«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Установки спецэлектронагрева

: 13.04.02

: 1, : 2

		2
1	( )	3
2		108
3	, .	79
4	, .	18
5	, .	36
6	, .	18
7	, .	40
8	, .	2
9	, .	5
10	, .	29
11	(, ,)	
12		

( ): 13.04.02

1500 21.11.2014 . , : 11.12.2014 .

: 1,

( ): 13.04.02

, 4 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, ...

:

, ...

:

. . . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
6.	
Компетенция ФГОС: ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения; в части следующих результатов обучения:	
1.	
2.	
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
1.	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений; в части следующих результатов обучения:	
1.	
1.	

2.

2.1

.3. 1	
1. технику безопасности при эксплуатации установок спецэлектронагрева	
.4. 6	
2. о кинетике обобщенного процесса рафинирования материалов	; ;
3. теорию электрических цепей с мощными дуговыми разрядами	;
.5. 1	
4. конструкции установок спецэлектрометаллургии	;
5. принцип действия установок спецэлектрометаллургии	;
.5. 1	
-	
6. Рассчитывать и конструировать шлавильные и переплавные установки	;
.24. 2	
7. технико-экономические тенденции развития электротехнологического оборудования	;
.24. 1	

8. обобщенную электротехнологическую схему переплавных процессов	;
9. решать вопросы оптимизации удельных расходных характеристик установок спецэлектрометаллургии	;
10. технико-экономические вопросы эксплуатации установок спецэлектронагрева	;
.24. 2	
11. рассчитывать энергетические балансы установок спецэлектрометаллургии.	;

3.

3.1

	,	.	
: 2			
:			
1.	0	2	2, 7, 8
2.	0	2	1, 4, 5
:			
3.	0	2	1, 10, 3, 4, 5
:			
4.	0	2	1, 10, 4, 5
:			

5.		0	2	1, 10, 4, 5
7.		0	2	4, 5
8.		0	2	10, 4, 5
9.		0	2	7, 9
:				
6.		0	2	10, 4, 5

3.2

: 2				
:				
1.	8	9	2, 9	
2.	8	9	2	

	,	.		
: 2				
:				
3.	3	4	11	
4.	4	5	11	
: -				
1.	2	4	11	
2.	3	5	6	
: -				
5.	2	4	11	
6.	4	5	6	

:				
7.	3	4	6	
8.	3	5	11	

4.

: 2				
1		11, 4, 5, 6, 8, 9	20	3
[ ]: - 3 : / . . . ; . . . . . - . . . . . , [2011]. - : http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_26943_1325236827.dot. -				
2		10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	9	2
, [ ]: - 2 : / . . . ; . . . . . , [2011]. - : http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_26943_1325236827.dot. -				

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	;

6.

( ), - 15- ECTS.
 . 6.1.
 2 .

6.1

: 2		
<i>Лекция:</i>	5	9
<i>Лабораторная:</i>	10	20
[ ]: - : http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_26943_1325236827.dot. - /		
<i>Практические занятия:</i>	12	24

РГЗ:	13	27
: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_26943_1325236827.dot. -		
Зачет:	10	20
: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_26943_1325236827.dot. -		

6.2

6.2

		/		
.4	6.	+	+	+
.24	1.	+		+
	2.	+	+	+
.3	1.			+
.5	1.			+
	1.		+	

1

7.

1. Домаров П. В. Установки специального электронагрева : учебное пособие / П. В. Домаров, А. А. Мелешко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 73, [2] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179632
2. Чередниченко В. С. Плазменные электротехнологические установки : [учебник для вузов по специальности 140605 "Электротехнологические установки и системы", направления подготовки 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / В. С. Чередниченко, А. С. Аньшаков, М. Г. Кузьмин. - Новосибирск, 2011. - 601 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163018
3. Чередниченко В. С. Вакуумные плазменные электропечи : [монография] / В. С. Чередниченко, Б. И. Юдин. - Новосибирск, 2010. - 586 с., [20] л. цв. ил. : ил., табл.. - Доп. тит. л. англ.
4. Чередниченко В. С. Дистилляционные электропечи / В. С. Чередниченко. - Новосибирск, 2009. - 395 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000089595. - Парал. тит. л. англ.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8.

