практ. и лаб. зан.
1.4.2	Виды волочильного оборудования и параметры последнего передела волочения. Виды перетяжных волочильных станов.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.4.3	Определение промежуточных диаметров проволоки для перетяжных волочильных станов. Определение марки стали с целью получения заданных свойств готовой проволоки.	2	2		4			Защита отчета по практ. и лаб. зан.
1.4.4	Деформационно-	2	2					Защита

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	кинематические режимы волочения на магазинных волочильных станах. Деформационно-кинематические режимы волочения на петлевых и прямоточных волочильных станах.							отчета по практ. зан.
1.4.5	Деформационно-кинематические режимы волочения для волочильных станов со скольжением по методу минимального скольжения. Деформационно-кинематические режимы волочения для волочильных станов со скольжением по методу устанавливаемого скольжения.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.4.6	Влияние химического состава стали на технологию волочения и свойства проволоки. Особенности волочения проволоки из высокоуглеродистой стали.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.4.7	Зависимость пластических свойств проволоки от режима волочения. Остаточные напряжения в металле после волочения.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.4.8	Основные причины обрывности при волочении проволоки. Влияние свойств проволоки на ее переработку	2	2					Защита отчета по практ. зан.
<b>1.5</b>	<b>Волочильный инструмент. Отделка и испытания проволоки.</b>	<b>16</b>	<b>16</b>					
1.5.1	Основные требования к калибровке роликовых волок. Основные виды систем калибров роликовых волок.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.5.2	Построение калибров роликовых волок в системе круг-стрельчатый квадрат. Построение калибров роликовых волок в системе треугольник-круг.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.5.3	Производство проволоки некруглого сечения плющением. Волочильный инструмент.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.5.4	Технология получения волочильного инструмента с твердосплавными вставками. Алмазные и составные волоки.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.5.5	Обработка канала волок. Виды брака готовой проволоки.	2	2					Защита отчета по

1	2	3	4	5	6	7	8	9
								практ. зан.
1.5.6	Механические испытания проволоки. Технологические испытания проволоки.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.5.7	Отделка готовой проволоки. Смазка и упаковка готовой проволоки и прутков.	2	2					Защита отчета по практ. зан.
1.5.8	Особые способы волочения. Основные направления развития волочильного производства.	2	2					Защита отчета по практ. зан. Экзамен.
<b>Итого (часов) по дисциплине:</b>		<b>83</b>	<b>49</b>			<b>17</b>		<b>205</b>

