

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 05 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Современные плавильные агрегаты  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.01 Машиностроение  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Машины и технология литейного производства  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков, в области изучения общих характеристик печного хозяйства как части технологического оборудования необходимого для реализации технологического процесса изготовления отливок.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- огнеупоры и теплоизоляционные материалы;
- технологическое топливо: твердое, жидкое и газообразное, электроэнергия;
- принципы генерации тепловой энергии в литейных печах;
- механика газов и организация движения газов в рабочем пространстве и дымоходах печей;
- теплопередача в печах, нагрев и плавление тел, тепловой баланс печей;
- конструкция и работа плавильных печей;
- сушила, термические печи, печи специального назначения;
- экологические проблемы эксплуатации литейных печей.

### 1.3. Входные требования

Предшествующие дисциплины:

- "Контрольно-измерительные и регулирующие приборы",
- "Оборудование для подготовки материалов",
- "Отливки из композиционных материалов",
- "Промышленные роботы в литейном производстве",
- "Теория литейных процессов",
- "Аддитивные технологии в литейном производстве",
- "Современные технологии литейного производства",
- "Современные проблемы науки в области машиностроения",
- "Прогрессивные технологические процессы машиностроительных производств".

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает перспективы технического развития предприятий в области печного хозяйства.	Знает передовой отечественный и зарубежный опыт в области заготовительного производства, перспективы технического развития предприятий, методы организации технологической подготовки производства, требования рациональной организации труда.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	Умеет организовывать деятельность подчиненных по решению практических задач по проведению диагностики и текущего ремонта печного оборудования.	Умеет организовывать деятельность подчиненных по решению практических задач на основе анализа ситуации и ее изменения, оценивать эффективность и качество работы подчиненных, выбирать оптимальные виды организации производства при освоении новой продукции, согласовывать вопросы технологической подготовки производства со смежными подразделениями предприятия и другими организациями.	Зачет
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеет навыками организации работ по снижению расхода тепловой и электрической энергии.	Владеет навыками организации работ по снижению расхода энергии и материалов, трудоемкости изготовления продукции, мероприятий по снижению и предотвращению брака, повышению технического уровня производства, руководства работами по испытанию и внедрению средств механизации и автоматизации, освоению новых высокопроизводительных технологических процессов.	Зачет
ПК-3.2	ИД-1ПК-3.2	Знает конструктивные особенности и режимы работы печного оборудования и правила его эксплуатации.	Знает передовые отечественные и зарубежные достижения науки и техники в области производства заготовок и средств механизации и автоматизации производственных процессов, конструктивные особенности и режимы работы оборудования, правила его эксплуатации, требования,	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			предъявляемые к исходным материалам, готовой продукции и технической документации.	
ПК-3.2	ИД-2ПК-3.2	Умеет использовать имеющееся печное оборудование.	Умеет использовать типовые технологические процессы, стандартную оснастку и средства механизации и автоматизации, имеющееся оборудование и производственные мощности предприятия, а также организовывать и анализировать результаты экспериментальных работ по заготовительному производству.	Зачет
ПК-3.2	ИД-3ПК-3.2	Владеет навыками рационализации использования производственных мощностей, снижению энергоемкости производства, соблюдения нормативов использования печного оборудования и совершенствования организации труда.	Владеет навыками совершенствования технологии получения заготовок и улучшения их качества, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, проектирования и своевременного внедрения технологических систем, прогрессивных базовых технологий, высокопроизводительных ресурсо- и природосберегающих технологий, нестандартного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента, автоматизированных систем проектирования и управления оборудованием и технологическими процессами, реконструкции предприятия и рационализации использования	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			производственных мощностей, снижению энерго- и материалоемкости производства, соблюдения нормативов использования оборудования и совершенствования организации труда.	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Теплопередача и основы движение газов в печах	6	0	11	30
Законы теплопередачи, тепломассоперенос в печах, движение газа в печах, конструирование печей с учетом характера движения газов, экологические характеристики печей литейных цехов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Элементы конструкций печей	4	0	11	30
Огнеупоры, второстепенные огнеупорные материалы, элементы конструкций печного пространства, топливо печей литейного производства и топливосжигающие устройства.				
Конструкции печей	8	0	12	30
Ванные отражательные топливные плавильные печи, тигельные топливные плавильные печи, шахтные топливные плавильные печи, дуговые печи, индукционные печи, печи сопротивления, плазменные печи, электронно-лучевые печи, сушильные и нагревательные печи.				
ИТОГО по 1-му семестру	18	0	34	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	34	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет процесса горения топлива
2	Способы совершенствования тепловой работы печей
3	Исследование устройства электрической печи сопротивления
4	Определение рабочего пространства дуговой печи по заданной производительности и характеристики необходимого электрооборудования
5	Расчет основного электрооборудования индукционной печи

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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

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

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Маляров А. И. Печи литейных цехов : учебное пособие для вузов / А. И. Маляров. - Москва: Машиностроение, 2014.	6
2	Михайлов Д. П. Печи литейных цехов : учебное пособие / Д. П. Михайлов, А. Н. Болдин, А. Н. Граблев. - Старый Оскол: ТНТ, 2017.	4
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Колмогоров Г. Л. Нагрев и нагревательные устройства : учебно-методическое пособие / Г. Л. Колмогоров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	30
2	Цаплин А. И. Теплофизика в металлургии : учебное пособие / А. И. Цаплин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	34
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Литейное производство : международный научно-технический журнал / Ассоциация литейщиков Украины; Белорусская ассоциация литейщиков; Российская ассоциация литейщиков; Союз литейщиков С.-Петербурга; Камаз-Металлургия; Московский автомобильный завод им. И. А. Лихачёва; АвтоВАЗ. - Москва: Союз-Литье, 1930 - .	
2	Литейщик России : научно-технический журнал / Российская ассоциация литейщиков. - Москва: Рос. ассоц. литейщиков, 2002 - .	
3	Новые огнеупоры : научно-технический и производственный журнал / Международный союз металлургов; Интермет Инжиниринг. - Москва: Интермет Инжиниринг, 2002 - .	
4	Огнеупоры и техническая керамика : международный научно-технический и производственный журнал / Меттекс. - Москва: Меттекс, 1933 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	