8.1

1. Домаров П. В. Установки специального электронагрева [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / П. В. Домаров ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_26943_1325236827.dot. - Загл. с экрана.

8.2

1 Ansys Academic Research

9.

-

1	.	
2	.	-
3	12	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
д.т.н., профессор Н.И. Щуров
“ ___ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Установки спецэлектронагрева

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматизированные электротехнологические комплексы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Установки спецэлектро-нагрева приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (РГЗ(Р))	Промежуточная аттестация (зачет)
ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности	36. знать физические основы способов электротеплового преобразования энергии	Вакуумные электротехнологические установки. Дуговые вакуумные печи. Принцип действия и классификация дуговых вакуумных печей. Конструкции дуговых вакуумных печей. Рабочий процесс в ВДП. Особенности горения дуги в вакууме. Мощный дуговой разряд как нагрузка электрической цепи. Энергетические характеристики ВДП. Электрооборудование ВДП. Основы расчета режимов и параметров ВДП. Техника безопасности при эксплуатации ВДП Исследование распределения температурного поля в шлаковой ванне, жидкометаллической ванне и в слитке электрошлаковых установок. Исследование распределения электромагнитного поля в шлаковой ванне в установках электрошлакового переплава Характеристика и задачи переплавных электротехнологических процессов. Обобщенная электротехнологическая схема переплавных процессов. Основные понятия о рафинирующих средах: переплав в вакууме, электрошлаковый переплав. Кинетика обобщенного процесса рафинирования материалов.	Отчет по лабораторной работе №1, 2 РГЗ, раздел 2.	Зачет, вопросы.1 - 8.
ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения	31. знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем	Вакуумные электротехнологические установки. Дуговые вакуумные печи. Принцип действия и классификация дуговых вакуумных печей. Конструкции дуговых вакуумных печей. Рабочий процесс в ВДП. Особенности горения дуги в вакууме. Мощный дуговой разряд как нагрузка электрической цепи. Энергетические характеристики ВДП. Электрооборудование ВДП. Основы расчета режимов и параметров ВДП. Техника безопасности при эксплуатации ВДП Исследование распределения электромагнитного поля в шлаковой ванне в установках электрошлакового переплава Основные научно-технические проблемы и перспективы развития электротехнологии. Ресурсосбережение и защита окружающей среды при реализации современных электротехнологий. Установки лазерной обработки материалов. Теплофизические основы лазерных установок. Классификация процессов. Сварка, резка и прошивка отверстий. Термообработка и процессы лазерного упрочнения деталей. Промышленное оборудование для реализации лазерных электротехнологий. Характеристика и задачи переплавных электротехнологических процессов. Обобщенная электротехнологическая схема переплавных процессов. Основные понятия о рафинирующих средах: переплав в вакууме, электрошлаковый переплав. Кинетика обобщенного процесса рафинирования материалов. Электронные плавильные установки. Принцип действия, устройство и область применения электронных плавильных установок (ЭЛУ). Конструкция и расчет устройств формирования электронных пучков в ЭЛУ. Потери энергии электронного пучка и энергетический баланс ЭЛУ. Установки для зонной плавки, выращивания кристаллов, испарения металлов. Электронные нагревательные установки. Техника безопасности при работе на ЭЛУ. Электротехнологические процессы и	Отчет по лабораторной работе № 1, 2. РГЗ, разделы 2 - 4	Зачет, вопросы.22 - 35

