

Учреждение образования
"Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого"

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
ГГТУ им. П.О. Сухого


_____ О.Д. Асенчик
(подпись)

06.12. 2018 г.

Регистрационный № УД 8.3-1.3 /уч.

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РАЗЛИВКИ 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)»,
специализация 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и
цветных металлов»

Учебная программа составлена на основе: образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-42 01 01-2013 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» и учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 1 42-1-15.1/уч. 11.02.2016.

СОСТАВИТЕЛИ:

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М.В. Мишкевич, заместитель главного технолога по прессовой обработке, холодной высадке, термическому и гальваническому производству ОАО «Гомельский завод литья и нормалей» холдинга «Гомсельмаш».

Г. В. Петришин, декан машиностроительного факультета УО «ГТТУ им. П.О. Сухого», к.т.н., доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10 от 06.11.2018);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 08.11.2018); *УД 032-18/92.*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 04.12.2018).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью дисциплины является изучение физико-химических основ теории и технологии разливки сплавов черных и цветных металлов, конструкций и принципов проектирования и рациональной эксплуатации специализированного оборудования металлургического производства для последующего использования в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков:

- по выбору оптимальной технологии для разливки сплавов металлов, применяемых в металлургическом производстве;
- выбору способов модифицирования сплавов черных и цветных металлов для получения требуемой макро- и микроструктуры готовой продукции;
- обоснованию технологических параметров процессов разливки, в зависимости от предъявляемых требований к качеству производственных процессов.

Требования к освоению учебной дисциплины соответствуют блоку общепрофессиональных и специальных дисциплин учебного плана специальности «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)».

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- физико-химические основы разливки сплавов;
- современные способы разливки сплавов;
- технологии обеспечения качества литых заготовок;
- методы и средства устранения дефектов литой структуры различного происхождения.

уметь:

- находить нестандартные решения профессиональных задач, применять современные методы и средства исследования, проектирования, технологической подготовки производства и эксплуатации объектов металлургического производства;
- эксплуатировать, проводить испытания и ремонт оборудования для разливки металлов и сплавов;
- анализировать технологические, эксплуатационные и экологические требования к разливочному оборудованию, как основополагающие требования при проектировании соответствующих установок;
- управлять физико-химическими процессами, протекающими в жидком металле и шлаке.

владеть:

- навыками расчета тепловых эксплуатационных режимов работы установок непрерывного литья;
- информацией о технических параметрах установок непрерывной разливки сплавов для использования их в профессиональной деятельности;

- современными измерительными и компьютерными системами и технологиями, навыками оформления, представления и защиты результатов решения профессиональных задач.

При изучении дисциплины «Теория и технология разливки сплавов» формируются следующие компетенции:

академические:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками;
- АК-4. Уметь работать самостоятельно;
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- АК-8. Владеть навыками устной и письменной коммуникации;
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течении всей жизни.

социально-личностные:

- СЛК-1. Владеть качествами гражданственности;
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию;
- СЛК-3. Владеть способностью к межличностным коммуникациям;
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике;
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные:

Специалист должен быть способен:

в производственно-технологической деятельности:

- ПК-1. Проводить расчет состава шихты для плавки стали, чугунов, алюминисвых, медных и цинковых сплавов;
- ПК-2. Разрабатывать технологические процессы получения отливок в разовые и постоянные литейные формы с учетом экологической безопасности, производственной санитарии и ресурсосбережения;
- ПК-4. Владеть вопросами металлургической переработки лома и отходов производства;
- ПК-6. Использовать компьютерную технику для расчета состава шихты и обоснования выбора литниково-питающей системы и режимов нагрева заготовок;
- ПК-7. Выбирать способы модифицирования сплавов черных и цветных металлов для получения требуемой макро- и микроструктуры сплавов;
- ПК-8. Обосновывать технологические параметры процесса рафинирования в зависимости от предъявляемых требований к отливкам и литым заготовкам;

ПК-11. Выбирать оптимальные варианты обрубки и очистки отливок;

