

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О. Сухого

О.Д. Асенчик

(подпись)

08.12.

2021

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-33-114/уч.

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОПЛАВКИ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

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

направление

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

специализации

1-42 01 01 –01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2019;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» 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 –01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» № I 42-1-17/уч. от 06.02.2019, I 42-1-10/уч. от 05.02.2020

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.Н. Прусенко, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Зюзьков Евгений Александрович, главный металлург ОАО «ГЛЗ «ЦЕНТРОЛИТ»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 9 от 19.10.2021);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 4 от 02.11.2021);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 07.12.2021).

Регистрационный номер МТФ: УД-8-03/уч

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В современном машиностроении, энергетике, радиоэлектронике и других отраслях экономики широкое применение имеют цветные металлы и сплавы на их основе. Медь, алюминий, цинк, магний, титан и другие металлы являются незаменимыми материалами для получения сплавов, применяемых в приборостроительной и электротехнической промышленности, самолетостроении и радиоэлектронике, ядерной и космической отраслей техники. Цветные металлы и сплавы обладают рядом ценных свойств: высокой электро- теплопроводностью, малой плотностью (алюминий и магний), низкой температурой плавления (олово, свинец), высокой коррозионной стойкостью (титан, алюминий), способностью подвергаться различным видам обработки, в том числе пластически деформироваться (прокатка, волочение, ковка, штамповка), поэтому вопросы их получения имеют важное значение в металлургическом деле. Без глубокого понимания теории и технологий металлургии цветных металлов невозможно решать инженерные и инновационные задачи.

Дисциплина «Теория и технология электроплавки цветных сплавов» представляет собой теоретический и одновременно прикладной курс, в котором изложены представления о строении и свойствах цветных металлов в различных состояниях, способы получения, переработки, процессы, происходящие на различных стадиях металлургического производства, особенностях переработки.

Изучение дисциплины должно способствовать компетентному участию выпускников в области цветного металлургического производства с учетом трендов глобального развития электроплавильных устройств.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель – изучить физико-химические основы получения цветных сплавов. Научить студентов теоретическим основам и практике получения основных видов цветных сплавов, используемых в промышленности. При этом главное внимание уделяется углеродо-, силико- и алюминотермическим методам, характеристике шихтовых материалов, технологическим параметрам выплавки, конструктивным особенностям применяемых для этого печей.

Задачи – подготовка инженеров, владеющих теоретическими основами производства сплавов цветных металлов, способных разрабатывать технологию производства отдельных видов цветных сплавов в печах различной конструкции с учетом состава и свойств исходных шихтовых материалов, выполнять расчеты материального и теплового баланса плавки.

Место учебной дисциплины

Курс «Теория и технология электроплавки цветных сплавов» занимает важное и необходимое место в системе подготовки специалистов-металлургов. Навыки получения сплавов требуемого качества, приобретение компетентности в решении задач выбора оптимальных технологических процессов для получения высококачественных отливок из сплавов цветных металлов являются необходимой частью общей подготовки современного специалиста.

Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины выпускник должен:

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- физико-химические основы получения сплавов цветных металлов;
- современные способы получения цветных сплавов;
- технологии получения цветных сплавов;
- технологии внепечной обработки цветных сплавов;
- последние достижения научно-технического прогресса в усовершенствовании технологии производства сплавов цветных металлов;
- способы защиты расплава от взаимодействия с тиглями и атмосферой печи в процессе плавки.

уметь:

- рассчитывать составы шихты для выплавки сплавов цветных металлов;
- разрабатывать технологию производства различных марок цветных сплавов в печах различной конструкции с учетом состава и свойств исходных шихтовых материалов;
- выбирать рациональные режимы работы плавильных агрегатов и их конструкций в зависимости от марки выплавляемых сплавов;
- управлять физико-химическими процессами, протекающими в жидком металле и шлаке, их интенсификацией, разработке и применению эффективных методов печного и внепечного рафинирования расплава.

