



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Технологии получения из функциональных металлических материалов литых заготовок деталей ответственного назначения для атомного машиностроения

Институт: ИФХТИМ

доцент кафедры
«Металлургические технологии»

Грачев Александр Николаевич

alexgra76@mail.ru

+79043949520



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**Передовые
инженерные
школы**

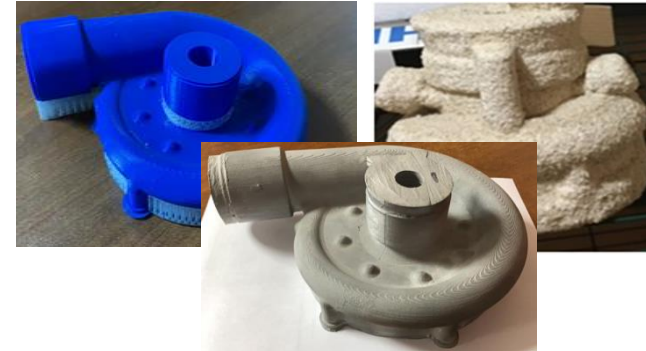


НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р. Е. Алексеева



Ключевые тематики

1. Повышение эффективности получения стального литья по выплавляемым моделям (ЛВМ);
2. Разработка ресурсосберегающих технологий в литейно-металлургических переделах;
3. Применение техногенных отходов в литейно-металлургических переделах;
4. Разработка составов и технологии применения брикетов для выплавки чугуна и стали;
5. Фильтрационное рафинирование металлов и сплавов;
6. Разработка составов и технологии применения экзотермических смесей;
7. Исследование и оптимизация технологических параметров изготовления валков;
8. Разработка процессов получения тонкостенного литья ответственного назначения из черных и цветных сплавов;
9. Техничко-технологический аудит литейно-металлургического производства;
10. Разработка мероприятий по организации производства металлических изделий с использованием аддитивных технологий;
11. Совершенствование существующих технологических процессов и решений в области литейного производства и металлургии;



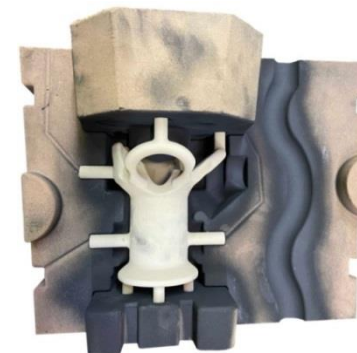
Тонкостенное ответственное литье из черных и цветных сплавов



Фильтрационное рафинирование



Применение техногенных отходов



Литье в комбинированную форму



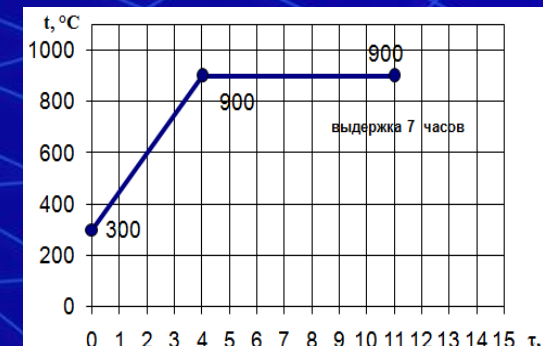
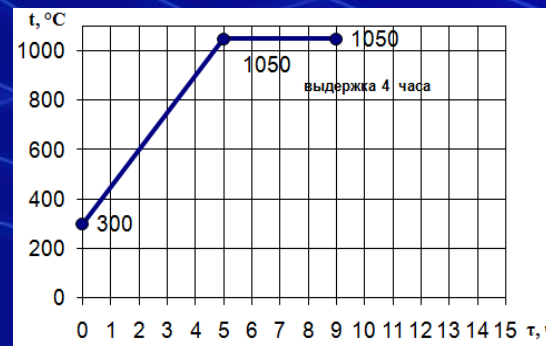
ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Тематика № 1. Повышение эффективности получения стального литья по выплавляемым моделям

Решаемые проблемы: Применение низкотемпературного прокаливания оболочковых форм и повышение характеристик литейных форм и качества получаемого литья за счет рециклинга отходов.