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Заочная полная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	<b>Теория и технология волоочильного производства (354 ч.)</b>	16	10		4		324	
	<b>8 семестр</b>	8	2					
2.1	<b>Определение процесса волоочения, виды процессов волоочения и волок, напряженное и деформированное состояние очага деформации волоочения.</b>	3						
	Определение процесса волоочения. Назначение процесса волоочения. Краткая история развития процесса волоочения. Основные виды процессов волоочения. Монолитная волока. Ролликовая волока. Сдвоенные и напорные волоки. Трубные волоки. Деформированное состояние очага деформации при волоочении. Деформационные и кинематические параметры волоочения. Напряженное состояние очага деформации при волоочении. Дифференциальное уравнение напряжений при волоочении. Решение дифференциального уравнения напряжений при волоочении. Напряжение волоочения в цилиндрической зоне волоки.	3	2					Защита отчета по практ. зан.
2.2	<b>Напряжение, сила, мощность, температура волоочения, контактное трение и упрочнение металла при волоочении.</b>	3						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<p>Напряжение и сила волочения. Напряжение волочения в сдвоенных волокнах. Напряжение волочения проволоки с тонким покрытием. Определение величины противонапряжения волочения. Волочение с противонапряжением. Волочение во вращающихся волокнах. Мощность электродвигателя привода волочильного стана. Многократное волочение проволоки с накоплением витков проволоки. Многократное волочение проволоки с автоматической регулировкой скорости волочения. Многократное волочение проволоки на волочильных станах со скольжением. Температура волочения. Коэффициент контактного трения при волочении. Оптимизация геометрии рабочего канала волокна. Факторы, определяющие значение сопротивления пластической деформации металла, обрабатываемого волочением.</p>	3						Устный опрос
2.3	<p><b>Основные этапы волочильного производства. Удаление окалины, термическая обработка и покрытия проволоки в волочильном производстве.</b></p>	2						
	<p>Общая характеристика волочильного производства. Классификация проволоки и прутков. Этапы волочильного производства. Технологическая схема производства проволоки из низкоуглеродистой стали. Технологические схемы производства проволоки из высокоуглеродистой стали. Способы удаления окалины проволоки, свойства окалины. Травление проволоки в водном растворе серной кислоты. Травление проволоки в водном растворе соляной кислоты. Подсмазочные слои для волочения проволоки. Удаление окалины проволоки в окалиноломателях. Струйная и лезвийная обработ-</p>	2						Устный опрос.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<p>ка поверхности проволоки.</p> <p>Особенности волочения проволоки после механического удаления окалины.</p> <p>Технологические смазки для волочения проволоки.</p> <p>Влияние факторов волочения на образование смазочного слоя.</p> <p>Термическая обработка проволоки отжигом и нормализацией.</p> <p>Термическая обработка проволоки патентированием и закалкой с отпуском.</p> <p>Виды защитных и специальных покрытий проволоки.</p> <p>Цинкование и лужение проволоки.</p> <p>Алюминирование проволоки.</p> <p>Меднение и латунирование проволоки.</p> <p>Латунирование проволоки на непрерывных агрегатах.</p> <p>Расчет режима латунирования проволоки.</p> <p>Неметаллические покрытия проволоки.</p>							
