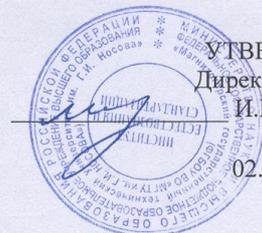




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

02.03.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ***

Направление подготовки (специальность)  
27.03.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - прикладной бакалавриат

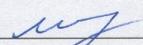
Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Технологии, сертификации и сервиса автомобилей
Курс	4
Семестр	7

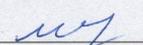
Магнитогорск  
2019 год

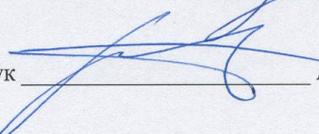
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 06.03.2015 г. № 168)

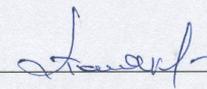
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей  
18.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой  И.Ю. Мезин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
02.03.2020 г. протокол № 7

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ТСИСА, канд. техн. наук  А.С. Лимарев

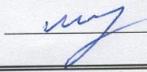
Рецензент:  
профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук  М.А.  
Полякова

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

Протокол от 08.09.2020 г. № 1

Зав. кафедрой  И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

формирование знаний по современным металлургическим технологиям и формирование профессионального уровня подготовки бакалавров.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Технология производства металлопродукции входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Оборудование и технологическая точность производства металлоизделий

Основы взаимозаменяемости

Стандартизация

Теоретические основы формирования качества и испытания металлопродукции

Управление качеством

Физические свойства металлов

Основы металлургического производства

Метрология

Механика

Физика

Химия

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

Производственный менеджмент

Производственная – преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Организация и технология испытаний и контроля

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технология производства металлопродукции» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ПК-4 способностью определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений
Знать	номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции, процессов; роль отдельных компонентов в технологических процессах.
Уметь	определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов.
Владеть	навыками выбора номенклатуры измеряемых и контролируемых параметров.
	ПК-6 способностью участвовать в проведении сертификации продукции, технологических процессов, услуг, систем качества, производств и систем экологического управления предприятия

Знать	основные виды продукции металлургических предприятий.
Уметь	определять параметры, влияющие на качество продукции.
Владеть	навыками выбора технологического процесса производства металлопродукции.
ПК-12 способностью проводить мероприятия по контролю и повышению качества продукции, организации метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации (	
Знать	основные технические и конструктивные характеристики продукции.
Уметь	определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов.
Владеть	навыками определения этапов технологического процесса.
ПК-16 способностью составлять графики работ, заказы, заявки, инструкции, пояснительные записки, схемы и другую техническую документацию, а также установленную отчетность по утвержденным формам в заданные сроки	
Знать	навыками определения этапов технологического процесса.
Уметь	читать отчеты о результатах производственной деятельности.
Владеть	навыками составления отчетов о результатах производственной деятельности.

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 56,9 акад. часов:
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 87,1 акад. часов;

Форма аттестации - курсовая работа, зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Общие вопросы технологии прокатки								
1.1 Общая характеристика металлургического производства	7	1,5		0,5/0,5И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
1.2 Структура прокатного производства		1,5		1/И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	

1.3 Основные виды прокатной продукции		1,5		1/1И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
1.4 Классификация прокатных станов		1,5		1/1И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
1.5 Основные технологические операции в прокатных цехах		1,5		1/1И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
1.6 Управление качеством прокатной продукции		1,5		1/1И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
Итого по разделу		9		5,5/5,5И	18			
2. Обжимно-заготовочное производство								
2.1 Общие положения калибровки прокатных валков		1,5		0,5/0,5И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
2.2 Производство блюмов и слябов	7	1,5		1/1И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
2.3 Производство заготовок		1,5		1/1И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	

