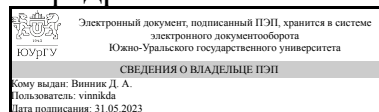


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



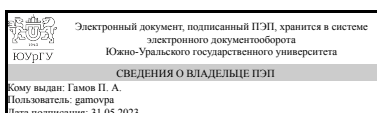
Д. А. Винник

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.06.02 Производство ферросплавов
для направления 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Инжиниринг новых материалов и технологий
форма обучения очная
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

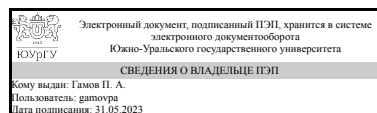
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 701

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



П. А. Гамов

1. Цели и задачи дисциплины

Глобальной целью изучения дисциплины является приобретение студентами глубоких и прочных знаний, выработка профессиональных навыков по теории и технологии ферросплавов и умение применять полученные знания в своей творческой инженерной деятельности на промышленных ферросплавных предприятиях.

Краткое содержание дисциплины

Физико-химические основы получения ферросплавов. Устройство и оборудование ферросплавных печей. Производство кремния и его сплавов. Производство силикокальция. Производство марганца и его сплавов. Производство хрома и его сплавов. Производство ферровольфрама Производство феррованадия. Производство ферромolibдена. Производство ферротитана.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о технологических процессах производства, обработки и модификации металлических и неметаллических материалов и покрытий деталей и изделий; испытательном и производственном оборудовании.	Знает: "теоретические основы технологий ферросплавов; " Умеет: выбирать оптимальные технологические параметры процессов производства ферросплавов, осуществлять и корректировать технологические процессы и находить оптимальные условия их проведения; Имеет практический опыт: "участия в исследованиях и разработках методов качественной и количественной оценки возможности протекания и скорости технологических процессов. "

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Основы технологии получения неметаллических материалов, Основы технологии получения конструкционных материалов, Материаловедение, Основы рафинирования и легирования металлов, Материалы электронной техники, Коррозия и защита металлов, Практикум по виду профессиональной деятельности, Физическая химия, Технологии производства тугоплавких металлов, Производство цветных и редких металлов, Физико-химия процессов и систем, Учебная практика (научно-исследовательская

	работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (4 семестр), Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр), Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)
--	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5	
Выполнение расчетных заданий	21,5	21,5	
Подготовка к экзамену	10	10	
Подготовка к семинарам	20	20	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Физико-химические основы получения ферросплавов	6	6	0	0
3	Устройство и оборудование ферросплавных печей	12	6	0	6
4	Производство кремния и его сплавов	10	4	0	6
5	Производство силикокальция	2	2	0	0
6	Производство марганца и его сплавов	4	4	0	0
7	Производство хрома и его сплавов	8	4	0	4

8	Основы производство ферросплавов малой группы	4	4	0	0
---	---	---	---	---	---

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Основные понятия, терминология, назначение ферросплавов, их место в производстве черных металлов. Развитие способов производства ферросплавов. История ферросплавного производства России. Роль науки в развитии и совершенствовании ферросплавного производства. Современное состояние и перспективы производства ферросплавов в России и мире.	2
2	2	Физико-химические основы получения ферросплавов. Выбор восстановителя. Физико-химические свойства ферросплавных элементов. Характеристика жидкого состояния: ближний порядок, Шлаковые расплавы ферросплавного производства. Диа-граммы состояния бинарных и многокомпонентных оксидных систем. Современные представления о строении и свойствах шлаковых расплавов. Термодинамическая оценка возможности восстановления оксидов углеродом, кремнием, алюминием.	4
3	2	Физико-химические основы получения ферросплавов. Особенности восстановления углеродом, кремнием и алюминием. Механизм и кинетика восстановительных процессов. Электротермический, металлотермический, электролитический способы. Роль доменного процесса в производстве ферросплавов. Периодические и непрерывные процессы. Шлаковые, бесшлаковые, флюсовые и бесфлюсовые процессы. Рафинирование ферросплавов от примесей.	2
4	3	Устройство и оборудование ферросплавных печей. Классификация плавильных агрегатов. руднотермические печи: кожух, футеровка, свод. Определение мощности трансформатора по заданной производительности печи. Определение величины тока, линейного и фазового напряжений, активного и реактивного сопротивлений установки. Определение диаметра электрода и диаметра распада электродов, диаметра ванны и высоты шахты.	4
5	3	Самоспекающиеся электроды. Режим обжига электродной массы. Основные свойства обожженного самоспекающегося электрода. Электродержатели, их устройство и назначение. Система охлаждения печи. Устройство печных бункеров, принцип действия и передвижения дозирочных тележек. Печные карманы. Загрузочные лотки. Загрузочные машины. Механизм вращения ванны. Закрытие печей сводом. Загрузка шихты и отвод газа в печах, закрытых сводом. Устройство для прожига летки.	2
6	4	Производство кремния и его сплавов. Подготовка сырых материалов к плавке. Приготовление и использование моношихт. Распределение подводимой мощности между дуговым разрядом, шихтой и расплавом. Электрический режим плавки. Методы контроля за ходом плавки. Количество и состав шлака. Состав выходящих из печи газов. Основные виды расстройств хода печи и меры для их устранения. Обслуживание летки. Выпуск, разливка и разделка сплава. Ликвидация кремния. Рассыпаемость ферросилиция. Механизация разливки и разделки сплава. Основные виды потерь кремния и меры борьбы с ними. Выплавка ферросилиция с низким содержанием алюминия и других примесей. Техничко-экономические показатели производства и пути их улучшения. Особенности выплавки кристаллического кремния. Требования, предъявляемые к шихтовым материалам и их дозировке. Мощность печи, электропроводность шихты, электрический и температурный режимы плавки. Глубина погружения электродов в шихту. Вращение ванны печи. Сравнение основных показателей производства	4