Задачи:

- выбор материалов (дихромата калия или пероксидов щелочноземельных металлов) для ввода в огнеупорную суспензию или обсыпку при изготовлении оболочковых форм в ЛВМ, позволяющих сократить их температуру нагрева и время выдержки;
- ведение в материал литейной формы техногенных отходов (шлама селитровых ванн, абразивной пыли шлифовальных кругов обработки деталей из черных сплавов, боя керамических оболочек ЛВМ);
- применение в составе карбюризатора отработанной парафино-стеариновой модельной композиции;
- применение экранирующего термостатирующего устройства.



Защищенное техническое решение: патент РФ №2433013



Оболочковая форма с применением техногенных отходов



Отливка-представитель

Защищенные технические решения:

патент РФ №2433013; патент РФ №2532753; патент РФ №2532765;
патент РФ №2547071; патент РФ №2541253; патент РФ №2532750.



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Тематика №2. Разработка ресурсосберегающих технологий в литейно-металлургических переделах

Решаемая проблема: Разработка конструкции кожухотрубного теплообменника ваграночных газов. Пеннокерамический фильтр (ПКФ) на кварцевой основе для обработки алюминиевых расплавов, полученный из боя керамических оболочек стального литья по выплавляемым моделям.

Задачи:

1. улучшение технико-экономических показателей работы литейного цеха;
2. рекуперация отходящего тепла ваграночных газов;
3. удешевление процесса фильтрационного рафинирования алюминиевых расплавов;
4. обеспечить рафинирующую способность не уступающую известным решениям — ПКФ на основе корунда.



Кожухотрубный теплообменник
для охлаждения и очистки ваграночных газов



ПКФ из боя керамических оболочек стального ЛВМ

Достигнуто при прочих равных показателях по сравнению с фильтрами импортного производства:

- уменьшение размера тройной эвтектики с 52 мкм до 46 мкм;
- повышение временного сопротивления разрыву на 15 МПа (~ 8,1%).

Защищенное техническое решение: патент РФ №2684628



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Тематика №3 / Тематика №4. Применение техногенных отходов в литейно-металлургических переделах / Разработка составов и технологии применения брикетов для выплавки чугуна и стали

Решаемые проблемы: Подготовка оцинкованной стальной обрезки (ОСО) к индукционному переплаву и применение ее побочного продукта в литейных технологиях, комплексная обработка расплавов чугуна.

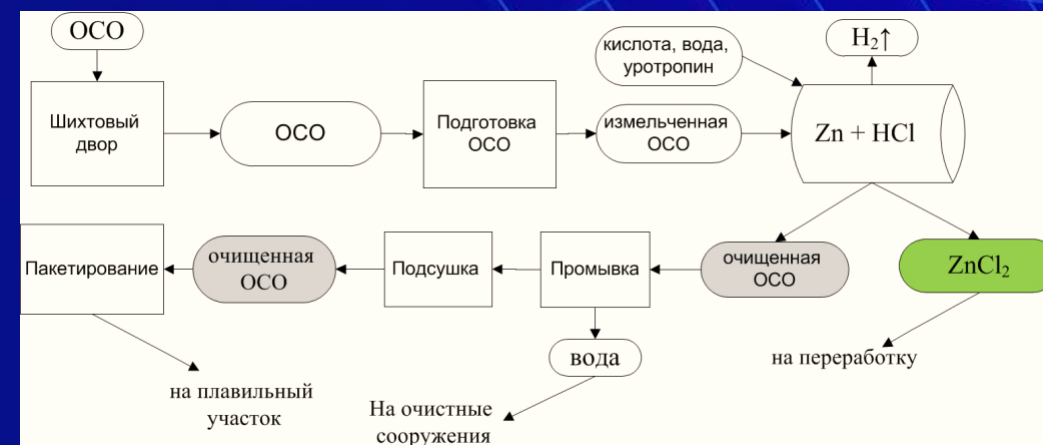
Задачи:

1. эффективность и малозатратность подготовки оцинкованной обрезки к индукционному переплаву;
2. рециклинг техногенных отходов;
3. разработка объемно-планировочных решений по специализированному участку подготовки ОСО к индукционному переплаву в литейном цехе действующего производства;
4. десульфурация, дегазация и модифицирование чугуна за счет использования в составе брикетов техногенного отхода (шлама соляных закалочных ванн термического производства).