2.4 Производство рельсов, балок и швеллеров		1,5		1/ИИ	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
2.5 Производство сортовых профилей		1,5		1/ИИ	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
2.6 Производство проволоки-катанки		1,5		1/ИИ	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
Итого по разделу		9		5,5/5,5И	18			
3. Листопрокатное производство								
3.1 Общие вопросы листопрокатного производства		3		1/ИИ	7	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
3.2 Горячая прокатка листов и полос	7	3		1/ИИ	7	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
3.3 Холодная прокатка листов, полос и лент		3		1/ИИ	7	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
Итого по разделу		9		3/3И	21			
4. Производство проволоки								
4.1 Общие понятия о волочении проволоки	7	1,5		0,5/0,5И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	

4.2 Сортамент и классификация стальной проволоки	1,5		1/1И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
4.3 Проволочно-волочильное оборудование	1,5		1/1И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
4.4 Технологические схемы производства стальной проволоки	1,5		0,5/0,5И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
4.5 Волочильный инструмент	2		0,5/0,5И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
4.6 Дефекты проволоки	1		0,5/0,5И	3	- самостоятельное изучение учебной литературы; - выполнение курсового проекта.	Устный опрос	
Итого по разделу	9		4/4И	30,1			
Итого за семестр	36		18/18И	75		зачёт,кр	
Итого по дисциплине	36		18/18И	87,1		курсовая работа, зачет	

### 5 Образовательные технологии

Для изучения данной дисциплины в качестве методического подхода применяется тех-нология конструирования учебной информации, т.е. при подготовке преподавателя к учебному процессу учитывается, что и в каком объеме из изучаемой информации должны усвоить студенты, уровень подготовленности студентов к восприятию учебной информации по вопросам математического моделирования и оптимизации технологических процессов. Перед началом занятий ознакомить студентов с планируемым объемом часов по учеб-ному плану на изучение данной дисциплины. Обратит внимание на то, какое количество часов отводится на самостоятельную работу. Эти часы выделяются для закрепления теоретического материала, на подготовку к практическим занятиям, подготовку к рубежному контролю. Перед каждой лекцией проводить выборочный опрос по материалу предыдущих лекций. Результаты опросов должны фиксироваться и учитываться при выставлении окончательной оценки по дисциплине.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций с коллектив-ным обсуждением какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений. При этом цели дискуссии тесно связаны с темой лекции. Практические занятия способствуют более глубокому освоению теоретического материала. При проведении практических занятий учитывается степень самостоятельности их выполнения их студентами. Учебным планом предусмотрены интерактивные занятия. Практические занятия проводятся в виде семинаров-дискуссий, на которых обсуждаются и решаются практические проблемы курса, используется работа в команде. Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной прора-ботке тем в выполнении домашнего задания, подготовке курсового проекта, подготовке к зачету.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

**а) Основная литература:**

1. Константинов, И. Л. Прокатно-прессово-волоочильное производство : учебник / И.Л. Константинов, С.Б. Сидельников, Е.В. Иванов. — 2-е изд. — М. : ИНФРА-М ; Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. — 511 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN . - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1021727> (дата обра- щения: 23.01.2020)

2. Рудской, А.И. Теория и технология прокатного производства : учебное пособие / А.И. Рудской, В.А. Лунев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-4958-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129221> (дата обращения: 23.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**б) Дополнительная литература:**

8. Константинов, И. Л. Прокатно-прессово-волоочильное производст-во/КонстантиновИ.Л., СидельниковС.Б., ИвановЕ.В. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 80 с.: ISBN 987-5-7638-3310-2. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/549915> (дата обращения: 23.01.2020)

**в) Методические указания:**

1. Лимарев А.С., Касаткина Е.Г. Методическое указание по выполнению курсовой ра-боты - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2013.

2. Лимарев А.С. Расчет производительности прокатных станов. Методические указа-ния для выполнения практической и самостоятельной работы. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. –11 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Методические указания для выполнения практической и самостоятельной работы РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

#### ВВЕДЕНИЕ

На металлургических предприятиях прокатное производство является одним из важнейших. В большинстве случаев прокатные цеха являются завершающим звеном производственного цикла, и их конечный продукт составляет основную часть всей отгружаемой товарной продукции компании. Современный прокатный стан - это технологический комплекс последовательно установленных машин, используемых для получения прокатных изделий заданных размеров с необходимыми качественными показателями. В зависимости от формы, размеров и свойств выпускаемой продукции применяются прокатные станы разных типов. Они классифицируются по устройству рабочих клетей, их взаимному расположению и другим признакам.