		ферросилиция и кристаллического кремния. Пути улучшения технико-экономических показателей.	
7	5	Производство силикокальция. Состав и область применения сплавов. сущность основных методов получения силикокальция. Сырые материалы, мощность печей, плотность тока в электродах, расход электродов, электрический режим, частота выпуска сплава. Разливка сплава. Технико-экономические показатели производства и способы их улучшения.	2
8	6	Производство марганца и его сплавов. Сплавы кремния и марганца, их состав и области применения. Методы получения. Физико-химические условия совместного восстановления окислов кремния и марганца в присутствии железа. Восстановление кремния и марганца из силиката марганца. Характеристика печей для производства силикомарганца. Ход плавки, электрический и шлаковый режимы. Зависимость содержания углерода в силикомарганце от содержания в нем кремния. Выпуск и разливка сплава. Ликвация элементов в слитке силикомарганца. Технико-экономические показатели производства. Выплавка сплавов марганца из бедных марганцевых руд. Средне- и малоуглеродистый ферромарганец. Сортамент сплавов и области их применения. Способы плавки. Электросиликотермический метод. Характеристика печей. Состав шихты. Порядок загрузки сырых материалов. Основные реакции. Роль извести в процессе плавки. Ход лавки, электрический и шлаковый режимы. Выпуск металла. Технико-экономические показатели производства и пути их улучшения. Производство металлического марганца. Марки и область применения марганца. Способы производства. Электротермический трехстадийный метод. Сущность каждого передела. Сырые материалы. Основные реакции. Ход плавки, выпуск и разливка металла, разделка продукции. Обработка металла вакуумом. пути повышения извлечения марганца. Электролитический способ производства металлического марганца. Технико-экономические показатели производства. Выбор метода производства металлического марганца.	4
9	7	Производство хрома и его сплавов. Свойства хрома и его основных соединений. Влияние хрома на физико-экономические и специальные свойства стали. Марки хрома и его сплавов и области применения при выплавке стали. Руды хрома, их классификация и требования к ним. соединения хрома с кислородом. Физико-химические условия восстановления оксидов хрома углеродом, кремнием и алюминием. Вероятный механизм и кинетика восстановления окислов хрома углеродом и кремнием. Углеродистый феррохром. Состав товарного и передельного углеродистого феррохрома. Способы производства. Характеристика электропечей. Состав шихты. Ход плавки. Обслуживание колошника. Условия образования рудного слоя. Растворимость углерода в жидком феррохроме. Снижение содержания серы и фосфора в сплаве. Электрический и шлаковый режимы плавки. Расстройства хода и меры их устранения. Выпуск и разливка товарного и передельного феррохрома. Технико-экономические показатели производства и пути их улучшения. Силикохром. Состав силикохрома и область его применения. Физико- химическая сущность и технико-экономическая целесообразность одно- и двухстадийного способов производства силикохрома. Рафинированный феррохром. Методы производства. Их сущность и технико-экономическая целесообразность. Электросиликотермические флюсовый и бесфлюсовый способы производства рафинированного феррохрома. характеристика печи. Состав шихты и порядок ее загрузки в печь. Ход плавки. Продукты плавки. Показатели производства.	4
10	8	Производство ферровольфрама. Основные свойства вольфрама и его соединений. Влияние вольфрама на физико-механические и специальные свойства стали и сплавов. Марки ферровольфрама и их состав. руды	2