<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Колмогоров Г. Л. Нагрев и нагревательные устройства	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3021">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3021</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Цаплин А. И. Теплофизика в металлургии : учебное пособие / А. И. Цаплин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2776">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2776</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	доска маркерная	1
Лекция	компьютер	1
Лекция	проектор	1
Практическое занятие	доска маркерная	1
Практическое занятие	компьютер	1
Практическое занятие	проектор	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Современные плавильные агрегаты»**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования –  
программа академического магистратуры

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.01 Машиностроение
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Машины и технология литейного производства
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Инновационные технологии машиностроения
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 1	<b>Семестр:</b> 1
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
<b>Виды промежуточного контроля:</b>	
Зачет:	1 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «**Современные плавильные агрегаты**» и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины «**Современные плавильные агрегаты**», утвержденной «29» ноября 2019 г.

## **1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения**

### **1.1. Формируемые части компетенций**

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.ДВ.02.1 «Современные плавильные агрегаты» участвует в формировании двух компетенций: ПК-2.4 и ПК-3.2. В рамках учебного плана образовательной программы на этапе освоения данной учебной дисциплины формируется следующая дисциплинарная часть компетенции (табл. 1.1).

### **1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра базового учебного плана) и разбито на 3 раздела. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий и промежуточный	Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПР	РК	Зачет
<b>Усвоенные знания</b>			
<b>З.1</b> Знает перспективы технического развития предприятий в области печного хозяйства	ОПР	РКР	ТВ
<b>З.2</b> Знает конструктивные особенности и режимы работы печного оборудования и правила его эксплуатации	ОПР	РКР	
<b>Освоенные умения</b>			
<b>У.1</b> Умеет организовывать деятельность подчиненных по	ОПР	РКР	ПР

решению практических задач по проведению диагностики и текущего ремонта печного оборудования			
<b>У.2</b> Умеет использовать имеющееся печное оборудование	ОПР	РКР	
<b>Приобретенные владения</b>			
<b>В.1</b> Владеет навыками организации работ по снижению расхода тепловой и электрической энергии		ИКЗ	КЗ
<b>В.2</b> Владеет навыками рационализации использования производственных мощностей, снижению энергоемкости производства, соблюдения нормативов использования печного оборудования и совершенствования организации труда		ИКЗ	

ОПЗ – отчет по практическому занятию;

ОЛР – отчет по лабораторной работе;

РКР – рубежная контрольная работа;

КП – курсовой проект;

ИКЗ – индивидуальные комплексные задания;

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

### **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

По темам, имеющим большую теоретическую нагрузку для контроля знаний (табл. 1.1) проводятся контрольные работы. Качество и полнота ответов на вопросы оценивается по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей

компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме рубежных контрольных работ.

### **2.2.1. Защита практических работ**

Всего запланировано 5 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС магистерской программы.

### **2.2.3. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных разделов дисциплины. Первая КР по разделу 1 «Теплопередача и движение газов в печах», вторая КР – по разделу 2 «Элементы конструкций печей», третья КР – по разделу 3 «Конструкции печей».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Описать процессы тепло- и массопереноса в камерной сушильной печи.
2. Описать процессы тепло- и массопереноса в шахтно-ванной плавильной печи.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Провести классификацию топливосжигающих устройств применяемых в конструкции плавильных печей.
2. Описать способы по повышению стабильности горения факела газовой горелки в печах литейного цеха.

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Дать краткие характеристики способов преобразования электрической энергии в тепло.
2. Привести основные отличия вакуумной дуговой плавильной печи по сравнению с трехфазной дуговой печью с зависимой дугой.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

## **2.3. Промежуточная аттестация**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине. Зачет выставляется по результатам текущего и рубежного контроля с использованием типовой шкалы и критериев оценивания, приведенной в общей части ФОС магистерской программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Какие способы генерации теплоты, используемые для работы печей

литейных цехов, основаны на преобразовании электрической энергии?

2. Назначение конденсаторов в установке ИТП.

3. Какие частицы переносят электрические заряды при горении дуги на воздухе, в вакууме?

4. Назовите материалы, используемые для электрических нагревателей сопротивления.

5. На какие группы делятся огнеупоры по химико-минералогическому составу?

6. Устройства для использования тепла уходящих газов.

**Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений** представлен в приложении 1. *Полный перечень практических заданий хранится на выпускающей кафедре.*

**3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций**

**3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций**

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в комплексном задании дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС магистерской программы.

**3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС магистерской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС магистерской программы.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Назовите возможные варианты объединения рабочего пространства и устройства для генерации теплоты с целью получения плавильного агрегата.
2. Почему расход графитированных электродов при плавке на постоянном токе может быть меньшим, чем на переменном токе?
3. Опишите метод надежного соединения токоподвода с силитовым стержнем.

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Опишите способ размещения силитовых стержней в рабочем пространстве печи.
2. Способы создания вынужденного движения газовых масс в печах.
3. Предложите способы сокращения потерь энергии в промышленных печах.