Процессы прокатки непрерывно совершенствуются, при этом преследуются многие цели, важнейшими среди которых являются улучшение качества продукции, снижение расходного коэффициента металла и энергозатрат, повышение производительности труда. Совершенствование идет как по пути создания новых технологий и конструкций прокатных станов, так и посредством оптимизации режимов деформации на действующих агрегатах.

Производительность прокатного стана определяется, пропускной способностью рабочих клетей, а также пропускной способностью отдельных агрегатов, обеспечивающих выполнение технологических операций. Определение производительности прокатного стана включает установление нормативов длительности отдельных элементов процесса прокатки, оптимального развеса и размеров слитков или заготовок, выхода годного проката. Расчеты производительности стана позволяют определить его «узкие места» производственного цикла и провести мероприятия по их устранению.

#### ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

Производительность прокатного стана (агрегата) определяется количеством металла, прокатанного в единицу времени, - час, смену, сутки, месяц, год.

Технически возможная производительность определяется по формуле:

$$П = \frac{3600 \cdot G}{T}, \text{т/ч}, (1)$$

где 3600 – количество секунд в часе; G – масса заготовки, т; T – такт (ритм) прокатки, с.

Такт прокатки – это время, которое проходит от начала прокатки одной заготовки до начала прокатки следующей. В общем случае такт прокатки складывается из времени нахождения металла в валках и времени паз, но конкретное определение этой величины зависит от типа стана и технологии прокатки. Из формулы (1) видно, что тем меньше такт прокатки тем выше производительность стана.

На практике технически возможная производительность никогда полностью не реализуется, так как в процессе работы неизбежны различные мелкие сбои, связанные с настройкой валков и привалковой арматуры, зачисткой поверхности валков, случайными задержками раската и т.д. Поэтому определяют практически возможную часовую производительность, для чего в формулу (1) вводят коэффициент использования стана  $k_{и}$ :

$$П = \frac{3600 \cdot G \cdot k_{и}}{T}, \text{т/ч},$$

В зависимости от типа стана, совершенства конструкции и организации технологического процесса коэффициент использования принимают в пределах от 0,75 до 0,95. Очевидно, более высокие значения  $k_{и}$  соответствуют более высокому техническому и организационному уровню эксплуатации стана.

Различают производительность стана по всаду и по годной продукции. Производительность по всаду определяют, например, при прокатке слитков на блюмингах

и слябингах; в этом случае величина  $G$  в формулах (1) и (2) – это масса слитка. Гораздо чаще определяют производительность станом по годной продукции для этого используют коэффициент расхода металла  $k_{р.м.}$ , который представляет собой отношение массы заготовки к массе готовых изделий. Производительность по годной продукции будет:

$$П = \frac{3600 \cdot G k_{и}}{T k_{р.м.}}, \text{т/ч,}$$

Значения коэффициента расхода металла  $k_{р.м.}$  для конкретных технологий представлены ниже.