		оборудование для переработки углеродосодержащих бытовых и промышленных отходов.		
ПК.24	у2. уметь оценивать энергетическую эффективность разрабатываемых объектов и систем	Баланс энергии на поверхности полого катода. Закономерности выделения и распределения тепла в ванне электрошлаковой печи. Основные научно-технические проблемы и перспективы развития электротехнологии. Ресурсосбережение и защита окружающей среды при реализации современных электротехнологий. Построение энергетического баланса установки электрошлакового переплава. Электрошлаковые печи. Принцип действия электрошлаковых печей. Рабочий процесс в электрошлаковой печи. Шлаковая ванна как приемник электрической энергии. Закономерности выделения и распределения тепла в ванне электрошлаковой печи. Электрооборудование ЭШП. Расчет параметров и режимов работы, энергетический баланс. Техника безопасности при эксплуатации ЭШП. Энергетические характеристики ВДП. Энергетический баланс ЭЛУ.	Отчет по лабораторной работе № 1, 2. РГЗ, разделы 2 - 4	Зачет, вопросы 9 - 21
ПК.3 способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности	з1. знать физические основы возникновения негативных факторов в процессе эксплуатации электротехнологических установок	Вакуумные электротехнологические установки. Дуговые вакуумные печи. Принцип действия и классификация дуговых вакуумных печей. Конструкции дуговых вакуумных печей. Рабочий процесс в ВДП. Особенности горения дуги в вакууме. Мощный дуговой разряд как нагрузка электрической цепи. Энергетические характеристики ВДП. Электрооборудование ВДП. Основы расчета режимов и параметров ВДП. Техника безопасности при эксплуатации ВДП Плазменные вакуумные электропечи. Принципы преобразования электрической энергии в тепловую в вакуумных плазмотронах с полыми катодами. Энергетические режимы работы полых катодов вакуумных плазмотронов. Рабочие режимы, физические процессы в сильноточном вакуумном разряде с полым катодом. Электрообмен и баланс энергии на поверхности полого катода. Тепловой режим полого катода. Обобщенные характеристики и расчет вакуумных плазмотронов. Использование вакуумных плазмотронов для нагрева слитков, в порошковой металлургии. Сравнение эффективности переплавных процессов в ВПП, ВДП, ЭЛУ. Электронные плавильные установки. Принцип действия, устройство и область применения электронных плавильных установок (ЭЛУ). Конструкция и расчет устройств формирования электронных пучков в ЭЛУ. Потери энергии электронного пучка и энергетический баланс ЭЛУ. Установки для зонной плавки, выращивания кристаллов, испарения металлов. Электронные нагревательные установки. Техника безопасности при работе на ЭЛУ. Электрошлаковые печи. Принцип действия электрошлаковых печей. Рабочий процесс в электрошлаковой печи. Шлаковая ванна как приемник электрической энергии. Закономерности выделения и распределения тепла в ванне электрошлаковой печи. Электрооборудование ЭШП. Расчет параметров и режимов работы, энергетический баланс. Техника безопасности при эксплуатации ЭШП.		Зачет, вопросы 36 - 48
ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических	з1. знать основные конструктивные решения электротехнологических установок, критерии целесообразности их использования для	Вакуумные электротехнологические установки. Дуговые вакуумные печи. Принцип действия и классификация дуговых вакуумных печей. Конструкции дуговых вакуумных печей. Рабочий процесс в ВДП. Особенности горения дуги в вакууме. Мощный дуговой разряд как нагрузка электрической цепи. Энергетические характеристики ВДП. Электрооборудование ВДП. Основы расчета режимов и параметров ВДП. Техника безопасности при эксплуатации ВДП Плазменные вакуумные электропечи. Принципы		Зачет, вопросы 49 - 61