ПК-12. Предлагать системы эффективных очистных сооружений, используя информацию о вредных выбросах от металлургических агрегатов;

ПК-15. Проводить сертификацию основного технологического оборудования и продукции литейно-металлургического производства в составе группы специалистов;

ПК-17. Осуществлять оперативный контроль за функционированием основного технологического оборудования и режимами его работы;

ПК-18. Разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативов, в составе группы специалистов;

ПК-20. Владеть методиками определения основных физико-механических свойств сплавов черных и цветных металлов;

в проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности:

ПК-23. Выполнять технико-экономическое обоснование способов получения литых заготовок, их нагрева и термообработки, в составе группы специалистов по проектированию технологической оснастки или самостоятельно;

ПК-24. Разрабатывать технологические процессы получения отливок из сплавов черных и цветных металлов в разовые и постоянные литейные формы, назначать режимы нагрева и термической обработки заготовок;

ПК-25. Анализировать перспективы и направления развития литейного производства, металловедения и металлургической теплотехники, выбирать оптимальные технологии плавки и заливки металла с учетом экологических требований и энергосбережения;

ПК-27. Составлять техническое задание на проектируемое технологическое оборудование или разрабатываемый технологический процесс с учетом результатов научно-исследовательских работ, планировать и проводить исследования по повышению качества сплавов черных и цветных металлов;

ПК-28. Работать с научной литературой, словарями, справочными материалами, рационально использовать справочную литературу по выбору материалов, технологий их обработки, обеспечивающей необходимые показатели свойств.

в организационно-управленческой деятельности:

ПК-38. Пользоваться глобальными информационными ресурсами;

ПК-40. Понимать сущность и социальную значимость своей профессии, основные проблемы в конкретной области своей деятельности;

ПК-41. Налаживать контроль основных параметров технологических процессов плавки и разливки сплавов черных и цветных металлов.

в инновационной деятельности:

ПК-42. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;

- ПК-43. Определять цели инноваций и способы их достижений;
 ПК-44. Работать с научной, технической и патентной литературой.

Связь с другими учебными дисциплинами

Содержание дисциплины «Теория и технология разлики сплавов» должно быть увязано с содержанием дисциплин циклов естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, таких как: «Введение в специальность», «Механика материалов», «Общая металлургия».

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий.

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Теория и технология разлики сплавов», в соответствии с учебными планами по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направление специальности 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)», специализация 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» составляет – 270. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 7,5 зачетные единицы. Форма контроля знаний – зачет в 8 семестре, экзамен в 9 семестре.

Форма получения высшего образования	дневная
Курс	4,5
Семестр	8,9
Лекции (часов)	66
Лабораторные занятия (часов)	34
Практические занятия (часов)	32
Всего аудиторных часов	132
Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:	
Зачет, семестр	8
Экзамен, семестр	9

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Теплообмен в процессах отливки и формирования слитка

Температурное поле. Температурный градиент. Закон теплопроводности Фурье. Закон теплоотдачи Ньютона. Закон теплового излучения Стефана-Больцмана. Закон полной теплоотдачи. Конвективный теплообмен. Теплообмен между изложницей и слитком. Теплообмен в системе слиток – изложница – атмосфера. Зазор между изложницей и слитком.

Тема 2. Кристаллизация

Образование зародышей кристаллов. Гетерогенное образование зародышей кристаллизации. Отвод теплоты кристаллизации. Дендритный рост кристаллов. Перераспределение примесей при кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на размеры кристаллов. Образования центров новых фаз. Классификация модификаторов. Модифицирование стали микрохолодильниками и комплексными сплавами.

Тема 3. Химическая неоднородность слитков

Ликвация примесей при развитии химической неоднородности. Фильтрационный массоперенос ликвидирующих примесей. Влияние конвективных потоков на зональную ликвацию. Влияние конвективных потоков на формирование слитка. Влияние скорости кристаллизации на химическую неоднородность. Дендритная неоднородность стали. Влияние формы и размера изложницы на характер и величину усадочной раковины. Определение температурного поля в затвердевающем слитке.

