

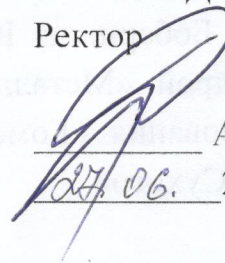
Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Ректор



А.В. Пуцято

07.06. 2023 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по специальности

05.16.04 – Литейное производство



Программа составлена на основании учебного плана первой ступени высшего образования специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)», специализации 1-42 01 01 -02 01 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» № I 42-1-04/уч. от 05.02.2021

## СОСТАВИТЕЛИ

Бобарикин Ю.Л. – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

## РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» (протокол № 5 от 15.05.2023 г.)

Заведующий кафедрой  Ю.Л. Бобарикин

Одобрена и рекомендована к утверждению научно-методической комиссией механико-технологического факультета (протокол № 11 от 26.06.2023 г.)

Председатель  И.Б. Одарченко

## 1. Цели и задачи программы

Целью программы является установление объема и уровня профессиональных знаний поступающего в аспирантуру на специальность «Технологии и машины обработки давлением».

Задачи, обеспечивающие достижение этой цели, включают знания следующих основных разделов, включенных в программу:

- теория и технология литейного производства;
- специальные виды литья;
- печи литейных цехов.

## 2. Требования к знаниям, умениям и навыкам экзаменуемого

Экзаменуемый должен

*знать:*

- основные положения теории литейного производства и основы проектирования технологии литейного производства;
- основы проектирования технологии специальных видов литья;
- принцип работы и основы проектирования конструкции печей литейных цехов.

*уметь:*

- выполнять теоретический анализ процессов литейного производства, проектировать технологию литейного производства;
- разрабатывать технологию специальных видов литья;
- рассчитывать основные узлы и детали печей литейных цехов.

*владеть:*

- навыками анализа процессов литейного производства, проектирования технологии литейного производства;
- навыками проектирования технологии специальных видов литья;
- навыками расчета основных узлов и деталей печей литейных цехов.

### 3. Содержание программы

#### Раздел 1 Теория и технология литейного производства

- Тема 1.1 Машинная формовка. Основные понятия механики формовочных и стержневых смесей. Реологические модели формовочных смесей. Показатели степени уплотнения и их измерение.
- Тема 1.2 Способы уплотнения смесей, их особенности, характер распределения плотности. Уплотнение прессованием. Уплотнение встряхиванием.
- Тема 1.3 Пескодующий, пескострельный, пескометный и импульсный методы уплотнения.
- Тема 1.4 Безопочная формовка с вертикальным и горизонтальным разъемом.
- Тема 1.5 Машинная формовка в парных опоках.
- Тема 1.6 Характер распределения уплотнения смеси в форме без моделей и с ними.
- Тема 1.7 Аналитические и экспериментальные уравнения уплотнения.
- Тема 1.8 Способы регулирования уплотнения различных частей формы. Сочетание различных способов уплотнения.
- Тема 1.9 Особенности модельно-опочной оснастки при машинной формовке.
- Тема 1.10 Способы установки стержней и сборки форм в условиях механизированного и автоматизированного производства.
- Тема 1.11 Современные технологические процессы изготовления стержней. Классификация конструкции стержней.
- Тема 1.12 Способы изготовления стержней на машинах и стержневых автоматах. Процессы формообразования.
- Тема 1.13 Изготовление стержней по горячим ящикам и без нагрева.
- Тема 1.14 Обработка, склейка, окраска и контроль сухих стержней.
- Тема 1.15 Технология изготовления форм и стержней из химически твердеющих смесей. Классификация и области применения химически твердеющих смесей.
- Тема 1.16 Изготовления форм и стержней из смесей, отверждаемых с использованием газовых катализаторов
- Тема 1.17 Изготовления форм и стержней из жидких самотвердеющих смесей.

