

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования Луганской Народной Республики  
«Донбасский государственный технический университет»  
Факультет металлургического и машиностроительного производства  
Кафедра металлургии черных металлов

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель приемной комиссии ДонГТУ

А.М. Зинченко

« 26 » февраля 2019 г.



**ПРОГРАММА**  
**профессионального аттестационного экзамена**

при поступлении на обучение по ОП ВПО – магистратуры  
на основе ВПО – бакалавриата, специалитета

Код и наименование укрупненной группы  
направлений подготовки – 22.00.00 «Технологии материалов»

Код и наименование направления  
подготовки – 22.04.02 «Металлургия»  
Магистерская программа «Металлургия черных металлов»

Рассмотрено и одобрено на заседании  
кафедры МЧМ, протокол №2 от 11.02.19 г.

Председатель профессиональной  
аттестационной комиссии

А.М. Новохатский

Алчевск, 2019

Программа составлена на основании отраслевого стандарта высшего образования по направлению подготовки – 22.04.02 «Металлургия», магистерская программа «Металлургия черных металлов» (доменное производство).

## **ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Связь химии с черной металлургией, железо, углерод, газы в черной металлургии. Молекулярно-кинетическая теория и главные законы термодинамики и термохимии. Химическое и фазовое равновесие, растворы. Оксидные расплавы и их термодинамические характеристики. Связь между энергией Гиббса и константой равновесия реакции. Методы определения константы равновесия и активности оксида железа в шлаке. Химическое сродство компонентов. Раствор углерода, кремния, марганца, никеля, хрома, кобальта и молибдена в жидком железе. Раствор серы, фосфора, кислорода, водорода и азота в расплавленном железе и его сплавах. Скорость химических реакций.

## **ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА**

Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния веществ. Основные законы термодинамики и термохимии. Химическая кинетика. Химическое и фазовое равновесие. Скорость и порядок химических реакций. Растворы. Поверхностные явления и адсорбция. Основы коллоидной химии. Электрохимия. Химические соединения, входящие в состав шлака. Химический состав огнеупоров. Химический состав доменной шихты. Разложение плавильных материалов и процесс восстановления в доменной печи. Доменный шлак и десульфурации чугуна. Химические процессы в горне печи. Основные нарушения технологического процесса. Химический состав доменной шихты. Технологические и технико-экономические расчеты основных параметров доменной плавки, основного и вспомогательного оборудования доменной печи. Отсортровка продукции по выявленным дефектам.

## **ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ**

Сертификация продукции. Основные требования к оформлению технологической документации. Систематизация и классификация. Государственная система стандартизации. Категории и виды стандартов. Методы стандартизации. Комплексная и опережающая стандартизация. Унификация. Типовые конструкции технического прогресса. Основы метрологии и обеспечение единства измерений. Выбор основных средств измерений. Погрешности измерений и статистические методы контроля качества, метрология и методы измерений. Качество продукции. Основы и понятия. Контроль качества. Виды контроля. Оценка уровня качества.

## **ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ**

Топливо и основы механики печных газов. Общая характеристика топлива, расчеты его горения. Конвекция, тепло- и массоперенос, теплообмен излучением, нагрев и плавление металла. Основы тепломассообмена в металлургических агрегатах. Общая характеристика процессов теплообмена. Теплопроводность стационарная и нестационарная. Конвекционный теплообмен. Теплообмен излучением, округление коэффициентов теплоотдачи. Окисление и обезуглероживание металла. Основы рациональной технологии нагрева. Режимы работы. Металлургические печи, материалы и строительные элементы печей, сбережение тепла в металлургических печах. Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих газов. Рекуперативные и регенеративные теплообменники. Котлы-утилизаторы. Охлаждение печей. Очистка дымовых газов. Классификация, общая характеристика тепловой работы печей. Основы механики печных газов. Статика газов. Динамика газов (законы и режимы движения газов в печах). Основы теории горения и конструкции топливосжигающих приборов. Учет горения топлива. Классификация и характеристика огнестойких материалов: свойства, область применения. Теплоизоляционные и строительные материалы. Кладка и строительные элементы печей.

## **ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Физико-химические основы металлургических процессов. Взаимодействие газовой, шлаковой и металлической фаз. Агломерация и коксохимия. Прямое получение железа. Окисление руд и концентратов. Восстановление газом в толстом слое и твердым углеродом. Основы литейного производства. Общие понятия технологии литейных форм. Производство отливок. Специальные виды литья.