<b>9 семестр</b>		<b>8</b>	<b>4</b>		<b>4</b>			<b>экзамен</b>
<b>2.4</b>	<b>Проектирование маршрутов волочения стальной проволоки.</b>	<b>4</b>			<b>4</b>			



1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<p>Определение видов волочильных станов в производстве стальной проволоки. Определение минимального количества переделов волочения. Определение вида волочильного оборудования и параметров последнего передела волочения.</p> <p>Определение видов перетяжных волочильных станов. Определение промежуточных диаметров проволоки для перетяжных волочильных станов. Определение марки стали с целью получения заданных свойств готовой проволоки. Определение деформационно-кинематических режимов волочения на магазинных волочильных станах. Определение деформационно-кинематических режимов волочения на петлевых и прямоточных волочильных станах. Определение деформационно-кинематических режимов волочения для волочильных станов со скольжением методом минимального скольжения. Определение деформационно-кинематических режимов волочения для волочильных станов со скольжением методом устанавливаемого скольжения. Влияние химического состава стали на технологию волочения и свойства проволоки. Особенности волочения проволоки из высокоуглеродистой стали. Зависимость пластических свойств проволоки от режима волочения. Остаточные напряжения в металле после волочения. Основные причины обрывности при волочении проволоки.</p>	4	2		4			<p>Защита отчета по практ. и лаб. зан.</p>
2.5	<p><b>Волочильный инструмент. Отделка и испытания проволоки.</b></p>	4	2					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<p>Основные требования к калибровке роликовых волок.</p> <p>Основные виды систем калибров роликовых волок.</p> <p>Построение калибров роликовых волок в системе круг-стрельчатый квадрат.</p> <p>Построение калибров роликовых волок в системе треугольник-круг.</p> <p>Производство проволоки некруглого сечения плющением.</p> <p>Волоочильный инструмент</p> <p>Технология получения волоочильного инструмента с твердосплавными вставками.</p> <p>Алмазные и составные волоки.</p> <p>Обработка канала волок.</p> <p>Виды брака готовой проволоки.</p> <p>Механические испытания проволоки.</p> <p>Технологические испытания проволоки.</p> <p>Отделка готовой проволоки.</p> <p>Смазка и упаковка готовой проволоки и прутков.</p> <p>Особые способы волочения.</p> <p>Основные направления развития волоочильного производства.</p>	4	2					Защита отчета по практ. зан.
<b>10 семестр</b>			<b>4</b>					<b>экзамен</b>
<b>2.6</b>	Напряжение и сила волочения		2					Защита отчета по практ. зан.
	Волочение в сдвоенных волоках		2					Защита отчета по практ. зан. Экзамен
<b>Итого (часов) по дисциплине:</b>		<b>16</b>	<b>10</b>		<b>4</b>		<b>324</b>	