- Тема 1.18 Изготовления форм и стержней из холоднотвердеющих смесей.
- Тема 1.19 Заливка форм. Конструкции ковшей и их характеристика.
- Тема 1.20 Заливка из ручных и крановых ковшей. Особенности заливки из поворотных и стопорных ковшей.
- Тема 1.21 Технологические принципы организации автоматизированной заливки. Контроль температуры металла. Выбор способа заливки в зависимости от типа и характера формы.
- Тема 1.22 Технологические процессы выбивки, обрубки и очистки отливок. Технологические схемы выбивки в зависимости от размеров форм, характера производства.
- Тема 1.23 Способы и характеристики процессов выбивки стержней из отливок.
- Тема 1.24 Принципы и способы очистки поверхности отливок, обрубка и зачистка. Способы исправления дефектов в теле отливки.
- Тема 1.25 Литейная гидравлика. Особенности расплава как реологического тела.
- Тема 1.26 Основные гидравлические свойства металлических расплавов.
- Тема 1.27 Особенности течения металла в литниковых системах. Зависимость коэффициента сопротивления для прямых и сложных каналов литниковых систем.
- Тема 1.28 Условие и характер заполнения форм. Моделирование процессов течения расплава в песчаной форме. Механизм влияния пористости форм на особенности заполнения форм жидким металлом.
- Тема 1.29 Проектирование технологии изготовления отливки. Требования, предъявляемые к конструкциям литой детали. Основные принципы конструирования литых деталей.
- Тема 1.30 Выбор метода упрочнения форм и стержней в зависимости от их размеров, состава смеси, характера и серийности производства.
- Тема 1.31 Назначение и классификация конструкций литниковых систем.
- Тема 1.32 Расчет литниковых систем для отливок из серого и ковкого чугуна.
- Тема 1.33 Выбор и расчет литниковых систем для стальных отливок из цветных сплавов.
- Тема 1.34 Конструкции и расчет прибылей для чугунных и стальных отливок.
- Тема 1.35 Расчет времени отвода тепла перегрева. Расчет времени отвода теплоты кристаллизации. Расчет продолжительности охлаждения отливки до выбивки. Пределы применимости продолжительности

затвердевания и охлаждения отливки в форме. Нагрузки, воспринимаемые формой и расчет веса груза.

Тема 1.36 Изменение размеров отливки при охлаждении.

Тема 1.37 Газовые явления в форме в процессе заливки.

Тема 1.38 Условия получения плотных отливок.

Тема 1.39 Процессы на поверхности металл-форма.

Тема 1.40 Условия получения отливок с чистой поверхностью.

## **Раздел 2 Специальные виды литья**

Тема 2.1 Введение. Специальные виды литья, их технологические особенности и возможности.

Тема 2.2 Место специальных видов литья в производстве отливок в машиностроении. Классификация специальных видов литья. Экономические аспекты использования различных специальных видов литья. Перспективы дальнейшего расширения применения специальных методов литья при производстве отливок, как методов с меньшей материалоемкостью и энергоемкостью, меньшими трудозатратами, позволяющими существенно улучшить условия труда и уменьшить вредное воздействие на окружающую среду.

Тема 2.3 Литье в оболочковые формы. Сущность способа литья, основные операции, целесообразность использования. Экологическая оценка способа. Особенности конструкции нагреваемой оснастки. Материалы оснастки. Смеси. Физико-химические и механические свойства смесей. Огнеупорные материалы, связующие, спецдобавки. Разделительные покрытия.

Тема 2.4 Способы изготовления форм. Сборка форм. Заливка, выбивка. Финишные операции. Особенности изготовления отливок из различных сплавов.

Тема 2.5 Изготовление стержней по нагреваемой оснастке.

Тема 2.6 Технологическое оборудование для изготовления форм и стержней.

Тема 2.7 Кокильное литье. Сущность кокильного литья, технические и экономические преимущества, недостатки метода и область его применения. Основные операции.

Тема 2.8 Особенности кристаллизации и усадки сплавов в металлической форме. Механические свойства, точность и чистота поверхности отливок, получаемых в металлических формах.

Тема 2.9 Номенклатура отливок для кокильного литья.