## **МЕТОДЫ АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Теоретические основы аналитической химии. Гравиметрический и титриметрический методы анализа. Физико-химический и физический методы анализа. Химический анализ сырья и готовой продукции. Аттестация стали по результатам химического анализа и технологии выплавки. Основы техники измерения и средства контроля технологических процессов. Электрические измерения. Государственные системы обеспечения единства измерений и приборов контроля.

## **МЕТАЛЛУРГИЯ СТАЛИ**

Этапы развития сталеплавильного производства. Классификация стали и способов ее производства. Технологические схемы современного

сталеплавильного производства. Техничко-экономические показатели и экологические проблемы сталеплавильного производства. Источники шлака. Роль шлака. Строение и состав шлаков. Шлакообразование. Химические свойства шлаков. Физические свойства шлаков. Методы контроля состава и свойств шлака. Дефосфорация стали. Десульфурация стали. Кислород в стали и ее раскисления. Неметаллические включения в готовом металле. Растворение газов в металле и шлаке. Азот в стали. Водород в стали. Дегазация металла.

## **ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

Руды и флюсы черной металлургии, основы предварительной подготовки руд и флюсов, основы производства кокса, методы окомкования, технология подготовки шихты к спеканию, теплотехника агломерации, физико-химические процессы при агломерации, вопросы технологии агломерации, производство железорудных окатышей, теория укрепления окатышей, контроль и оценка качества окатышевых сырьевых материалов. Топливо, сырьевые материалы и подготовка их к доменной плавке. Распределение и движение шихты и газов в доменной печи. Восстановительные процессы и образование чугуна и шлака в доменной печи. Теплообмен в доменной печи. Процессы, идущие в доменной печи при умеренных температурах. Разложение плавильных материалов в доменной печи. Процессы восстановления в доменной печи. Восстановление железа, кремния и марганца. Шлакообразование в доменной печи. Десульфурация чугуна в доменной печи. Конструкция доменной печи и ее вспомогательных приборов. Нагрев и подача дутья и очистка колошниковога газа. Уборка чугуна и шлака. Технология доменной плавки. Задувка доменной печи и управление ее ходом. Обслуживание доменной печи. Ремонт и выдувка доменной печи. Сравнение различных технологий производства чугуна в зависимости от смежных металлургических производств. Технологические операции процесса производства чугуна, выбор наиболее целесообразной технологии производства чугуна для конкретных производственных условий, выявление нарушений технологического процесса, меры по повышению качества продукции, технологические и технико-экономические расчеты доменной плавки, основного и вспомогательного оборудования доменной печи. Подготовка чугунных и шлаковых желобов и сифонного отверстия для выпуска жидких продуктов плавки, сверлильной машины и электропушки для открытия и закрытия чугунной летки. Управление сверлильной машиной, электропушкой, перекидным и качающимся желобом при проведении выпуска жидких продуктов плавки. Ремонт футляров чугунной и шлаковой леток, замена воздушной фурмы и шлаковой фурмы. Конструкционные расчеты оснащения, выполнение чертежей деталей и сборочных единиц. Оценка хода технологического процесса, выявление нарушений и их устранение. Оценка технического состояния оборудования и выявление резервов его использования. Качество сырья и топлива и их влияние на качество чугуна.

## **МЕХАНИЧЕСКОЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДОМЕННЫХ ЦЕХОВ**

Крановое оборудование и машины непрерывного транспорта. Машины и агрегаты доменных цехов. Профиль доменной печи, основные конструкционные элементы доменной печи, загрузочные аппараты, очистка доменного газа, оборудование для транспортировки чугуна и шлака, план доменного цеха.

## **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДОМЕННЫХ ЦЕХОВ**

Электрооборудование доменных цехов. Аппаратура управления и защиты электропривода. Электрооборудование машин и агрегатов металлургических предприятий. Электрические машины постоянного тока. Асинхронные машины. Электрическая цепь постоянного тока. Однофазные электрические цепи переменного тока. Трехфазные электрические цепи. Электронные измерительные приборы. Электрические измерения.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Автоматизация доменного производства. Измерение компонентов доменного процесса. Автоматические системы регулирования. Автоматическое управление процессом доменной плавки. Измерение компонентов доменного процесса. Автоматические системы регулирования. Автоматическое управление процессом доменной плавки. Основы регулирования технологических процессов. Измерение температуры. Полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Вычислительная техника в управлении технологическими процессами. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Микропроцессорные системы.

1. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов. Учебник для вузов/ Целиков А.И., Полухин П.И., Гребенник В.М. и др. 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Металлургия, 1988.
2. Максимов Ю.Н. Математическое моделирование металлургических процессов.- М., «Металлургия», 1982.
3. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента.- М., «Мир», 1972.
4. Цымбал В.П. Математическое моделирование металлургических процессов.- М., «Металлургия», 1986.
5. Михайлов А.М. «Литейное производство». М.: Машиностроение, – 1987.
6. Теплоэнергетика металлургических заводов. Учебник для вузов. /Розенгарт Ю.И., Мурадова З.А., Теверовский Б.З. и др.-М.: Металлургия, 1985-303 с.

7. Яковлев Ю.Н. и др. Основы научных исследований в черной металлургии. – К., Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 205 с.
8. Металлургическая теплотехника. Т1. Теоретические основы / Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Мاستрюков Б.С. и др. М.: Металлургия, 1986.– 426с.
9. В.А.Кривандин, Ю.П.Филимонов. Теория, конструкции и расчёты металлургических печей. Т1. Теория и конструкция металлургических печей. М.: Металлургия, 1986. – 479с.
10. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. - М., Металлургия, 1988.
11. Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ. - М , Металлургия, 1988.
12. Шурхал В.Я. и др. Физикохимия металлургических систем и процессов. - Киев. Высшая школа, 2000.
13. Владимиров Л. П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций. - М., Металлургия, 1970.
14. Дорофеев В.Н. «Конструкция и проектирование доменных печей», Киев, УМК ВО,1991.
15. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна К., "Вища школа", 1988 – 351 с.
16. Механическое оборудование металлургических заводов. Механическое оборудование фабрик окускования и доменных цехов./ Гребенюк В.М., Сторожик Д.А., Демьянец Л.А. и др. - К.: Вища школа, 1985. - 312 с.
17. Плискановский С.Т. и Полтавец В.В. «Оборудование и эксплуатация доменных печей», Днепропетровск, Пороги, 2004.
18. Фастовский М.Х., Дакалов Г.В., Носовский А.А Механическое и транспортное оборудование агломерационных фабрик - М.: Металлургия, 1983. 264 с.
19. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Шевченко В.Е. Металлургия чугуна. Киев, "Вища школа", 1981.
20. Дорофеев В.Н., Должиков В.В., Чистяков В.Г. Теория и технология доменного процесса: Сб. задач.– Алчевск, ДонГТУ, 2005.
21. Конспект лекций по дисциплине "Теория и технология подготовки сырья". Ровенский И.И. ДГМИ, 2000 г.
22. Вегман Е.Ф. и др. Металлургия чугуна. М. Металлургия, 1978.
23. Шур А.Б. Тепломассообмен в доменной печи. Ч. 1: Уч. пособие .– Алчевск: ДонГТУ, 2006.
24. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник/Д.Ф.Чернега, В.С.Богушевський, Ю.Я.Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф.Чернеги, Ю.Я.Готвянського.- К.: Вища шк., 2006.-503 с.
25. Готвянський Ю.Я. Фізико-хімічні та металургійні основи виробництва металів: Навч. посібник. - К.: ІЗМН, 1996.-392 с.

Программа составлена на основании отраслевого стандарта высшего образования по направлению подготовки – 22.04.02 «Металлургия», магистерская программа «Металлургия черных металлов» (Производство стали и ферросплавов).

## **ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Молекулярно-кинетическая теория и главные законы термодинамики и термохимии. Химическое и фазовое равновесие, растворы. Оксидные расплавы и их термодинамические характеристики. Связь между энергией Гиббса и константой равновесия реакции. Методы определения константы равновесия и активности оксида железа в шлаке. Химическое сродство компонентов. Раствор углерода, кремния, марганца, никеля, хрома, кобальта и молибдена в жидком железе. Раствор серы, фосфора, кислорода, водорода и азота в расплавленном железе и его сплавах. Скорость химических реакций.

## **ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ**

Связь химии с черной металлургией, железо, углерод, газы в черной металлургии. Сера и фосфор - вредные примеси в стали. Легирующие элементы. Химический состав шлака и огнеупорных материалов. Химические соединения, входящие в состав шлака. Химический состав огнеупоров. Примеси металлического лома в стали. Химический состав топлива. Свойства пыли и шламов при производстве стали. Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния веществ. Основные законы термодинамики и термохимии. Химическая кинетика. Химическое и фазовое равновесие. Скорость и порядок химических реакций. Растворы. Поверхностные явления и адсорбция. Основы коллоидной химии. Электрохимия. Химический состав доменной шихты. Разложение плавильных материалов и процесс восстановления в доменной печи.