Тема 4. Неметаллические включения в стальных слитках. Выбор рациональных параметров изложницы и слитка

Влияние неметаллических включений на разрушение сплавов. Свойства неметаллических включений, поступающих с металлом в изложницу. Удаление оксидных включений из стали. Распределение включений в слитке. Формирование неметаллических включений при кристаллизации стали. Оксидные включения в слитке. Сульфидные включения в слитке. Расчет напряжений в затвердевшей оболочке слитка. Расчет углов и оптимальной формы донной части слитка. Температурные напряжения. Расчет слитка рациональной формы. Стойкость изложниц.

Тема 5. Разливка стали. Физическая и структурная неоднородность слитков

Разливка стали сверху. Рациональные параметры затопленной струи. Формирование наружных слоев слитка. Формирование внутренней

поверхности корочки слитка. Приварка слитков к изложнице. Мероприятия по устранению плен на слитках. Гидродинамика сифонной разливки стали. Выбор оптимальной температуры и скорости разливки стали. Теплофизические условия формирования кристаллических зон слитка. Динамика перемещения и дробления кристаллов. Гравитационное перемещение металла в двухфазной зоне. Выбор рациональных параметров теплоотвода от слитка. Определение длительности выдержки слитков в изложницах. Условия возникновения трещин в слитках. Особенности гидродинамического и фильтрационного питания усадки слитков. Обогрев прибыльной части слитка.

Тема 6. Классификация МНЛЗ, конструкция и назначение их основных узлов

Сталеразливочные станды. Тележка промежуточного ковша. Особенности конструкции промежуточного ковша. Футеровка промежуточного ковша. Устройства для дозированной подачи металла в кристаллизаторы и защиты от взаимодействия с атмосферой. Конструкция и основные параметры работы кристаллизаторов сортовых МНЛЗ. Механизм качания кристаллизатора. Назначение и особенности качания кристаллизаторов.

Тема 7. Зона вторичного охлаждения

Поддерживающие устройства слябовых МНЛЗ. Конструкции поддерживающих устройств блюмовых и сортовых машин. Охлаждение слитка в зоне вторичного охлаждения МНЛЗ. Тянуще-правильная машина. Затравка и устройства для ее перемещения. Система разделения заготовок на мерные длины.

Тема 8. Структура, дефекты и качество непрерывного слитка

Требования к металлу, предназначенному для разливки на МНЛЗ. Температура металла при разливке стали на МНЛЗ. Кристаллическая структура, параметры двухфазного состояния и химическая неоднородность непрерывнолитого слитка. Интенсивность теплоотвода и параметры зоны двухфазного состояния непрерывного слитка. Химическая неоднородность слитка. Зональная ликвация. Система электромагнитного перемешивания металла.

Тема 9. Оценка качества и характеристика основных дефектов непрерывнолитой заготовки

Дефекты профиля НЛЗ. Дефекты поверхности НЛЗ. Дефекты внутренней структуры НЛЗ. Взаимодействия струи металла с воздухом при непрерывном литье. Определение количества газов поглощенных из атмосферы при разливке стали на МНЛЗ. Защита металла в процессе непрерывной разливки.

Тема 10. Технология непрерывной разливки стали

Подготовка МНЛЗ к разливке стали. Разливка стали на МНЛЗ и приемка металла. Особенности разливки обычной спокойной и кипящей стали. Сталь с содержанием углерода до 0,12 % и незначительным количеством Si и Al. Сталь, раскисленная Si. Стали, раскисленные Al-Si или Al. Перитектические и легированные В-Ti стали для холодной высадки Автоматная сталь. Высокоуглеродистые стали. Температурно-скоростной режим разливки.