владеть:

- основами технологии производства сплавов цветных металлов;
- навыками расчёта материального и теплового баланса плавки;
- методикой расчета шихтовых материалов для плавки цветных сплавов;

Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист, освоивший содержание образовательной программы по специальности, должен обладать следующей специализированной компетенцией:

(СК-16): Знать теорию процессов и принципе плавки литейных сплавов, особенности строения и свойства исходных веществ, анализ термодинамики механизма и кинетики процессов, выбора исходных материалов для плавки и ее технологии

Вместе с тем совершенствуется ряд профессиональных компетенций:

- владеть вопросами анализа, расчета и подготовки шихтовых материалов для получения цветных сплавов;
- быть готовым к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности, к работе над комплексными проектами;
- использовать автоматизированные системы управления технологическими процессами в производстве цветных металлов и сплавов;
- взаимодействовать со специалистами смежных профессий, анализировать и оценивать собранные данные.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования: **дневная**. Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 6 зачетных единиц.

На изучение дисциплины «Теория и технология электроплавки цветных сплавов» предусмотрено всего: 256 часа.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Вид занятий, курс, семестр	Дневная форма
Курс	3, 4
Семестр	6, 7
Лекции (часов)	85
Лабораторные занятия (часов)	34
Практические занятия (часов)	25
Всего аудиторных (часов)	144
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине	
Экзамен (семестр)	6, 7

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Основы теории металлургических процессов

Физико-технические основы электрометаллургии. Значение производства цветных сплавов для развития народного хозяйства. Характеристика цветнолитейного производства Республики Беларусь. Основы учения о шлаках.

Тема 2. Физико-химические и металлургические основы плавки сплавов цветных металлов

Общие сведения о классификации литейных сплавов цветных металлов. Методы промышленного получения сплавов: металлургический, диффузионный, сплавлением и др. Свойства жидких металлов и сплавов. Физические свойства сплавов цветных металлов. Основные процессы, происходящие при плавке металлов. Термодинамика и кинетика окисления. Способы удаления кислорода из расплава. Общие закономерности взаимодействия металлических расплавов с водородом и другими газами. Защита металлических расплавов от взаимодействия с газами. Источники газов, растворимых в металлах при плавке. Современные теоретические представления о процессах микролегирования цветных металлов. Классификация процессов микролегирования.

Тема 3. Классификация, составы, структура и особенности плавки алюминиевых сплавов

Физико-химические свойства алюминия. Общая характеристика алюминиевых сплавов. Принципы легирования алюминиевых сплавов. Структура, механические и технологические свойства основных групп литейных и деформируемых сплавов. Маркировка сплавов. Технология плавки сплавов на основе алюминия. Шихтовые материалы. Вторичные и первичные алюминиевые сплавы. Стандарты на алюминиевые сплавы. Печи для плавки алюминиевых сплавов. Особенности взаимодействия алюминиевых сплавов с газами, футеровкой плавильных агрегатов и материалом тиглей. Влияние типа плавильного агрегата на качество получаемого расплава. Вопросы экологии при плавке алюминиевых сплавов. Рециклинг алюминия.

Тема 4. Классификация, составы, структура и особенности плавки медных сплавов

Физико-химические свойства меди. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Литейные и деформируемые сплавы. Принципы легирования медных сплавов. Стандарты на медные сплавы. Состав, структура и свойства литейных латуней и бронз. Особенности технологии плавки меди, латуней и бронз. Раскислители, флюсы, модификаторы для медных сплавов. Разновидности и характеристики печей для плавки медных сплавов. Рециклинг меди и ее сплавов.

Тема 5. Составы, свойства и особенности плавки магниевых сплавов

Физико-химические свойства магния. Классификация, состав, структура и области применения основных групп магниевых сплавов. Маркировка сплавов. Принципы легирования магниевых сплавов. Шихтовые материалы. Технология плавки магниевых сплавов. Печи для плавки магния и его сплавов. Флюсы. Безфлюсовая плавка.

Тема 6. Составы, свойства и особенности плавки сплавов на основе цинка и свинца

Физико-химические свойства цинка и свинца. Состав, свойства и структура цинковых и свинцовых сплавов. Маркировка сплавов. Особенности технологии плавки. Рециклинг цинка и свинца.

Тема 7. Классификация, устройство и тенденции развития электропечей для плавки цветных сплавов

Классификация плавильных печей. Электрические печи сопротивления. Индукционные тигельные печи промышленной, средней и высокой частоты. Индукционные канальные печи. Электродуговые печи постоянного тока для плавки цветных сплавов. Эксплуатация электрических печей. Конструктивные особенности индукционных канальных печей.