## **ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ**

Сертификация продукции. Основные требования к оформлению технологической документации. Систематизация и классификация. Государственная система стандартизации. Категории и виды стандартов. Методы стандартизации. Комплексная и опережающая стандартизация. Унификация. Типовые конструкции технического прогресса. Основы метрологии и обеспечение единства измерений. Выбор основных средств измерения. Погрешности измерения и статистические методы контроля качества, метрология и методы измерения. Качество продукции. Основы и понятия. Контроль качества. Виды контроля. Оценка уровня качества.

## **ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ**

Топливо и основы механики печных газов. Общая характеристика топлива, расчеты его горения. Конвекция, тепло- и массоперенос, теплообмен излучением, нагрев и плавление металла. Основы тепломассообмена в металлургических агрегатах. Общая характеристика процессов теплообмена. Теплопроводность стационарная и нестационарная. Конвекционный теплообмен. Теплообмен излучением, округление коэффициентов теплоотдачи. Окисление и обезуглероживание металла. Основы рациональной технологии нагрева. Режимы работы. Металлургические печи, материалы и строительные элементы печей, сбережение тепла в металлургических печах. Кислородные конвертеры. Плавильные печи. Техническое обслуживание и ремонт печей. Классификация, общая характеристика тепловой работы печей. Основы механики печных газов. Статика газов. Динамика газов (законы и режимы движения газов в печах). Основы теории горения и конструкции топливосжигающих приборов. Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих газов. Рекуперативные и регенеративные теплообменники. Котлы-утилизаторы. Охлаждение печей. Очистка дымовых газов. Учет горения топлива. Классификация и характеристика огнестойких материалов: свойства, область применения. Теплоизоляционные и строительные материалы. Кладка и строительные элементы печей.

## **МЕТОДЫ АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Теоретические основы аналитической химии. Гравиметрический и титриметрический методы анализа. Физико-химический и физический методы анализа. Химический анализ сырья и готовой продукции. Аттестация стали по результатам химического анализа и технологии выплавки. Основы техники измерения и средства контроля технологических процессов. Электрические измерения. Государственные системы обеспечения единства измерений и приборов контроля.

## **ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Физико-химические основы металлургических процессов. Взаимодействие газовой, шлаковой и металлической фаз. Агломерация и коксохимия. Прямое получение железа. Окисление руд и концентратов. Восстановление газом в толстом слое и твердым углеродом. Основы литейного производства. Общие понятия технологии литейных форм. Производство отливок. Специальные виды литья.



## **ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ**

Этапы развития сталеплавильного производства. Классификация стали и способов ее производства. Технологические схемы современного сталеплавильного производства. Техничко-экономические показатели и экологические проблемы сталеплавильного производства. Материалы сталеплавильного производства. Металлическая часть шихты. Неметаллические материалы. Кислородно-конвертерный процесс. Конструкция и расчеты конвертеров. Планирование кислородно-конвертерных цехов. Работа в кислородно-конвертерном цехе. Производство стали в мартеновских печах. Типы процессов. Основной и кислый мартеновский процессы. Двухваннные печи. Тепловая работа мартеновских печей. Конструкция и расчет мартеновских печей. Планирование мартеновских цехов. Работа мартеновских печей. Производство стали в электропечах. Электрометаллургия стали. Значение электросталеплавильных процессов. Оборудование и футеровка электросталеплавильных печей. Непрерывные сталеплавильные процессы. Многоступенчатые и потоковые процессы. Агрегаты желобного типа. Разливки и качество литой стали. Внепечное рафинирование стали. Разливка в изложницы. Непрерывная разливка стали. Структура и качество литой стали. Источники сталеплавильного шлака. Роль шлака. Строение и состав шлаков. Шлакообразование. Химические свойства шлаков. Физические свойства шлаков. Методы контроля состава и свойств шлака. Дефосфорация стали. Десульфурация стали. Кислород в стали и ее раскисление. Неметаллические включения в готовом металле. Растворение газов в металле и шлаке. Азот в стали. Водород в стали. Дегазация металла.

## **МЕХАНИЧЕСКОЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ЦЕХОВ**

Подъемно-транспортное оборудование сталеплавильных цехов. Детали подъемно-транспортных машин. Простые грузоподъемные машины. Крановое оборудование и машины непрерывного транспорта. Машины и агрегаты для переработки металлургического легковесного и крупногабаритного лома. Машины и агрегаты для переработки стружки. Прессы для пакетирования. Ножницы и агрегаты для обработки крупногабаритного лома. Оборудование миксерного отделения и отделения переливания чугуна. Конструкция стационарного миксера, оборудование для скачивания шлака и взвешивания чугуна. Машины, агрегаты и установки кислородно-конвертерных цехов. Привод конвертеров. Машины для загрузки шихтовых материалов в конвертер. Конструкция кислородных конвертеров и механизмов их поворота. Машины для подачи кислорода в конвертер. Машины для замера температуры и отбора проб в конвертере. Машины для уборки продуктов плавки. Машины для ремонта конвертеров и ковшей. Оборудование для очистки конвертерных газов. Машины и агрегаты разливочных отделений. Машины внепечной обработки

стали. Оборудование для разлива стали в изложницы. Машины для непрерывной разлива.

## **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ЦЕХОВ**

Электрооборудование сталеплавильных цехов. Аппаратура управления и защиты электропривода. Электрооборудование машин и агрегатов металлургических предприятий. Электрические машины постоянного тока. Асинхронные машины. Электрическая цепь постоянного тока. Однофазные электрические цепи переменного тока. Трехфазные электрические цепи. Электронные измерительные приборы. Электрические измерения.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Автоматизация производства стали. Измерение компонентов сталеплавильного процесса. Автоматические системы регулирования. Автоматическое управление процессом плавки. Основы регулирования технологических процессов. Измерение температуры. Полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Вычислительная техника в управлении технологическими процессами. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Микропроцессорные системы. Автоматизация производства. Автоматизация мартеновского, кислородно-конвертерного производства, непрерывной разлива стали.

### **Рекомендуемая литература:**

1. Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С. Конвертерне виробництво сталі. Підручник. - Дніпропетровськ: РВА "Дніпро-ВАЛ", 2004.- 323-367
2. Зборщик О.М. Фізико-хімічні процеси позаагрегатного рафінування металу: Навчальний посібник. – Донецьк: ДонНТУ, 2001. – 154 с.
3. Кудрин В.А. Металлургия стали: Уч. для ВУЗов.- М.: Металлургия, 1989 .- С. 365 – 419.
4. Научные основы современных сталеплавильных процессов /А.В. Явойский, П.С. Харлашин, В.С. Волошин, Т.М. Чаудри.- Мариуполь, 2003.- 276 с.
5. Вихлевщук В.А., Харахулах В.С., Бродский С.С. Ковшевая доводка стали.- Днепропетровск: Системные технологии, 2000.- 190 с.
6. Сталеплавильне виробництво. Навч. посібник / В.І. Баптизманський, Б.М. Бойченко, О. Г. Величко та ін. –К.: ІЗМН, 1996.- С. 92-223.
7. Металлургия стали: Уч. для вузов./ под ред.. В.И. Явойского и Ю.В. Кряковского// М.: Металлургия, 1983.- 583 с.
8. Бигеев А.М. Металлургия стали. – М.: Металлургия, 1988. – 440 с.
9. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов. Учебник для вузов/ Целиков А.И.,

Полухин П.И., Гребенник В.М. и др. 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Metallurgy, 1988.

10. Ойкс Г.Н., Иоффе Х.М. «Производство стали. Расчеты».

11. Манцев А.Р. «Мартеновские печи». Атлас.

12. Смірнов О.М. Безперервне розливання сталі (Підручник) / О.М.

Смірнов, С.В. Куберський, Є.В. Штепан // – Алчевськ: ДонДТУ, 2011. – 518 с.

13. Михайлов А.М. «Литейное производство». М.: Машиностроение, – 1987.

14. Теплоэнергетика металлургических заводов. Учебник для вузов.

/Розенгарт Ю.И., Мурадова З.А., Теверовский Б.З. и др.-М.: Metallurgy, 1985-303 с.

15. Металлургическая теплотехника. Т1. Теоретические основы / Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Мاستрюков Б.С. и др. М.: Metallurgy, 1986.– 426с.

16. В.А.Кривандин, Ю.П.Филимонов. Теория, конструкции и расчёты металлургических печей. Т1. Теория и конструкция металлургических печей. М.: Metallurgy, 1986. – 479с.

17. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. - М., Metallurgy, 1988.

18. Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ. - М , Metallurgy, 1988.

19. Шурхал В,Я. и др. Физикохимия металлургических систем и процессов. - Киев. Высшая школа, 2000.

20. Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов: Учебное пособие. – Киев-Донецк: “Вища школа”, 1979. – 276 с.

21. Борнацкий И.И. Физико-химические основы сталеплавильных процессов. – М.: Metallurgy, 1974, 319 с.

22. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов: Учебное пособие. - Киев-Донецк: “Вища школа”, 1978. – 287 с.