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Заочная сокращенная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	<b>Теория и технология волоочильного производства (354 ч.)</b>	8	4		4		358	
	<b>6 семестр</b>	8	2					
3.1	<b>Определение процесса волоочения, виды процессов волоочения и волок, напряженное и деформированное состояние очага деформации волоочения.</b>	1	2					
	Определение процесса волоочения. Назначение процесса волоочения. Краткая история развития процесса волоочения. Основные виды процессов волоочения. Монолитная волока. Ролликовая волока. Сдвоенные и напорные волоки. Трубные волоки. Деформированное состояние очага деформации при волоочении. Деформационные и кинематические параметры волоочения. Напряженное состояние очага деформации при волоочении. Дифференциальное уравнение напряжений при волоочении. Решение дифференциального уравнения напряжений при волоочении. Напряжение волоочения в цилиндрической зоне волоки.	1	2					Защита отчета по практ. зан.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.2	<b>Напряжение, сила, мощность, температура волочения, контактное трение и упрочнение металла при волочении.</b>	1						
	<p>Напряжение и сила волочения. Напряжение волочения в сдвоенных волокнах. Напряжение волочения проволоки с тонким покрытием. Определение величины противонапряжения волочения. Волочение с противонапряжением. Волочение во вращающихся волокнах. Мощность электродвигателя привода волочильного стана. Многократное волочение проволоки с накоплением витков проволоки. Многократное волочение проволоки с автоматической регулировкой скорости волочения. Многократное волочение проволоки на волочильных станах со скольжением. Температура волочения. Коэффициент контактного трения при волочении. Оптимизация геометрии рабочего канала волокна. Факторы, определяющие значение сопротивления пластической деформации металла, обрабатываемого волочением.</p>	1						Устный опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.3	<b>Основные этапы волочильного производства. Удаление окалины, термическая обработка и покрытия проволоки в волочильном производстве.</b>	2						
	<p>Общая характеристика волочильного производства.</p> <p>Классификация проволоки и прутков.</p> <p>Этапы волочильного производства.</p> <p>Технологическая схема производства проволоки из низкоуглеродистой стали.</p> <p>Технологические схемы производства проволоки из высокоуглеродистой стали.</p> <p>Способы удаления окалины проволоки, свойства окалины.</p> <p>Травление проволоки в водном растворе серной кислоты.</p> <p>Травление проволоки в водном растворе соляной кислоты.</p> <p>Подсмазочные слои для волочения проволоки.</p> <p>Удаление окалины проволоки в окалиноломателях.</p> <p>Струйная и лезвийная обработка поверхности проволоки.</p> <p>Особенности волочения проволоки после механического удаления окалины.</p> <p>Технологические смазки для волочения проволоки.</p> <p>Влияние факторов волочения на образование смазочного слоя.</p> <p>Термическая обработка проволоки отжигом и нормализацией.</p> <p>Термическая обработка проволоки патентированием и закалкой с отпуском.</p> <p>Виды защитных и специальных покрытий проволоки.</p> <p>Цинкование и лужение проволоки.</p> <p>Алюминирование проволоки.</p> <p>Меднение и латунирование проволоки.</p> <p>Латунирование проволоки на непрерывных агрегатах.</p> <p>Расчет режима латунирования проволоки.</p> <p>Неметаллические покрытия проволоки.</p>	2						Устный опрос.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.4	<p><b>Проектирование маршрутов волочения стальной проволоки.</b></p>	2						
	<p>Определение видов волочильных станов в производстве стальной проволоки. Определение минимального количества переделов волочения. Определение вида волочильного оборудования и параметров последнего передела волочения. Определение видов перетяжных волочильных станов. Определение промежуточных диаметров проволоки для перетяжных волочильных станов. Определение марки стали с целью получения заданных свойств готовой проволоки. Определение деформационно-кинематических режимов волочения на магазинных волочильных станах. Определение деформационно-кинематических режимов волочения на петлевых и прямоточных волочильных станах. Определение деформационно-кинематических режимов волочения для волочильных станов со скольжением методом минимального скольжения. Определение деформационно-кинематических режимов волочения для волочильных станов со скольжением методом устанавливаемого скольжения. Влияние химического состава стали на технологию волочения и свойства проволоки. Особенности волочения проволоки из высокоуглеродистой стали. Зависимость пластических свойств проволоки от режима волочения. Остаточные напряжения в металле после волочения. Основные причины обрывности при волочении проволоки.</p>	2						Устный опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.5	<b>Волоочильный инструмент. Отделка и испытания проволоки.</b>	2						
	Основные требования к калибровке роликовых волок. Основные виды систем калибров роликовых волок. Построение калибров роликовых волок в системе круг-стрельчатый квадрат. Построение калибров роликовых волок в системе треугольник-круг. Производство проволоки некруглого сечения плющением. Волоочильный инструмент Технология получения волоочильного инструмента с твердосплавными вставками. Алмазные и составные волоки. Обработка канала волок. Виды брака готовой проволоки. Механические испытания проволоки. Технологические испытания проволоки. Отделка готовой проволоки. Смазка и упаковка готовой проволоки и прутков. Особые способы волочения. Основные направления развития волоочильного производства.	2						Устный опрос
	<b>7 семестр</b>		<b>2</b>		<b>4</b>			<b>экзамен</b>
	Деформированное и напряженное состояние очага деформации волочения		2		2			Защита отчета по практ. и лаб зан.
	Изучение волочения на прутковом волоочильном стане				2			Защита отчета по лаб. зан. Экзамен
<b>Итого (часов) по дисциплине:</b>		<b>8</b>	<b>4</b>		<b>2</b>		<b>358</b>	