		<p>вольфрама и требования, предъявляемые к ним. Сырые материалы. Физико-химические условия восстановления окислов вольфрама углеродом, кремнием и алюминием. Методы выплавки ферровольфрама и их сущность. Плавка ферровольфрама на блок. Выплавка с вычерпыванием сплава. Характеристика печи. Периоды плавки и практика их ведения. Электрический, шлаковый и температурный режимы плавки. Пути снижения потерь вольфрама. Получение сплавов вольфрама алюмотермическим способом. Техничко-экономические показатели производства ферровольфрама и пути их улучшения. Производство ферромolibдена. Основные свойства молибдена и его соединений. Влияние молибдена на свойства стали и сплавов. Марки ферромolibдена и области их применения. Минералы молибдена. Обогащение молибденовых руд. Характеристика обжиговых печей и температурный режим обжига. процессы, протекающие при окислительном обжиге молибденовых концентратов. Восстановление молибдена углеродом, кремнием и алюминием. Способы плавки ферромolibдена. Металлотермический способ производства. Характеристика оборудования. Подготовка шихты к плавке, термичность процесса, ход плавки, борьба с потерями молибдена. Техничко-экономические показатели производства и пути их улучшения.</p>	
11	8	<p>Производство феррованадия. Основные свойства ванадия и его соединений. Влияние ванадия на физико-механические и специальные свойства стали. Марки феррованадия и области их применения. Руды ванадия. Схема технологических процессов при извлечении ванадия из руд. Получение ванадиевых чугунов. Деванадация чугунов, оптимальные условия деванадации. Переработка ванадистых шлаков. Физико-химические условия восстановления пятиоксида ванадия углеродом, кремнием, алюминием. Выплавка феррованадия в электропечах. Характеристика печи. Периоды плавки и практика их ведения. Потери ванадия при производстве феррованадия и пути их уменьшения. Сквозное извлечение ванадия. Техничко-экономические показатели производства и пути их улучшения. Производство ферротитана. Основные свойства титана и его соединений. Влияние титана на свойства стали и сплавов. Марки ферротитана и области их применения. руды титана, их обогащение. Физико-химические условия восстановления окислов титана углеродом, кремнием, алюминием. Способы производства ферротитана и их сущность. Алюминотермический способ производства ферротитана. Удельная теплота и температура процесса. Физико-химические свойства высокоглиноземистого титанового шлака. Влияние подогрева шихты и шлака на выход металла и извлечение титана. Влияние размера алюминиевого порошка на технико-экономические показатели производства. Роль железотермитного осадителя. Состав шихты, подготовка ее к плавке. Ход плавки. Охлаждение и разделка слава. Использование отходов титанового производства. Замена порошкообразного алюминия жидким. Потери титана при выплавке и пути уменьшения потерь. Техничко-экономические показатели производства и пути их улучшения.</p>	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Устройство и оборудование ферросплавных печей	6
2	4	Производство кремния и его сплавов	6

3	7	Расчет выплавки феррохрома	4
---	---	----------------------------	---

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение расчетных заданий	Лякишев, Н. П. <i>Металлургия ферросплавов : учебное пособие</i> / Н. П. Лякишев, М. И. Гасик, В. Я. Дашевский. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : <i>Металлургия сплавов кремния, марганца и хрома</i> — 2006. — 117 с. Разделы 1-5	1	21,5
Подготовка к экзамену	Лякишев, Н. П. <i>Металлургия ферросплавов : учебное пособие</i> / Н. П. Лякишев, М. И. Гасик, В. Я. Дашевский. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : <i>Металлургия сплавов кремния, марганца и хрома</i> — 2006. — 117 с. Разделы 1-5	1	10
Подготовка к семинарам	Лякишев, Н. П. <i>Металлургия ферросплавов : учебное пособие</i> / Н. П. Лякишев, М. И. Гасик, В. Я. Дашевский. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 2 : <i>Металлургия сплавов вольфрама, молибдена, ванадия, титана, щелочноземельных и редкоземельных металлов, ниобия, циркония, алюминия, бора</i> — 2006. — 117 с. Разделы 1-4	1	20