Брикет для комплексной обработки расплавов чугуна

Патент РФ №2639186



Защищенные технические решения: патент РФ №2599061; патент РФ №179405; патент РФ №2688038, патент РФ № 2703637, патент РФ № 2705823



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НИТУ

Тематика №5. Фильтрационное рафинирование металлов и сплавов

Решаемая проблема: Разработка и освоение технологии разливки жаропрочных никелевых сплавов с применением пенокерамических фильтров (ПКФ).

Задачи:

1. повышение эффективной площади фильтра;
2. устранение преждевременной закупорки фильтра;
3. снижение количества растворенных газов и неметаллических включений в металле;
4. улучшение комплекса механических свойств;
5. повышение эксплуатационной стойкости оснастки в 5 – 6 раз.



Примеры технологических решений по установке ПКФ

Защищенное техническое решение:
патент РФ №2691021



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Тематика № 6. Разработка составов и технологии применения экзотермических смесей

Решаемые проблемы: Разработка альтернативного импортным состава экзотермической смеси и технологии ее применения в действующем производстве.

Задачи:

1. импортозамещение по экзотермическим смесям;
2. уменьшение прибыльной части слитка на 5-10% по сравнению с импортными аналогами.



Разрез полученного слитка



Залитая изложница
5-ти тонного кузнечного слитка
с применением разработанного
состава экзотермической смеси



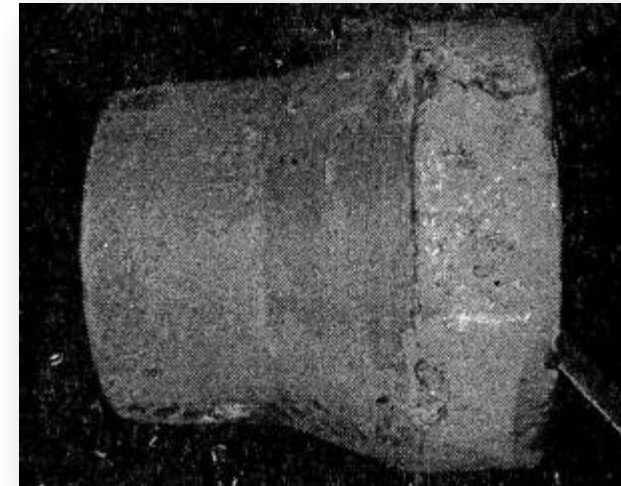
ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Тематика №7. Исследование и оптимизация технологических параметров изготовления валков

Решаемая проблема: Исследование и оптимизация технологических параметров изготовления валков.

Задачи:

1. для чугунных валков:
 - повышение коэффициента использования металла до 75 – 80% с уровнем брака не более 3%;
 - увеличение их эксплуатационного ресурса в 1,3 – 1,5 раза;
2. для стальных валков:
 - улучшение структуры металла;
 - повышение физико-механических свойств и эксплуатационного ресурса изделий в 2,5 – 3 раза (для нажимных) и 1,6 – 2 раза (для наклонных).



Литая заготовка валка из чугуна ЧХ16М

Защищенные технические решения:
патент РФ №2339728; патент РФ №2341580



Тематика №8. Разработка процессов получения тонкостенного литья ответственного назначения из черных и цветных сплавов

Решаемые проблемы: Получение корпусного алюминиевого литья сложной геометрии и ответственного назначения высокой размерной точности с толщиной стенки 2,5 – 3 мм свободного от неметаллических включений, поверхностных, усадочных и газовых дефектов. Получение тонкостенного стального литья ответственного назначения в вакуумируемые объемные формы по выжигаемым аддитивным моделям свободного от поверхностных дефектов, дефектов усадочной и газовой природы, неметаллических включений, с толщиной стенки 2 – 3 мм.

Задачи:

1. разработка технологии получения оболочковой керамической формы для литья по выжигаемым моделям;
2. разработка режимов сушки керамических слоев;
3. разработка режимов выжигания модели и прокалики оболочковой формы;
4. разработка режимов литья алюминиевого расплава в керамические формы на установке литья под низким давлением;
5. разработка конструкции технологической пробы для определения заполняемости сложных тонкостенных форм;
6. разработка способа тонкостенного стального литья по выжигаемым аддитивным моделям в вакуумируемые объемные формы;
7. разработка способа сборки модельного блока;
8. разработка состава суспензии для покрытия лицевого слоя модельного блока;
9. разработка состава жидкоподвижной самотвердеющей смеси.