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Горловский М. Б. Справочник волочильщика проволоки : справочник / М. Б. Горловский, В. Н. Меркачев. - Москва : Металлургия, 1993. - 335с. : ил. - Библиогр. : с.330. - ISBN 5-229-01-01001-0.
2. Обработка металлов давлением / Ю. Ф. Шевакин [и др.]. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. - 492с. : ил. - Библиогр.: с.489-492. - ISBN 5-89594-109-5.
3. Смирнов В.С. Теория обработки металлов давлением : учебник для ст-ов вузов по спец. "Обработка металлов давлением" / В. С. Смирнов. - Москва : Металлургия, 1973. - 496с. : ил. - Библиогр. в конце глав.
4. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением : учебник для ст-ов вузов по спец. "Обработка металлов давлением" / Н. П. Громов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Металлургия, 1978. - 360 с.

## Дополнительная литература

5. Перлин И.Л., Ерманок И.З. Теория волочения. - М.: Металлургия, 1971. – 448с.
6. Марьин Б.Н. Теория и технология волочения: учеб.пособие / Б.Н. Марьин, С.Б. Марьин, В.В. Куриный, Е.А. Тютинина. – 2-е изд., доп. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2006. – 85 с.
7. Технология сталепроволочного производства: Учебник для Вузов/ Коковихин Ю.И. – Киев, 1995. - 608с.
8. Производство низкоуглеродистой проволоки: Учебник/ Коковихин Ю.И., Пинашина В.А., Буравлев И.Б. – К.: ИСДО, 1995. – 328с.
9. Белалов Х.Н. и др. Стальная проволока: Монография. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2011. – 689с.
10. Битков В.В. Технология и машины для производства проволоки. Екатеринбург: УрО РАН, 2004.
11. Волочильное производство / Юхвец И.А. – М.: Металлургия, 1964.- 374с.
12. Волочильный инструмент/ Берин И.Ш., Днестровский Н.З. – М.: Металлургия, 1971. – 174с.
13. Горловский М.Б. Оборудование и инструмент для волочения стальной проволоки. - М.: Металлургия, 1960. -260с.
14. Волочильщик проволоки. Красильников Л.А., Лысенко А.Г. Учеб. пособие для СПТУ.- 3-е изд., перебраб. и доп. М.: Металлургия, 1987. – 320 с.
15. Деформационный нагрев и производительность волочильного оборудования./ Красильщиков Р.Б., М.: Металлургия, 1970.-168с.



16. Фетисов В.П. Деформационное старения стали при волочении.- Мн.: Белоргстакинпромиздат, 1996.-121.:ил.
17. Фетисов В.П. Пластичность высокопрочной проволоки – М.: Интермет Инжиниринг, 2011.-128.:ил.
18. Производство метизов / Шахпазов Х.С., Недовизий И.Н., Ориничев В.И. и др. – М.: Metallurgia, 1977. - 391с.
19. Производство стальных калиброванных прутков/ Шефтель Н.И. – Metallurgia, 1970 - 432 с.
20. Степанов В.Ф. Пространственные колебания инструмента в технологии волочения труб. - Минск: Наука и техника, 1985. – 96с.

#### Электронные учебно-методические комплексы

21. Бобарикин, Ю. Л. **Теория волочения: электронный учебно-методический комплекс дисциплины** / Ю. Л. Бобарикин ; кафедра "Металлургия и литейное производство". - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. - 1 папка + 1 электрон. опт. диск УДК 621.778(075.8) ББК 34. Режим доступа: elib.gstu.by
22. Бобарикин , Ю. Д. **Теория и технология прокатки и волочения: электронный учебно-методический комплекс дисциплины** / Ю. Л. Бобарикин ; кафедра "Металлургия и литейное производство". - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. - 1 папка + 1 электрон. опт. диск УДК 621.77(075.8) ББК 34. Режим доступа: elib.gstu.by

#### Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

1. Технология волочильного производства [Электронный ресурс]: **практикум** по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-42 01 01 "Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)" направления специальности 1-42 01 01-02 "Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)" специализации 1-42 01 01-02 01 "Обработка металлов давлением" дневной и заочной форм обучения / Ю. Л. Бобарикин ; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого", Кафедра "Металлургия и литейное производство". - Гомель : ГГТУ, 2014. - 43 с. УДК 621.778(075.8) ББК 34.622-2я73. Режим доступа: elib.gstu.by
2. Проектирование маршрутов волочения: **методические указания** к курсовой работе по дисциплине «Теория и технология прокатки и волочения» для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технологии обработки материалов давлением» дневной и заочной форм обучения /авт.-сост. Ю.Л. Бобарикин.- Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2007.-34 с.
3. **Практическое руководство** "Технологические основы прокатки, волочения и прессования" по оформлению курсовых проектов для студентов специ

альности Т.02.01.04 "Обработка металлов давлением" (вечерняя форма обучения для работников РУП "Белорусский металлургический завод") / А. В. Зиновьев и др.; Каф. "Металлургические процессы и материалобработка". - Гомель : ГГТУ, 2003. - 28 с.

*список литературы оверек АИ (Зинькова И.В.)*

Перечни используемых средств диагностики  
результатов учебной деятельности

Устный опрос.

Отчеты по практическим и лабораторным работам с их устной защитой.

Письменный экзамен.

Тестовые задания.