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Расчет производства ферросплавов	1	8	Студент должен провести расчет материального баланса производства ферросплавов Критерии оценки: Расчет материального баланса ферросилиция проведен без ошибок — 2 балла Расчет материального баланса ферросилиция содержит арифметические ошибки — 1 балл Расчет материального баланса	экзамен

						<p>ферромарганца проведен без ошибок — 2 балла</p> <p>Расчет материального баланса ферромарганца содержит арифметические ошибки — 1 балл</p> <p>Расчет материального баланса феррохрома проведен без ошибок — 2 балла</p> <p>Расчет материального баланса феррохрома содержит арифметические ошибки — 1 балл</p> <p>Работа сдана в срок — 1 балл.</p> <p>Соответствие оформления расчета требованиям ГОСТ 7.32-2017 — 1 балл</p>	
2	1	Текущий контроль	Работа на семинарах	1	20	<p>В семестре предусмотрено 4 семинара. Оценка работы на каждом из них предусматривает следующие критерии:</p> <p>Присутствие на семинаре - 1 балл</p> <p>Доклад по заданной теме. Устный, без чтения заготовленного текста - 2 балла</p> <p>Доклад по заданной теме. Чтение заранее заготовленного текста - 1 балл</p> <p>Верный ответ на вопрос по докладу - 1 балл</p> <p>Участие в обсуждении докладов однокурсников - 1 балл</p>	экзамен
3	1	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	9	<p>Экзамен проходит в устном формате по билетам. Билет содержит три вопроса. На подготовку отводится 30 минут.</p> <p>Дан верный ответ на вопрос в билете, вопрос раскрыт полностью - 2 балла.</p> <p>Дан верный ответ на вопрос в билете, вопрос раскрыт не полностью, либо допущены неточности в ответе - 1 балла.</p> <p>Дан верный ответ на уточняющий вопрос - 1 балл</p>	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля Ртек.</p> <p>Для расчета рейтинга обучающегося по дисциплине используется следующая формула: $\text{Р} = \text{тек} + \text{б}$. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга и может получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения. В случае проведения экзамена, он проходит в устном формате по билетам. Билет содержит три вопроса. На подготовку</p>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>

	отводится 30 минут. Дан верный ответ на вопрос в билете, вопрос раскрыт полностью - 2 балла. Дан верный ответ на вопрос в билете, вопрос раскрыт не полностью, либо допущены неточности в ответе - 1 балла. Дан верный ответ на уточняющий вопрос - 1 балл	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-4	Знает: "теоретические основы технологий ферросплавов; "	+	+	+
ПК-4	Умеет: выбирать оптимальные технологические параметры процессов производства ферросплавов, осуществлять и корректировать технологические процессы и находить оптимальные условия их проведения;	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: "участия в исследованиях и разработках методов качественной и количественной оценки возможности протекания и скорости технологических процессов. "	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Поволоцкий, Д. Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов Учебник для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению "Металлургия" и спец. "Металлургия черных металлов" Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рощин, Н. В. Мальков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Metallurgia, 1995. - 591, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Карева, Н. Т. Цветные металлы и сплавы [Текст] учеб. пособие Н. Т. Карева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 111, [1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Сталь. Metallurg. Электрометаллургия. Национальная металлургия. Stal und Eisen

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Металлургия ферросплавов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Металлургия ферросплавов

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------------------	----------------------------

		форме	
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лякишев Н.П., Гасик М.И., Дашевский В.Я. Металлургия ферросплавов. Часть 1. Металлургия сплавов кремния, марганца и хрома. Учебное пособие. - М: МиСИС, 2006, - 117с. https://e.lanbook.com/book/1842
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лякишев Н.П., Гасик М.И., Дашевский В.Я. Металлургия ферросплавов. Часть 2. Металлургия сплавов вольфрама, молибдена, ванадия, титана, щелочноземельных и редкоземельных металлов, ниобия, циркония, алюминия, бора. Учебное пособие. - М: МиСИС, 2007, - 152с. https://e.lanbook.com/book/1843

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	115 (1)	Мультимедийная установка. Программно-аппаратный комплекс дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе лаборатории высокотемпературных процессов.
Лекции	115 (1)	Мультимедийная установка. Программно-аппаратный комплекс дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе лаборатории высокотемпературных процессов.