- Тема 2.10 Классификация, типы и конструкции кокилей. Элементы конструкций по ГОСТ.
- Тема 2.11 Тепловой режим кокиля и его регулирования. Защитные покрытия для кокилей. Методы борьбы с отбелом чугунных отливок.
- Тема 2.12 Механизация и автоматизация кокильного литья.
- Тема 2.13 Литье под давлением. Сущность способа литья под давлением, его преимущества, недостатки и область применения. Основные операции.
- Тема 2.14 Физические условия формирования отливки при литье под давлением.
- Тема 2.15 Характер заполнения формы металлом и условия кристаллизации. Образование воздушной пористости внутри отливки, ее роль в формировании отливки.
- Тема 2.16 Точность получаемых отливок, их механические свойства и эксплуатационные качества.
- Тема 2.17 Конструктивные схемы пневматических и поршневых машин для литья под давлением, их выбор. Автоматизация литья под давлением.
- Тема 2.18 Конструкции пресс-форм и их элементы.
- Тема 2.19 Техника безопасности при литье под давлением.
- Тема 2.20 Литье под регулируемым газовым давлением. Сущность процессов литья под регулируемым давлением газа. Общность и различие способов: литье вакуумным всасыванием: вакуумно-компрессорное литье.
- Тема 2.21 Центробежное литье. Сущность и разновидности центробежного способа литья, преимущества, недостатки, область применения. Основные операции.
- Тема 2.22 Особенности формирования свободной поверхности отливок. Затвердевание и усадка металла под действием центробежных сил. Условия всплывания газовых и неметаллических включений на свободную поверхность.
- Тема 2.23 Технология центробежного литья. Методы футеровки металлических форм, охлаждение форм, дозирование жидкого металла. Возможность получения биметаллических отливок.
- Тема 2.24 Классификация литейных центробежных машин.
- Тема 2.25 Механизация и автоматизация процесса.
- Тема 2.26 Техника безопасности при центробежном литье.

- Тема 2.27 Литье по выплавляемым моделям. Сущность способа и основные операции изготовления отливок по выплавляемым моделям.
- Тема 2.28 Особенности формирования отливки при литье в многослойные оболочковые формы по выплавляемым моделям.
- Тема 2.29 Конструкции и материалы для изготовления пресс-форм. Типы литниково-питающих систем и их расчет. Технология изготовления выплавляемых моделей. Модельные составы и их приготовление. Сборка моделей в блоки. Изготовление оболочковых форм. Режимы их прокаливания. Заливка, выбивка, очистка отливок, контроль качества отливок.
- Тема 2.30 Техника безопасности при литье по моделям, удаляемым из неразъемных форм.
- Тема 2.31 Другие специальные методы литья.
- Тема 2.32 Литье выжиманием.
- Тема 2.33 Литье вакуумным всасыванием.
- Тема 2.34 Непрерывное литье.
- Тема 2.35 Электрошлаковое литье.
- Тема 2.36 Литье методом направленной кристаллизации. Штамповка из жидкого металла.

### **Раздел 3 Печи литейных цехов**

- Тема 3.1 Комплексные установки, плавильные печи литейных цехов. Печи для плавки чугуна, стали, цветных сплавов. Классификация, характеристики.
- Тема 3.2 Теплообмен и массообмен в слое шихты. Расчет процесса теплообмена в вагранках. Зоны в рабочем пространстве. Соотношение теплоемкостей шихты и теплоносителей (водяные числа).
- Тема 3.3 Тепловой и материальный баланс вагранки. Виды потерь, тепловой к.п.д.
- Тема 3.4 Методы и устройства интенсификации и повышения эффективности работы ваграночных комплексов. Использование кислорода, дополнительных источников тепла, рекуперация.
- Тема 3.5 Сокращение энергозатрат при электроплавке. Использование альтернативных энергоносителей. Подогрев шихты.
- Тема 3.6 Вагранка. Конструкции вагранок. Основные типы, особенности работы и режимов плавки. Современные ваграночные установки.



- Тема 3.7 Электрические печи. Классификация. Основные виды. Дуплекс-процессы для плавки. Конструкция индукционных печей и миксеров.
- Тема 3.8 Печи для плавки стали. Техничко-экономические показатели сталеплавильных печей. Конструкции и расчет электродуговых печей. Режимы работы. Печи переменного и постоянного тока
- Тема 3.9 Печи для плавки цветных сплавов. Пламенные печи и их конструкция. Электродуговые: дуговые с независимой дугой, сопротивления, индукционные. Техничко-экономическое обоснование выбора печей для плавки цветных сплавов.
- Тема 3.10 Сушила литейных цехов. Конструкции и работа сушил различного назначения. Технологические основы сушки. Материальный и тепловой баланс. Расчет сушил.
- Тема 3.11 Нагревательные печи в литейных цехах. Описание конструкции и работы нагревательных печей различного назначения. Классификация нагревательных печей и видов термообработки. Способы создания нейтральной и восстановительной атмосферы в печах.
- Тема 3.12 Рекуперация и утилизация тепла. Применение рекуператоров, регенераторов и утилизаторов. Их конструкции. Расчет рекуператоров.
- Тема 3.13 Защита окружающей среды от выбросов печей литейного производства. Типовые конструктивные решения по защите окружающей среды от выбросов печей литейных цехов.