Тема 8. Особенности рафинирования расплавов цветных сплавов

Рафинирование металлических расплавов инертными и активными газами. Обработка расплава флюсами, солями и летучими веществами. Фильтрация жидкого расплава. Дегазация вакуумом, ультразвуком, давлением.

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.	Основы теории металлургических процессов							
1.1.	Физико-технические основы электрометаллургии.	2						устный опрос
1.2.	Характеристика цветнолитейного производства	2			4			устный опрос, защита Лр. №1
2.	Физико-химические и металлургические основы плавки сплавов цветных металлов							
2.1.	Общие сведения о классификации литейных сплавов цветных металлов.	6			4			устный опрос, защита Лр. №2
2.2.	Термодинамика и кинетика окисления расплава.	6			4			устный опрос, защита Лр. №3
3.	Классификация, составы, структура и особенности плавки алюминиевых сплавов.							
3.1.	Физико-химические свойства алюминия.	4			4			устный опрос, защита Лр. №4
3.2.	Технология плавки сплавов на основе алюминия.	4			2			устный опрос защита Лр. №5
3.3.	Печи для плавки алюминиевых сплавов.	4			2			устный опрос, защита Лр. №6
4.	Классификация, составы, структура и особенности плавки медных сплавов.							
4.1.	Физико-химические свойства меди.	4			4			устный опрос защита Лр. №7
4.2.	Состав, структура и свойства литейных латуней и бронз.	4			2			устный опрос защита Лр. №8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Составы, свойства и особенности плавки магниевых сплавов.							
5.1	Физико-химические свойства магния.	4			2			устный опрос
5.2	Технология плавки магниевых сплавов.	4			2			устный опрос, защита Лр. №9
6	Составы, свойства и особенности плавки сплавов на основе цинка и свинца.							
6.1	Физико-химические свойства цинка и свинца.	4			2			устный опрос
6.2	Особенности технологии плавки сплавов цинка и свинца.	3			2			устный опрос защита Лр. №10
	Всего (часов) за 6 семестр:	51			34			экзамен
7 семестр								
7	Классификация, устройство и тенденции развития электропечей для плавки цветных сплавов.							
7.1	Классификация плавильных печей.	2	2					устный опрос
7.2	Электрические печи сопротивления.	6	4					устный опрос, защита Пр. №1, 2
7.3	Индукционные тигельные печи промышленной, средней и высокой частоты.	6	4					устный опрос, защита Пр. №3
7.4	Индукционные канальные печи.		2					устный опрос, защита Пр. №4
7.5	Эксплуатация электрических печей.	6	2					устный опрос, защита Пр. №5
7.6	Электродуговые печи постоянного тока для плавки цветных сплавов.	2	2					устный опрос, защита Пр. №6
8	Особенности рафинирования расплавов цветных сплавов							
8.1	Рафинирование металлических расплавов инертными и активными газами.	6	6					устный опрос, защита Пр. №7
8.2	Фильтрация жидкого расплава.	6	3					устный опрос, защита Пр. №8
	Всего (часов) за 7 семестр:	34	25					экзамен
	Итого (часов) по дисциплине:	85	25		34			

Перечень лабораторных работ:

№ п/п	Наименование тем и их содержание	Кол-во часов
<i>6 семестр</i>		
1	Изучение структуры и свойств цветных сплавов	4
2	Изучение конструкции и работы электродуговой печи с основной футеровкой.	4
3	Изучение конструкции и работы электродуговой печи с кислой футеровкой	4
4	Алюминиевые сплавы. Подготовка шихтовых материалов для плавки алюминиевых сплавов.	2
5	Изучение способа и оборудования для вакуумной обработки алюминиевых сплавов.	2
6	Обработка алюминиевых сплавов жидкими и твердыми шлаковыми смесями.	4
7	Медные сплавы. Подготовка шихтовых материалов для плавки латуней и бронз.	2
8	Комбинированные способы внепечной обработки медных сплавов	4
9	Магниеые сплавы. Подготовка шихтовых материалов для плавки магниевых сплавов.	4
10	Сплавы на основе цинка и свинца. Подготовка шихтовых материалов для плавки сплавов цинка и свинца.	4
ИТОГО:		34

Перечень практических работ:

№ п/п	Наименование тем и их содержание	Кол-во часов
<i>7 семестр</i>		
1	Расчет геометрических и энергетических параметров плавильных печей сопротивления	4
2	Расчет шихты для плавки алюминиевых сплавов.	2
3	Расчет геометрических и энергетических параметров индукционных тигельных печей	4
4	Расчет шихты для плавки латуней и бронз.	2
5	Расчет шихты для плавки магниевых сплавов.	2
6	Расчет шихты для плавки цинковых сплавов.	2
7	Расчет материального и теплового баланса плавки бронзы в индукционной печи.	6
8	Изучение способов и оборудования для фильтрации жидкого расплава.	3
ИТОГО:		25

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Макаров, А. Н. Электротехнологические установки : учебное пособие / А. Н. Макаров, А. Ю. Соколов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 287 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618536>

2. Выбор и применение материалов : учебное пособие : в 5 томах / Н. А. Свидуневич, П. А. Витязь, И. В. Войтов [и др.] ; под ред. Н. А. Свидуневич. – Минск : Беларуская навука, 2020. – Том 4. Выбор и применение цветных металлов и сплавов. – 617 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576479>

3. Информационные технологии в управлении технологическими процессами цветной металлургии : учебное пособие / Б. М. Горенский, О. В. Кирякова, Л. А. Лапина, С. В. Ченцов ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012. – 148 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363908>

4. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва: Металлургия, 2000. - 768с.

Дополнительная учебная и научная литература

5. Цветные металлы и сплавы : учебное пособие / Т.В. Мальцева, Н.Н. Озерец, А.В. Левина, Е.А. Ишина.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019.— 176 с.

6. Кривандин В. А. Металлургические печи : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. В. А. Кривандина. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва: Металлургия, 1977.- 463 с.

7. Кнюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали : основы и технология ковшовой металлургии / пер. с нем. Г. Н. Еланского. - Москва : Металлургия, 1984.- 413 с.

8. Морозов, А. Н. Внепечное вакуумирование стали / А. Н. Морозов [и др.]. - Москва: Металлургия, 1975. - 287с.

9. Леви, Л. И. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов: учебник / Л. И. Леви, Л. М. Мариенбах. - Москва: Машиностроение, 1970. - 496 с

10. Целиков А. И. Машины и агрегаты металлургических заводов: в 3 т.: учебник для металлург. и машиностроит. спец. вузов. Т. 1: Машины и агрегаты доменных цехов / А. И. Целиков и др. - Москва: Металлургия, 1976. - 416с.

11. Дуговые сталеплавильные печи: атлас / И. Ю. Зинуров и [др.]. - Москва : Металлургия, 1978. - 179с.

12. Егоров, А. В. Расчет мощности и параметров электроплавильных печей: учеб. пособие для вузов / А. В. Егоров. - Москва: МИСИС, 2000. - 272с.

13. Никольский Л. Е. Оборудование и проектирование электросталеплавильных цехов: учебное пособие для вузов. - Москва: Металлургия, 1993. - 272с.

14. Телегин, А. С. Конструкции и расчет нагревательных устройств: учебник / А. С. Телегин, Н. С. Лебедев. - Изд. 2-е. - Москва: Машиностроение, 1975. - 280 с.

15. Кудрин В. А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. - Москва: Мир: АСТ, 2003. - 527с.- (Учебник для вузов).

Учебно-методические материалы

1. Методические указания "Металлургическое оборудование литейных цехов" к контрольным работам по одноименному курсу для студентов специальности 1- 36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения / Л. Е. Ровин; Каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2007. - 24с. (м/ук №3487)

2. Практическое пособие "Расчет шихты при плавке стали в электродуговых печах" по курсу "Теория и технология плавки" для студ. спец. Т.02.02.01 "Технол. литейн. пр-ва", Т.02.01.02 "Электрометал..." / Л. И. Данилин; Каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2002. - 20с. (м/ук №2733)

3. Пособие "Теория и технология плавки. Теория металлургических процессов" по выполнению контрольных работ для студ. спец. 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения / Д. Н. Каржов; кафедра. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2006. - 36с. (м/ук №3243)

4. Теория и технология плавки: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения / А.В. Ткаченко, О.Л. Юшкина; каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2009.- 60 с. (м/ук №3878).

Электронный учебно-методические документы

5. Ткаченко, А. В. Теория и технология электроплавки цветных сплавов: электронный учебно-методический комплекс дисциплины/А. В. Ткаченко. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. Режим доступа <https://elib.gstu.by/>.

МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод);
- элементы интерактивного обучения;

- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при управляемой самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на лабораторных занятиях.

При преподавании дисциплины в современных условиях является необходимым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеofilьмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Методические рекомендации по управляемой самостоятельной работе студентов

При изучении дисциплины должна использоваться такая форма управляемой самостоятельной работы, как выполнение индивидуальных заданий в аудитории на лабораторных и практических занятиях под контролем преподавателя.

С целью развития у обучающихся навыков работы с учебной и научной литературой, исследовательской работы часть разделов дисциплины они могут изучать самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения включаются в перечень вопросов к экзамену.

Для организации управляемой самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность управляемой самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего (рубежного) контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям).

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

Контроль знаний студентов осуществляется путем устного опроса при выполнении лабораторных работ и при приеме отчетов по лабораторным работам; устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям) в ходе текущего (рубежного) контроля знаний; письменного и устного опроса на экзамене.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Обучающиеся допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине при условии выполнения всех видов работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации обучающимся запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Критерии оценки результатов учебной деятельности

При оценке знаний студента в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-ПО).

ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ:

- 1 Какими способами осуществляют дегазацию расплавов?
- 2 В чем сущность дегазации вакуумированием? При каких обстоятельствах ее осуществляют?
- 3 Какова сущность механизма дегазации продувкой расплавов инертными и активными газами, обработкой хлоридами?
- 4 Сколько рафинирующего газа и хлоридов расходуется на тонну расплава?
- 5 Какие хлориды используют для рафинирования расплавов? Какую подготовку они проходят перед введением в расплав?
- 6 Какой из способов дегазации наиболее эффективен?
- 7 Какие методы используют для очистки расплавов от неметаллических включений? Какой из них наиболее эффективен?
- 8 При каких температурах целесообразно проводить дегазацию и очистку от неметаллических включений расплавов хлористым цинком и хлористым марганцем?
- 9 Какие методы контроля используют для оценки содержания неметаллических включений?
- 10 Как отражается природа материала фильтра на эффективности очистки расплавов от неметаллических включений и плен?
- 11 Какой механизм лежит в основе очистки расплавов от дисперсных включений при фильтровании через зернистые фильтры?
- 12 Основные свойства меди и медных сплавов и их применение.
- 13 Этапы технологического процесса плавки медных сплавов.
- 14 Рафинирование медных сплавов.
- 15 Особенности плавки и виды бронз.
- 16 Какими способами осуществляют дегазацию расплавов?
- 17 Какова сущность механизма раскисления медных сплавов?
- 18 При каких температурах целесообразно проводить операцию раскисления и в чем ее сущность?
- 19 Какие модификаторы используются для медных сплавов?
- 20 Какие способы очистки расплава от окислов Вам известны?
- 21 Какие компоненты входят в состав покровных и рафинирующих флюсов?
- 22 Влияние элементов на свойства медных литейных сплавов.
- 23 Бронзы для отливок. Оловянные бронзы. Безоловянные бронзы. Область применения. Литейные свойства.

- 24 Латуни для отливок. Основные свойства. Область применения. Литейные свойства.
- 25 Литейные свойства медных сплавов.
- 26 Алюминиевые литейные сплавы. Общая характеристика. Основные свойства. Область применения.
- 27 Литейные сплавы на основе системы алюминий – кремний. Общая характеристика. Основные свойства. Область применения.
- 28 Литейные сплавы на основе системы алюминий – магний. Общая характеристика. Основные свойства. Область применения.
- 29 Магниевого литейные сплавы. Классификация и литейные свойства.
- 30 Какие Вы знаете шлакообразующие и окислители?
- 31 Какие способы и конструктивные особенности загрузки дуговых печей сверху Вам известны (назовите требования, предъявляемые к ним)?
- 32 Какие существуют способы интенсификации плавления шихты и окислительного периода плавки в дуговых печах?
- 33 Что относится к основным конструктивным элементам индукционных печей?
- 34 В чем различие открытых и вакуумных индукционных печей?
- 35 Какие существуют способы изготовления футеровки тиглей индукционных печей?
- 36 Как можно охарактеризовать качество металла переплавных процессов?

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
Производство отливок на основе цветных сплавов	МиТОМ	Нет Ю.Л. Бобарикин