Перечень практических работ:

№п/п	Наименование тем и их содержание	Объем, час.
<b>8 семестр</b>		
1.	Деформационные параметры волочения	2
2.	Деформированное и напряженное состояние очага деформации волочения	2
3.	Напряжение протяжки заготовки через калибрующую зону волоки	2
4.	Напряжение и сила волочения	2
5.	Волочение в сдвоенных волоках	2
6.	Волочение проволоки с покрытиями	2
7.	Расчет режимов патентирования проволоки	3
8.	Расчет режимов латунирования проволоки	2
<b>Всего за 8 семестр:</b>		<b>17</b>
1.	Выбор размера катанки и определение количества переделов.	2
2.	Определение марки стали для получения заданных механических свойств готовой проволоки.	2
3.	Определение оборудования, вида термообработки и начального диаметра проволоки для последнего передела	2
4.	Определение вида перетяжных станков.	2
5.	Определение промежуточных диаметров для перетяжных станков	2
6.	Расчет деформационно-кинематических режимов волочения мага-	2

	зинных волочильных станов	
7.	Расчет энергосиловых режимов волочения магазинных станов	2
8.	Расчет деформационно-кинематических режимов волочения петлевых и прямоточных волочильных станов	2
9.	Расчет энергосиловых режимов волочения прямоточных и петлевых станов	2
10.	Расчет деформационно-кинематических режимов волочения волочильных станов со скольжением. Метод минимального скольжения.	2
11.	Расчет деформационно-кинематических режимов волочения волочильных станов со скольжением. Метод устанавливаемого скольжения.	2
12.	Расчет энергосиловых режимов волочения станов со скольжением	2
13.	Определение размеров калибров роликовых волок в системе круг-квadrat	2
14.	Определение размеров калибров роликовых волок в системе круг-стрельчатый квадрат	2
15.	Расчет основных параметров окалиноломателя для катанки	2
16.	Расчет производительности процесса волочения	2
	<b>Всего за 9 семестр:</b>	<b>32</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>49</b>

Перечень лабораторных работ:

№п/п	Наименование тем и их содержание	Объем, час.
	<b>8 семестр</b>	
1.	Изучение конструкции пруткового волочильного стана и волочильного инструмента	2
2.	Изучение волочения на прутковом волочильном стане	2
3.	Изучение конструкции проволочного волочильного стана	2
4.	Изучение программного обеспечения проволочного волочильного стана	2
5.	Изучение силы и температуры волочения проволоки на проволочном волочильном стане	2
	<b>Всего за 8 семестр:</b>	<b>17</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>17</b>

## Курсовая работа

Темами курсовой работы является разработка технологического процесса волочильного производства заданного вида готового профиля с учетом современных достижений науки и техники в данном виде металлургического производства. Основу работы составляет расчет технологических режимов волочения.

Основные разделы курсового проекта:

1. Расчетно-пояснительная записка в объеме 50-60 стр. (при среднем значении 1800 знаков на странице), содержащая технические требования к качеству заданного профиля и марке стали, описание производства исходной заготовки, технологический процесс и оборудование для производства заданного профиля, расчеты геометрических, деформационных, кинематических, тепловых и энергосиловых параметров процесса.
2. Графическая часть в объеме 2 листов формата А1, содержащая схему технологического процесса производства с обозначением основных технологических операций; маршрут волочения и калибровку роликовых волок; графики, диаграммы и таблицы, характеризующие расчетные режимы проектируемого процесса.


Расчетно-пояснительная записка и графическая часть проекта оформляются в соответствии с требованиями ЕСКД на основании практического пособия и практического руководства.

Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины:

Использование имитационных компьютерных моделей агрегатов и устройств прокатного производства (рабочих клетей, вспомогательного оборудования);

Использование актуальных презентационных видео материалов из отечественных и зарубежных источников.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Теория обработки металлов давлением	ОМД	нет 	протокол №7 от 15.09.2015

Зав. кафедрой МиЛП



Ю.Л.Бобарикин