#### Расходный коэффициент для различных типов станом

Тип производства	Расходный коэффициент	
Производство блюмов:		
- кипящая сталь	1,07 – 1,30	
- спокойная сталь	1,12 – 1,31	
Производство слябов:		
- кипящая сталь	1,10 – 1,21	
- спокойная сталь	1,21 – 1,30	
Непрерывно-заготовочные станы	1,02 – 1,05	
Трубно-заготовочные станы:		
- сортовые заготовки	<1,07	
- трубные заготовки	<1,12	
Рельсобалочный стан:		
- рельсы	<1,05	
- балки и швеллеры	<1,06	
Сортопрокатное производство:		
- мелкосортное	1,027 – 1,06	
- среднесортное	1,049 – 1,06	
- крупносортное	1,070 – 1,09	
- проволочное	1,055 – 1,06	
Горячая прокатка листов	двухклетевой	непрерывный
	толстолистовой	
углеродистая кипящая:		
- в листах	1,13-1,18	1,04-1,07
- в рулонах	-	1,02-1,03
углеродистая спокойная и низколегированная:		
- в листах	1,16-1,20	1,07-1,12
- в рулонах	-	1,04-1,10
легированная:		
- в листах	1,18-1,25	1,07-1,12
- в рулонах	-	1,04-1,10
Холодная прокатка листов:		
- полосы и листы из углеродистой и низколегированной стали	1,06-1,11	
- жечь белая и электролитическая луженая	1,06-1,13	
- электротехническая сталь	< 1,31	

Обычно прокатный стан выпускает не один, а много профилей (профилеразмеров); производительность на каждом из них различна. Среднюю часовую производительность стана рассчитывают по формуле:

$$П = \frac{100}{\frac{g_1}{\pi_1} + \frac{g_2}{\pi_2} + \dots + \frac{g_n}{\pi_n}}, \text{т/ч,}$$

где  $g_1, g_2, \dots, g_n$  – доля каждого профиля в общем объеме выпущенного проката по массе, %;  
 $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$  – производительность по каждому профилю, т/ч.

Для определения годовой производительности стана необходимо знать фактическое число часов работы в году. Современные прокатные станы в большинстве своем работают по непрерывному графику, останавливаясь только на капитальные и планово-предупредительные ремонты. При этом номинальное число часов работы в году  $\text{Ч}_{\text{ном}}$  составляет:

$$\text{Ч}_{\text{ном}} = 24 \cdot 365 - 24 \cdot \text{С}_{\text{кпр}} = 8760 - 24 \cdot \text{С}_{\text{кпр}}, \text{ ч},$$

где  $\text{С}_{\text{кпр}}$  – число суток, запланированных на проведение капитальных и планово-предупредительных ремонтов (в большинстве случаев от 10 до 30 суток).

Из номинального числа часов работы необходимо вычесть текущие простои. Они планируются в основном для замены валков в прокатных клетях и межсменных осмотров оборудования. Текущие простои  $\text{Ч}_{\text{т.п.}}$ , берутся в процентах от номинального числа часов работы:

$$\text{Ч}_{\text{т.п.}} = \frac{k_{\text{т.п.}}}{100} \cdot \text{Ч}_{\text{ном}}, \text{ ч},$$

Коэффициент текущих простоев  $k_{\text{т.п.}}$  обычно принимается в пределах 5-20 %.

Таким образом, фактическое число часов работы  $\text{Ч}_{\text{факт}}$  будет:

$$\text{Ч}_{\text{факт}} = 8760 - 24 \cdot \text{С}_{\text{кпр}} - \frac{k_{\text{т.п.}}}{100} \cdot \text{Ч}_{\text{ном}}, \text{ ч},$$

На практике фактическое число часов работы для разных станов чаще всего находится в пределах 6500 – 7800 ч.

Годовая производительность стана  $\Pi_{\text{год}}$  определяется произведением средней часовой производительности на фактическое число часов работы в году:

$$\Pi_{\text{год}} = \Pi_{\text{ср}} \cdot \text{Ч}_{\text{факт}}, \text{ т/ч},$$

Следует отметить, что производительность стана может исчисляться не только по массе годного проката, но и в единицах длины или площади, а также в штуках. Если, например, требуется определить длину прокатных изделий, то надо разделить производительность, выраженную в тоннах, на массу одного метра длины изделия (т).