Библиотека ГГТУ им. П.О.Степанова

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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	Теплообмен в процессах отливки и формирования слитка.							
1.1	Температурное поле. Температурный градиент. Закон теплопроводности Фурье, Закон теплоотдачи Ньютона.	2	4		4			устный опрос, зачет, защита лабораторных работ, защита практических работ
1.2	Закон теплового излучения Стефана-Больцмана. Закон полной теплоотдачи. Конвективный теплообмен. Теплообмен между изложницей и слитком.	4						устный опрос, зачет
1.3	Теплообмен в системе слиток – изложница – атмосфера. Зазор между изложницей и слитком.	2						устный опрос, зачет
2	Кристаллизация.							
2.1	Образование зародышей кристаллов. Гетерогенное образование зародышей кристаллизации. Отвод теплоты кристаллизации. Дендритный рост кристаллов.	4	4		4			устный опрос, зачет, защита лабораторных работ, защита практических работ
2.2	Перераспределение примесей при кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на размеры кристаллов. Образование центров новых фаз.	2						устный опрос, зачет
2.3	Классификация модификаторов. Модифицирование стали микрохолодильниками и комплексными сплавами.	2						устный опрос, зачет
3	Химическая неоднородность слитков							
3.1	Ликвация примесей при развитии химической неоднородности. Фильтрационный массоперенос ликвидирующий примесей. Влияние конвективных потоков на зональную ликвацию.	2	4		4			устный опрос, зачет, защита лабораторных работ, защита практических работ

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.2	Влияние конвективных потоков на формирование слитка. Влияние скорости кристаллизации на химическую неоднородность. Дендритная неоднородность стали.	2						устный опрос, зачет
3.3	Влияние формы и размера изложницы на характер и величину усадочной раковины. Определение температурного поля в затвердевающем слитке.	2						устный опрос, зачет
4	Неметаллические включения в стальных слитках. Выбор рациональных параметров изложницы и слитка.							
4.1	Влияние неметаллических включений на разрушение слитков. Свойства неметаллических включений, поступающих с металлом в изложницу. Удаление оксидных включений из стали. Распределение включений в слитке.	4			4			устный опрос, зачет, защита лабораторных работ
4.2	Формирование неметаллических включений при кристаллизации стали. Оксидные включения в слитке. Сульфидные включения в слитке. Расчет напряжений в затвердевшей оболочке слитка.	2	2					устный опрос, зачет, защита практических работ
4.3	Расчет углов и оптимальной формы донной части слитка. Температурные напряжения. Расчет слитка рациональной формы. Стойкость изложниц.	2			4			устный опрос, зачет, защита лабораторных работ
5	Разливка стали. Физическая и структурная неоднородность слитков.							
5.1	Разливка стали сверху. Рациональные параметры затопленной струи. Формирование наружных слоев слитка. Формирование внутренней поверхности корочки слитка.	4			2			устный опрос, зачет, защита лабораторных работ
5.2	Приварка слитков к изложнице. Мероприятия по устранению плен на слитках. Гидродинамика сифонной разливки стали. Выбор оптимальной температуры и скорости разливки стали.	2						устный опрос, экзамен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.3	Теплофизические условия формирования кристаллических зон слитка. Динамика перемещения и дробления кристаллов. Гравитационное перемещение металла в двухфазной зоне. Выбор рациональных параметров теплового режима отливки слитка.	4						устный опрос, экзамен
5.4	Определение длительности выдержки слитков в изложницах. Условия возникновения трещин в слитках. Особенности гидродинамического и фильтрационного питания усадки слитков. Обогрев прибыльной части слитка.	2						устный опрос, экзамен
6	Классификация МНЛЗ, конструкция и назначение их основных узлов.							
6.1	Сталеразливочные стеллы. Тележка промежуточного ковша. Особенности конструкции промежуточного ковша. Футеровка промежуточного ковша.	2	2		2			устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ, защита практических работ
6.2	Устройства для дозированной подачи металла в кристаллизаторы и защиты от взаимодействия с атмосферой. Конструкция и основные параметры работы кристаллизаторов сортовых МНЛЗ.	2						устный опрос, экзамен
6.3	Механизм качания кристаллизатора. Назначение и особенности качания кристаллизаторов.	2	4					устный опрос, экзамен, защита практических работ
7	Зона вторичного охлаждения.							
7.1	Поддерживающие устройства слабых МНЛЗ. Конструкции поддерживающих устройств блоковых и сортовых машин. Охлаждение слитка в зоне вторичного охлаждения МНЛЗ.	2	4					устный опрос, экзамен, защита практических работ
7.2	Тянуше-правильная машина. Заправка и устройства для ее перемещения. Система разделения заготовок на мерные длины.	2						устный опрос, экзамен
8	Структура, дефекты и качество непрерывного слитка.							