решений	достижения поставленных целей	преобразования электрической энергии в тепловую в вакуумных плазмотронах с полыми катодами. Энергетические режимы работы полых катодов вакуумных плазмотронов. Рабочие режимы, физические процессы в сильноточном вакуумном разряде с полым катодом. Электрообмен и баланс энергии на поверхности полого катода. Тепловой режим полого катода. Обобщенные характеристики и расчет вакуумных плазмотронов. Использование вакуумных плазмотронов для нагрева слитков, в порошковой металлургии. Сравнение эффективности переплавных процессов в ВПП, ВДП, ЭЛУ. Установки ионно-плазменного нагрева. Устройство и оборудование. Принцип действия. Режимы работы. Конструкции электродных узлов. Рабочий процесс установок. Установки лазерной обработки материалов. Теплофизические основы лазерных установок. Классификация процессов. Сварка, резка и прошивка отверстий. Термообработка и процессы лазерного упрочнения деталей. Промышленное оборудование для реализации лазерных электротехнологий. Электронные плавильные установки. Принцип действия, устройство и область применения электронных плавильных установок (ЭЛУ). Конструкция и расчет устройств формирования электронных пучков в ЭЛУ. Потери энергии электронного пучка и энергетический баланс ЭЛУ. Установки для зонной плавки, выращивания кристаллов, испарения металлов. Электронные нагревательные установки. Техника безопасности при работе на ЭЛУ. Электротехнологические процессы и оборудование для переработки углеродосодержащих бытовых и промышленных отходов. Электрошлаковые печи. Принцип действия электрошлаковых печей. Рабочий процесс в электрошлаковой печи. Шлаковая ванна как приемник электрической энергии. Закономерности выделения и распределения тепла в ванне электрошлаковой печи. Электрооборудование ЭШП. Расчет параметров и режимов работы, энергетический баланс. Техника безопасности при эксплуатации ЭШП.		
ПК.5	у1. уметь анализировать достоинства и недостатки предлагаемых проектно-конструкторских решений	Расчет режимов и параметров ВДП.	РГЗ, раздел 1, 2.	

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.24, ПК.3, ПК.5.

Зачет проводится в устной форме, по билетам, составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций или

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в

паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.4, ПК.24, ПК.3, ПК.5, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Установки спецэлектронагрева», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-20, второй вопрос из диапазона вопросов 21-40, третий вопрос из диапазона вопросов 41-61 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Установки спецэлектронагрева»

---

1. Чем принципиально отличается ВДП от ЭЛУ и ЭШП
2. Почему ВДП для переплава титана считаются взрывоопасными? Что предусматривается в конструкции электропечей для повышения безопасности, защиты персонала в период аварии?
3. Чем принципиально отличаются ВДП, ЭШП и ЭЛУ в технологическом назначении? Можно ли в промышленных ЭШП или ЭЛУ получить слиток, равнозначный ВДП?

Утверждаю: зав. кафедрой АЭТУ _____ Алиферов А.И.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

В общей оценке по дисциплине на зачет отведено 20 баллов.

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 50 % баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при, оценка составляет *50 -72 % баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов,

явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 73 – 86% баллов.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 87 – 100% баллов.

3. Шкала оценки

Вид работы	Количество	Оценка в баллах рейтинга
Посещение лекций	9	1
Практические занятия посещение	6	2
выполнение задания		2
Лабораторные работы: выполнение защита	2	5
		5
Выполнение РГЗ	1	12
Защита РГЗ	1	15
Итого максимальное кол-во баллов за работу = $9 \times 1 + 6 \times (2+2) + 2 \times (5+5) + 1 \times (12+15) = 80$		
Сдача зачета	Зачет представляет собой ответы на три теоретических вопроса, сосредоточенных в билете.	
Итого максимальное кол-во баллов $80+20=100$		

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Установки спецэлектронагрева»