### Литература

1. Кукуй Д. М. Теория и технология литейного производства. Формовочные материалы и смеси: учеб. пособие для вузов Андрианов Н. В. — Минск :БНТУ, 2005. -390с.
2. Кукуй Д. М. Теория и технология литейного производства: учеб. пособие для вузов Скворцов В. А. —Минск :Дизайн ПРО, 2000. -415с.
3. Справочник по чугунному литью / под редакцией Н.Г.Гиршовича 3-е издание —Москва: Машиностроение, 1978. -758с.
4. Курдюмов А.В. Лабораторные работы по технологии литейного производства. — М.: «Машиностроение», 1990.
5. Практическое пособие ” Теория и технология литейного производства” к выполнению курсового проекта для студ. спец. Т .02.02.01 ”

Технология, оборудование и автоматизация литейного производства“ Воронина — Гомель :ГГТУ, 2001. -27с.

6. Степанов Ю. А. Технология литейного производства. Специальные виды литья: учебник для вузов / Ю. А. Степанов, Г. Ф. Баландин, В. А. Рыбкин. Москва: Машиностроение, 1983. - 287 с.: ил. - Библиогр.: с. 284.

7. Специальные виды литья: учеб. пособие для вузов ЛО. А. Степанов и др.; под ред. Г. Ф. Баландина, Л. С. Константинова. - Москва: Машиностроение, 1970. - 224 с.: ил.

8. Специальные способы литья: справочник [под общ. ред. В. А. Ефимова. Москва: Машиностроение, 1991. - 734 с.: ил. - (Технология литейн. пр-ва). Библиогр.: с. 728.

9. Metallurgical furnaces. Theory and calculations / В.И.Тимошпольский и др. . под ред. В.И.Тимошпольского — Мн., Белорусская наука, 2007.

10. Несенчук А.П., Тимошпольский В.И., Трусова И.А. Промышленные теплотехнологии: машиностроительное и металлургическое производство: уч.: в 5 ч. — Мн: Выш. школа, 1997-2000.

11. Долотов Г.П., Кондаков Е.А. Печи и сушила литейного производства. — М.: Машиностроение, 1990.-304 с.

12. Егоров А.В. Электроплавильные печи черной металлургии. — М.: Металлургия, 1995. — 280 с.

13. . Титов Н.Д., Степанов Ю.А. Технология литейного производства. —М.: Машиностроение, 1974. — 472 с.

14. 2. Дубицкий Г.М. Литниковые системы. —М.: Машиностроение, 1974. — 240 с.

15. 3. Литье по выплавляемым моделям [под общ. ред. Я. И. Шкленника и В. А. Озерова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1984. - 407с.: ил. - Библиогр.: с. 397-402.

16. Литье по выплавляемым моделям /под ред. Я. И. Шкленника и В. А. Озерова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1971. - 436с.: ил. - (Инженерные монографии по литейному производству). - Библиогр.: САЗ 1—434.

17. Литье под давлением [М. Б. Беккер и др. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1990. - 400 с.: ил. - Библиогр.:с.394-398.

18. Кривандин В.А., Марков Б.Л. Металлургические печи. — М.: Металлургия, 1997. — 464 с.

19. Зобнин Б.Ф., Колев М. Д. и др. Теплотехнические расчеты металлургических печей. — М.: Металлургия, 1982. — 324 с.

20. Казлев М.Д., Гущин С.Н. и др. Основы теплогенерции. — Екатеринбург, УГТУ, 1999. - 285 с.

21. Поспелова Т.Г. Основы энергосбережения. — Мн.: Технопринт, 2000. — 352с.

22. Шаргут Я., Петела Р. Теплоэнергетика в металлургии. — М.: Энергия, 1988. — 279 с.