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8.1	Требования к металлу, предназначенному для разливки на МНЛЗ. Температура металла при разливке стали на МНЛЗ. Кристаллическая структура, параметры двухфазного состояния и химическая неоднородность непрерывнолитого слитка.	2	4		3			устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ, защита практических работ
8.2	Интенсивность теплообвода и параметры зоны двухфазного состояния непрерывного слитка. Химическая неоднородность слитка. Зональная ликвация. Система электромагнитного перемешивания металла.	2						устный опрос, экзамен
9	Оценка качества и характеристики основных дефектов непрерывнолитой заготовки.							
9.1	Дефекты профиля ПЛЗ. Дефекты поверхности ПЛЗ. Дефекты внутренней структуры ПЛЗ.	2			3			устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ
9.2	Взаимодействия струи металла с воздухом при непрерывном литье. Определение количества газов поглощенных из атмосферы при разливке стали на МНЛЗ. Защита металла в процессе непрерывной разливки.	2						устный опрос, экзамен
10	Технология непрерывной разливки стали.							
10.1	Подготовка МНЛЗ к разливке стали. Разливки стали на МНЛЗ и приемка металла. Особенности разливки обычной спокойной и кипящей стали.	2	2		4			устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ, защита практических работ
10.2	Сталь с содержанием углерода до 0,12 % и незначительным количеством Si и Al. Сталь, раскисленная Si. Стали, раскисленные Al-Si или Al.	2						устный опрос, экзамен
10.3	Перитектические и легированные В-Н стали для холодной высадки. Автоматная сталь. Высокоуглеродистые стали. Температурно-скоростной режим разливки.	2	2					устный опрос, экзамен, защита практических работ
	Всего (часов):	66	32		34			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Автоматизация металлургических печей [Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Теплотехника и автоматизация металлург. печей] / под ред. О. М. Блинова. - Москва: Металлургия, 1975. - 376 с.
2. Бигеев, А. М. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали : учебник для вузов / А. М. Бигеев. - 2-е изд. - Челябинск: Металлургия, 1988. - 480 с.
3. Григорян, В. А. Теоретические основы электросталеплавильных процессов / В. А. Григорян, Л. Н. Беляничков, А. Я. Стомахин. - изд. 2-е. - Москва: Металлургия, 1987. - 272 с.
4. Кньюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали : основы и технология ковшовой металлургии / пер. с нем. Г. Н. Еланского. - Москва : Металлургия, 1984. - 413 с.
5. Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства : учеб. для вузов / В. П. Григорьев [и др.]. - Москва: МИСИС, 1995. - 512с.
6. Манохин А.И. Получение однородной стали. - М.: Металлургия, 1978. - 224 с.
7. Машины и агрегаты металлургических заводов: в 3 т.: учебник для металлург. и машиностроит. спец. вузов / А. И. Целиков и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Металлургия, 1988. - 680с.
8. Попандопуло, И. К. Непрерывная разливка стали / И. К. Попандопуло, Ю. Ф. Михневич. - Москва: Металлургия, 1990. - 294 с.
3. Кудрин В. А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. - Москва: Мир: АСТ, 2003. - 527с.- (Учебник для вузов).
- 4.
4. Морозов, А. Н. Внепечное вакуумирование стали / А. Н. Морозов [и др.]. - Москва: Металлургия, 1975. - 287с.
5. Леви, Л. И. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов: учебник / Л. И. Леви, Л. М. Мариенбах. - Москва: Машиностроение, 1970. - 496 с
6. 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.