1. Чем принципиально отличается ВДП от ЭЛУ и ЭШП?
2. Чем отличается ЭЛУ от ЭШП и ВДП?
3. Можно ли получить одинаковые по составу слитки в ВДП и ЭЛУ? Ответ пояснить.
4. Можно ли получить одинаковые по составу слитки в ЭШП и ЭЛУ? Ответ пояснить.
5. Можно ли в промышленной ВДП при необходимости выплавить слитки методом ЭШП? Ответ пояснить.
6. Почему в начальный период плавки в ВДП увеличивают рабочий ток в 1,2 - 1,5 раза?
7. Почему источники питания для ВДП должны иметь напряжение холостого хода больше, чем рабочее напряжение?
8. Зачем необходимо иметь в источнике питания ЭШП до 120 ступеней напряжения?
9. Почему промышленные ВДП работают на постоянном токе? Чем этот режим будет отличаться от режима ВДП на переменном токе?
10. В какой области кристаллизаторов в ЭШП, ЭЛУ и ВДП тепловые потоки на стенку максимальные и почему? Как эти тепловые потоки определяются?
11. Почему длина дугового промежутка в ВДП не выбирается меньше 20 мм, но не больше 100 мм?
12. Почему в ЭШП заглубливание переплавляемого электрода в шлак необходимо контролировать?
13. Поясните принцип автоматического поддержания электрического режима в ЭШП.
14. Поясните принцип автоматического поддержания электрического режима в ВДП.
15. Поясните принцип управления вводимой мощности в ЭЛУ.
16. Почему в ВДП и ЭШП не используют режимы работы с большими производительностями по переплавляемому металлу?
17. Почему в ВДП рабочий процесс осуществляется в режиме стабилизации рабочего тока, а в ЭШП необходимо дополнительно использовать до 120 ступеней напряжений трансформатора?
18. На какие тепловые нагрузки рассчитывается водоохлаждение поддона кристаллизатора? Рассмотрите схему теплообмена.
19. Известно, что процесс плавки в ВДП и ЭШП включает три различных этапа электрического режима. Какие это режимы, на каких токах и почему на этих токах обеспечивается работа ВДП и ЭШП в этих режимах?
20. Что входит в понятие "фронта кристаллизации" слитков в ЭШП и ВДП? Зачем и как обеспечивается постоянство формы фронта кристаллизации?
21. Почему производительность ВДП выбирают с учетом заданной формы фронта кристаллизации слитков?
22. Опишите механизм удаления неметаллических включений при проведении электрошлакового переплава металла.
23. Какие технологические задачи решают гарнисажными ВДП? Чем они принципиально отличаются от

- ВДП для плавки в кристаллизатор?
24. Почему для переплава титана в ВДП электропечи имеют бронекамеры?
  25. Почему ВДП для переплава титана считаются взрывоопасными? Что предусматривается в конструкции электропечей для повышения безопасности, защиты персонала в период аварии?
  26. Почему поверхность слитков, выплавленных в ВДП, имеет высокую пористость, а поверхность слитков, выплавленных в ЭШП большую плотность?
  27. Для каких целей снаружи кристаллизатора ВДП устанавливается соленоид для создания магнитного поля? На какие параметры он рассчитывается? Почему на ЭШП такие соленоиды не устанавливаются?
  28. В каком диапазоне токов и напряжений работают ВДП? Поясните причины таких соотношений токов и напряжений.
  29. Изобразите диаграммы энергетического баланса дуги в ВДП при плавке стали и титана. Поясните, почему работа ВДП при плавке титана энергетически более эффективна. Поясните различие в отдельных составляющих теплового баланса.
  30. Поясните, почему в течение плавки в ВДП необходимо поддерживать производительность печи постоянной.
  31. Поясните, почему в ВДП для плавки слитков удается перегреть поверхность ванны металла не более, чем на 50 - 100 ОС над температурой плавления металла.
  32. Поясните почему изложницы для разлива стали изготавливаются из чугуна, а кристаллизаторы должны выполняться из меди или бронзы.
  33. Почему для ВДП, предназначенных для второго переплава титана, зазор между переплавляемым электродом и кристаллизатором принимается меньше, чем для ВДП первого переплава?
  34. Изобразите и поясните циклограмму введения мощности в ВДП.
  35. Как будет влиять на технологический процесс изменение тока в ВДП с 12,5 кА до 25 кА, если расчетный ток составляет 12,5 кА?
  36. Чем отличается работа кристаллизатора в ВДП и ЭШП?
  37. В каких случаях используются бифилярные схемы ЭШП? Как обеспечивается равномерность оплавления слитков в бифилярных схемах включения ЭШП?
  38. Для ВДП известно, что доля мощности на переплавляемом электроде (катоде) при переплаве конкретного металла не зависит от рабочего режима и составляет $hk = P_k/P_g = \text{const}$. Почему это соотношение не наблюдается в ДСП?
  40. Почему несмотря на низкие механические свойства меди из нее изготавливаются кристаллизаторы?
  41. Каким образом и зачем контролируется капельный перенос металла с электрода в кристаллизатор в ВДП?
  42. Расшифруйте подробно название электропечей: ДТВ-8,7; ДТВГ-0,6 ПЦ; ДДВ-2,5-В-0,6; ДСВ-3,2-Г1.
  43. Почему гарнисажные вакуумные дуговые электропечи можно считать не взрывоопасными?
  44. Почему ВДП для переплава стальных слитков не имеют бронекамер?
  45. Почему в ВДП переплавляемый электрод всегда делают катодом?
  46. В каких случаях ВДП выполняют с нерасходуемым электродом?
  47. Поясните на основании выражения для расчета кинетики протекания процесса рафинирования большую эффективность ВДП по сравнению с вакуумными индукционными печами.
  48. За рубежом используются переплавляемые электроды в ВДП с центральным отверстием диаметром 1 - 2 мм, в которое подается аргон. Ваше мнение - для чего это делается?
  49. Чем принципиально отличаются ВДП, ЭШП и ЭЛУ в технологическом назначении? Можно ли в промышленных ЭШП или ЭЛУ получить слиток, равнозначный ВДП?
  50. Почему электропечи для переплава стали и титана выполняются по схемам расходуемого электрода, а для тантала, вольфрама, молибдена - по схемам нерасходуемого электрода?
  51. На основании уравнения сравните плавки в ВДП, ВИП, ЭПП, ЭЛУ. В каких электропечах рафинирование за счет испарения будет протекать более эффективно и почему?
  52. Основные назначения ВДП и ЭЛУ.
  53. На какие тепловые нагрузки проводят расчеты температурного поля стенки кристаллизатора в ВДП и ЭШП?
  54. Как будет влиять на качество слитка процесс снижения или повышения производительности ВДП относительно оптимального (расчетного)?
  55. Зачем в бифилярных и трехфазных схемах включения ЭШП используется нулевой провод?
  56. Почему в ЭШП не используется постоянный ток?
  57. Опишите роль гарнисажа в ЭШП.
  58. Чем принципиально отличаются по технологическому процессу переплавные электрошлаковые печи от печей для электрошлакового литья?
  59. Почему слитки, полученные в ЭШП, имеют механические свойства выше, чем слитки из того же металла, но полученные наполнительным литьем в изложницу?
  60. Чем отличается дуговой разряд в ВДП от дугового разряда в ДСП или плазмотроне?
  61. Поясните понятия "жидкий" и "твердый" старты в ЭШП. Когда они используются?