### **Расход металла, материалов, электроэнергии**

Расход металла на единицу массы годного проката характеризуется двумя показателями: коэффициентом расхода металла  $k_{\text{р.м.}}$  и выходом годного ВГ. Как уже отмечалось, коэффициент расхода металла  $k_{\text{р.м.}}$  определяется в виде отношения массы заготовки к массе готовой продукции. Выход годного ВГ – это величина, обратная расходному коэффициенту:

$$\text{ВГ} = 1/k_{\text{р.м.}}$$

Ясно, что коэффициент расхода металла всегда больше единицы, а выход годного – меньше единицы. Потери металла в прокатном производстве складываются в основном из угара металла при нагреве, обрезки и брака. При холодной прокатке начального нагрева нет, но имеется некоторая потеря металла при травлении. Расходный коэффициент может быть вычислен для каждого отдельного передела; тогда полный (сквозной) коэффициент расхода будет:

$$k_{\text{р.м.}} = k_{\text{р.м.1}} \cdot k_{\text{р.м.2}} \cdot \dots \cdot k_{\text{р.м.}n}$$

где  $k_{\text{р.м.1}} \cdot k_{\text{р.м.2}} \cdot \dots \cdot k_{\text{р.м.}n}$  – расходные коэффициенты на отдельных переделах.

Помимо исходной заготовки, для осуществления технологического процесса в прокатных цехах необходимы многие другие материалы и энергоносители: топливо, электроэнергия, вода, пар, сжатый воздух, смазочные материалы и др. Расход этих материалов выражается в соответствующих единицах, отнесенных к тонне проката: топливо МДж/т; электроэнергия – в кВт\*ч/т; вода – в м<sup>3</sup> и т.д. К числу важных показателей относится также расход валков, который исчисляется в кг/т. Конкретные данные по расходным коэффициентам и потреблению различных материалов и энергоносителей на разных станах приведены в дальнейшем.

Понятно, что чем ниже расходные коэффициенты (при надлежащем качестве металлопродукции), тем более рациональным и совершенным является технологический

процесс, Снижение расходных коэффициентов одна из главных задач технического прогресса в прокатном производстве.

### ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТА

*Задание.* На мелкосортном прокатном стане из заготовки массой 2200 кг, полученной на непрерывно-заготовочном стане производят 60% арматурной стали Ø 6 мм и 40% катанки 6,5 мм. Такт прокатки составляет 3 с. Рассчитайте производительность прокатного стана и определите выход годного с учетом всех прокатных переделов.

*Решение*

#### Схема производства



Технически возможная производительность:

$$П = \frac{3600 \cdot 2,2}{3} = 2640, \text{ т/ч.}$$

Практически возможная часовая производительность:

$$П = 2640 \cdot 0,95 = 2508, \text{ т/ч.}$$

Производительность по годной арматурной стали:

$$П = \frac{2508}{1,03} \approx 2435, \text{ т/ч.}$$

Производительность по годной катанки:

$$П = \frac{2508}{1,027} \approx 2442, \text{ т/ч.}$$

Средняя часовая производительность стана:

$$П = \frac{100}{\frac{0,6}{2435} + \frac{0,4}{2442}} \approx 2438, \text{ т/ч.}$$

Номинальное число часов работы в году:

$$Ч_{\text{ном}} = 8760 - 24 \cdot 10 = 8520 \text{ ч.}$$

Текущие простои  $Ч_{\text{т.п.}}$ , берутся в процентах от номинального числа часов работы:

$$Ч_{\text{т.п.}} = \frac{5}{100} \cdot 8520 = 426 \text{ ч.}$$

Фактическое число часов работы стана:

$$Ч_{\text{факт}} = 8760 - 426 = 8334 \text{ ч.}$$

Годовая производительность стана:

$$П_{\text{год}} = 2438 \cdot 8334 = 20318292 \text{ т/г.}$$

Коэффициент расхода металла при производстве арматуры:

$$k_{\text{р.м.}} = 1,03,$$

Выход годного при производстве арматуры:

$$ВГ = 1/1,03 \approx 97\%$$

Коэффициент расхода металла при производстве катанки:

$$k_{\text{р.м.}} = 1,027,$$

Выход годного при производстве катанки:

$$ВГ = 1/1,027 \approx 97,4\%$$

### ВАРИАНТЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ варианта	Тип стана	Исходный материал	Масса заготовки, т	Такт прокатки, с	Сортамент стана
1	Трио (Лауга)	Катаный сляб	30	50	Лист толщина: 2 мм (40%), 4мм (20%), 6 мм (40%)
2	Непрерывный ШСП	Литой сляб	35	5	Лист толщина: 2 мм (30%), 2,5 мм (20%), 3 мм (50%)
3	ТЛС	Катаный	40	35	Лист толщина:

		сляб			10 мм (80%), 16 мм (20%),
4	20-валковый	Рулон	15	6	жесть
5	ШСХП	Рулон	25	4	Лист толщина: 1,5 мм (70%) 1,75 (30%)
6	Реверсивный стан ХП	Рулон	20	35	Лист толщина: 1,25 мм (90%) 1,6 мм (10%)
7	Мелкосортный стан	Непрерывно литая заготовка	2,5	3	Круг 8 (50%) Круг 10 (30%) Квадрат 6 (20%)
8	Среднесортный стан	Блюм	4	4	Круг 16 (50%) Круг 18(50%)
9	Крупносортный стан	Блюм	6	4	Уголок 16 (100%)
10	Проволочный стан	Непрерывно литая заготовка	2,2	3	Круг 6 (30%) Круг 6,5 (70%)

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое производительность прокатных станов?
2. Что такое такт прокатки?
3. Для чего необходимо знать производительность прокатных станов?
4. От чего зависит производительность прокатных станов?
5. Что такое выход годного?
6. Для чего нужен расходный коэффициент?
7. От чего зависит коэффициент расхода металла?
8. Какое количество часов работают прокатные станы?
9. Для чего применяется коэффициент использования?
10. Как рассчитывается годовая производительность прокатных станов?