Дополнительная учебная и научная литература

7. Виноград, М. И. Включения в легированных сталях и сплавах / М. И. Виноград, Г. П. Громова. - Москва: Металлургия, 1972. - 216 с.
8. Воздвиженский, В. М. Контроль качества отливок: учеб. пособие для вузов / В. М. Воздвиженский, А. А. Жуков, В. К. Бастраков. - Москва: Машиностроение, 1990. - 237 с.
9. Грачев, В. А. Металлургия литейного производства : учебное пособие для студентов вузов по спец. "Машины и технология литейного производства" / В. А. Грачев, С. А. Расулов. - Ташкент: Укитувчи, 1987. - 304 с.

10. Дуговые сталеплавильные печи: атлас / И. Ю. Зинуров и [др.]. - Москва: Металлургия, 1978. - 179с.
11. Егоров, А. В. Расчет мощности и параметров электроплавильных печей: учеб. пособие для вузов / А. В. Егоров. - Москва: МИСИС, 2000. - 272с.
12. Есьман, Р. И. Расчеты процессов литья / Р. И. Есьман, П. П. Жмакин, Л. И. Шуб. - Минск: Высшэйшая школа, 1977. - 264 с.

Учебно-методические комплексы

1. ЭУМКД «Технология металлургического производства» для студентов дневного и заочного отделения специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)», направление специальности 1-42 01 01-02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)», специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. Режим доступа <https://elib.gstu.by/>.
2. ЭУМКД «Теория металлургических процессов» для студентов дневного и заочного отделения специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка» (по направлениям). – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. Режим доступа <https://elib.gstu.by/>.
3. Жаранов В.А. Теория и технология разливки сплавов: практикум по одному курсу для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» специализации 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)» направления 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» днев. и заоч. форм обучения / В. А. Жаранов. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 91 с. (м/ук №457).
4. Методические указания " Теория и технология разливки сплавов" 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)
5. 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)

Список литературы составлен проф. (кандидатом М.С.)
Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать такую форму самостоятельной работы, как решение индивидуальных задач в аудитории на практических занятиях под контролем преподавателя.

Также рекомендуется не все вопросы программы выносить на лекции. В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой

можно предложить им часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в программе.

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

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов.

Методы (технологии) обучения и инновационные подходы к преподаванию дисциплины

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), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода при 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. Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеofilмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Средства диагностики и контроля качества усвоения знаний

Контроль знаний студентов осуществляется путем устного опроса при выполнении лабораторных работ, письменного и устного опроса на экзамене.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

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

Критерии оценок 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).


Примерный перечень лабораторных работ:

- Изучение кристаллизации слитков.
- Изменение параметров кристаллизации.
- Изучение ликвации слитков металла.
- Изучение влияния геометрии на процессы кристаллизации.
- Изучение дефектов структуры непрерывно-литого слитка.
- Изучения формы неметаллических включений непрерывно литой заготовки.
- Изучение структурной неоднородности слитков.
- Способы интенсификации разливки сплавов.
- Изучение конструкций кристаллизаторов различных типов.
- Влияние формы сечения слитка на параметры кристаллизации

Примерный перечень практических занятий:

- Расчет процесса кристаллизации тел простой формы.
- Методы влияния на скорость кристаллизации.
- Способы гомогенизации структуры заготовок.
- Изучение физической неоднородности слитков.
- Расчет производительности МНЛЗ.
- Расчеты теплообменных процессов в кристаллизаторах МНЛЗ.
- Расчет параметров зоны вторичного охлаждения.
- Способы устранения дефектов при непрерывном литье.
- Технологические режимы эксплуатации МНЛЗ.
- Факторы надежности технологического оборудования для разливки.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Технологическое оборудование металлургических цехов	МиТОМ	<p>11.05</p> 	

Библиотека ГГТУ им. Л. М. Эрдманна