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Установки спецэлектронагрева», 2 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать параметры Вакуумно-дуговых печей в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны:

- 1) дать анализ технических характеристик, технологии, конструктивного решения установки вакуумно-дугового переплава;
- 2) провести расчет энергетического баланса установки,
- 3) выбрать и обосновать тип источника питания,
- 4) рассчитать вакуумные системы, выбрать вакуумные насосы.

Обязательные структурные части РГЗ: Введение, Технические характеристики, эскиз установки, технология вакуумно-дугового переплава, конструктивные решения, Энергетический баланс и расчет параметров, Выбор источника питания, расчет вакуумной системы и выбор вакуумного насоса. Заключение, список литературы.

Оцениваемые позиции: выполнение и защита РГР.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует расчет энергетического баланса установки, не выбран и обоснован тип источника питания, оценка составляет менее 50% баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если есть расчет энергетического баланса установки, выбран и обоснован тип источника питания, оценка составляет 50 – 72% баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если проведен расчет энергетического баланса установки, выбран и обоснован тип источника питания, рассчитаны вакуумные системы без достаточного обоснования, оценка составляет 72 – 86% баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выполнены все структурные части РГЗ и полностью обоснованы, оценка составляет 87 – 100% баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине за РГЗ(Р) студент может получить до 27 баллов.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Расчет параметров Вакуумно-дуговых печей в соответствии с исходными данными.

Варианты задания для выполнения РГЗ

№ Вар	Кол. эл	h'эл	dэл	Др.эл	материал
1	2	100	-	-	титан
2	2	300	100	-	титан
3	2	500	-	-	цирконий
4	2	500	700	-	цирконий
5	2	300	150	-	Молибден
6	2	400	200	-	молибден
7	3	-	200	500	Молибден

8	3	-	300	700	Титан
9	3	-	500	1000	молибден
10	3	-	200	500	титан
11	3	-	400	1000	титан
12	3	-	200	500	цирконий
13	3	-	300	800	цирконий
14	3	-	500	900	титан