#### **Библиографический список**

Технология прокатного производства: Учебник для вузов/Грудев А.П., Машкин Л.Ф., Ханин М.И. - М.: Металлургия, 1994, 656 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ**  
**АТТЕСТАЦИИ**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4 - способностью определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений		
Знать	номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции, процессов; роль отдельных компонентов в технологических процессах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая характеристика металлургического производства</li> <li>2. Структура прокатного производства</li> <li>3. Основные виды прокатной продукции</li> <li>4. Классификация прокатных станов</li> <li>5. Основные технологические операции в прокатных цехах</li> <li>6. Общие положения калибровки прокатных валков</li> <li>7. Особенности режима обжатий при прокатке слябов</li> <li>8. Скоростной режим прокатки</li> <li>9. Особенности даухслитковой прокатки</li> <li>10. Сортамент заготовок</li> <li>11. Типы станов для производства заготовок</li> <li>12. Производство заготовок на непрерывно-заготовочных станах</li> <li>13. Производство заготовок на трубозаготовочных станах</li> <li>14. Дефекты заготовок</li> <li>15. Сортамент рельсов, балок и швеллеров</li> <li>16. Типы станов для производства рельсов, балок и швеллеров</li> <li>17. Технологические операции при производстве рельсов</li> <li>18. Консервация, упаковка и хранение проволоки</li> <li>19. Устройство и материал волок</li> <li>20. Дефекты проволоки и меры их предотвращения</li> <li>21. Дефекты холоднокатаных листов и полос, меры по их</li> </ol>
Уметь	определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов.	1. Самостоятельная работа: Расчет производительности прокатных станов.
Владеть	навыками выбора номенклатуры измеряемых и контролируемых параметров	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Курсовой проект на тему: Технология производства холодной катаной листовой стали.</li> <li>2. Курсовой проект на тему: Технология производства горячекатаной листовой стали.</li> </ol>
ПК-6 - способностью участвовать в проведении сертификации продукции, технологических		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
процессов, услуг, систем качества, производств и систем экологического управления предприятия		
Знать	основные виды продукции металлургических предприятий	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы механических испытаний проволоки</li> <li>2. предотвращению и устранению</li> <li>3. Дефекты горячекатаных листов и полос, меры по их предотвращению и устранению</li> <li>4. Дефекты блюмов и слябов</li> <li>5. Типы станов горячей прокатки</li> <li>6. Расположение оборудования толстолистовых станов</li> <li>7. Технология прокатки толстых листов</li> <li>8. Материал и профилировка валков толстолистовых станов</li> <li>9. Характеристика широкополосных непрерывных и полунепрерывных станов</li> <li>10. Технология горячей прокатки широких полос</li> <li>11. Материал и профилировка валков широкополосных станов горячей прокатки</li> <li>12. Общая характеристика производства холоднокатаных листов</li> <li>13. Типы станов холодной прокатки</li> <li>14. Технология производства холоднокатаных листов из углеродистой стали</li> <li>15. Особенности производства жести</li> <li>16. Материал и профилировка валков станов холодной прокатки</li> <li>17. Общие понятия о волочение проволоки</li> <li>18. Сортамент и классификация стальной проволоки</li> <li>19. Классификация волочильных машин</li> <li>20. Условные обозначения отечественных волочильных машин</li> </ol>
Уметь	определять параметры, влияющие на качество продукции	1. Самостоятельная работа: Определение параметров деформации на сортопрокатных станах.
Владеть	навыками выбора технологического процесса производства металлопродукции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Курсовой проект на тему: Технология производства гнутых профилей.</li> <li>2. Курсовой проект на тему: Технология производства сортовой стали.</li> </ol>
ПК-12 - способностью проводить мероприятия по контролю и повышению качества продукции, организации метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации		
Знать	основные технические и конструктивные характеристики продукции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дополнительные операции по подготовке металла к волочению</li> <li>2. Обрывы и сварка концов проволоки</li> <li>3. Назначение смазки при волочении</li> <li>4. Процесс волочения</li> <li>5. Термическая обработка проволоки</li> <li>6. Технологические операции по обработке готовой проволочек</li> <li>7. Задачи калибровки прокатных валков</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		8. Классификация калибров 9. Элементы калибра 10. Системы вытяжных калибров 11. Калибры для прокатки фасонных профилей 12. Расположение калибров на валках 13. Сортамент блюмов и слябов 14. Типы обжимных станов 15. Краткая характеристика блюмингов и слябингов 16. Технологический процесс производства блюмов и слябов
Уметь	определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов;	1. Самостоятельная работа: Расчет режимов обжати на листопрокатных станах.
Владеть	навыками определения этапов технологического процесса	1. Курсовой проект на тему: Технология производства проволоки. 2. Курсовой проект на тему: Технология производства бесшовных труб.
ПК-16 - способностью составлять графики работ, заказы, заявки, инструкции, пояснительные записки, схемы и другую техническую документацию, а также установленную отчетность по утвержденным формам в заданные сроки		
Знать	форму отчетности по результатам технологического процесса	1. Однократные волочильные машины 2. Многократные волочильные машины со скольжением проволоки 3. Многократные волочильные машины магазинного типа 4. Многократные волочильные машины с синхронизацией скоростей промежуточных барабанов 5. Вспомогательное оборудование для волочения проволоки 6. Основные узлы и детали волочильных машин 7. Технология производства проволоки из низкоуглеродистой стали 8. Травление и подготовка проволоки к волочению 9. Технологический процесс производства двутавровых балок и швеллеров 10. Дефекты рельсов, балок и швеллеров 11. Сортамент сортовых профилей 12. Типы станов для производства сортовых профилей 13. Технологические операции при производстве сортовой стали 14. Дефекты сортовой стали 15. Сортамент проволоки-катанки

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		16. Типы проволочных станов 17. Технологические процессы при производстве проволоки-катанки 18. Сортамент листового проката 19. Требования к листовой продукции 20. Исходные материалы листопрокатного производства
Уметь	читать отчеты о результатах производственной деятельности	1. Самостоятельная работа: Расчет технологических режимов при производстве проволоки.
Владеть	навыками составления отчетов о результатах производственной деятельности	1. Курсовой проект на тему: Технология производства автомобильного листа. 2. Курсовой проект на тему: Технология производства полосовой стали.