Модель

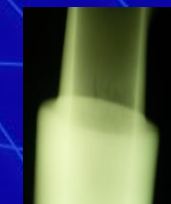


Керамическая оболочка



Отливка

Результаты 3D-рентгеновского контроля опытной отливки



Стальная заготовка, полученная литьем по выжигаемым аддитивным моделям в вакуумируемые объемные формы:





Тематика №9. Техничко-технологический аудит литейно-металлургического производства

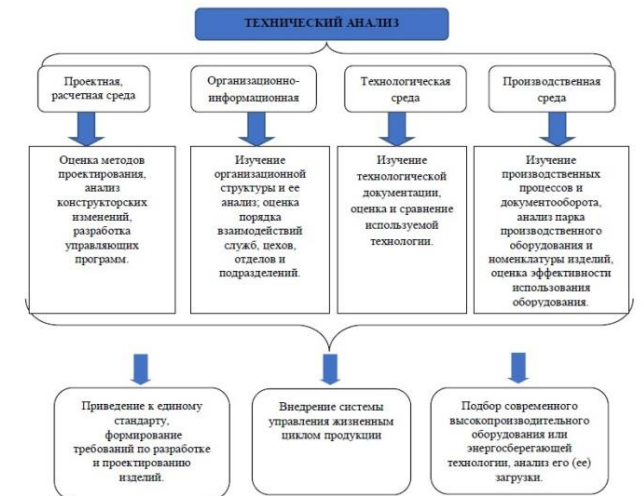
Решаемая проблема: Проведение технико-технологического аудита (ТТА) — независимой проверки организации производственного процесса и структуры производства требованиям нормативных актов с целью оптимизации технологических процессов, повышения качества выпускаемой продукции и эффективности предприятия в целом.

Задачи:

1. проверка состояния действующего производства с выражением экспертного мнения об эффективности технических и организационно-управленческих решений;
2. помощь в поиске и устранении «слабых» мест в работе, решении вопросов целесообразности модернизации действующего производства;
3. определение направлений использования технических средств предприятия с большей эффективностью и меньшими трудозатратами;
4. оценка инновационного потенциала предприятия (применение новых технологий, логистических схем, автоматизация производства, ресурсосбережение, рециклинг отходов производства, экология и др.);
5. повышение конкурентоспособности и привлекательности предприятия.



Структура ТТА производства



Структура технического анализа при ТТА



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Тематика №10. Разработка мероприятий по организации производства металлических изделий с использованием аддитивных технологий

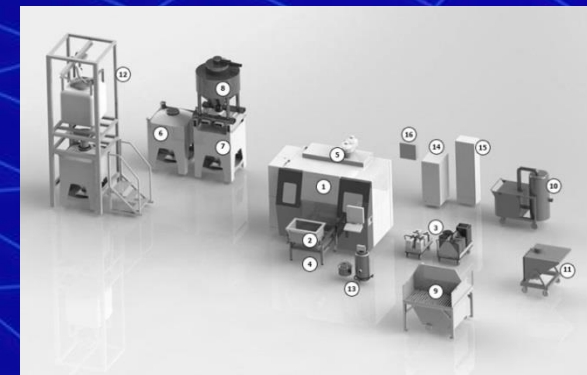
Решаемые проблемы: Разработка концепции аддитивного производства металлических изделий на базе SLM-технологии 3D-печати металлическим порошком в качестве альтернативы точному литью заготовок ответственного назначения сложной геометрии.

Применение печатных вкладышей для деревянных стержневых ящиков мелкосерийного производства отливок ответственного назначения из высоколегированных сталей.

Задачи:

1. сокращение продолжительности подготовки производства и общего производственного цикла;
2. снижение производственного брака на «проблемных» изделиях;
3. разгрузка основного производства литейного цеха;
4. увеличение количества съемов стержней с 200 до 2800 с ящика;
5. повышение точности литья.

Реализовано в виде договора с АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина», г. Арзамас.



Объемно-планировочное решение участка аддитивного производства металлических изделий и полученное в результате изделие (слева)



Печатные вкладыши в деревянном стержневом ящике

Защищенное техническое решение:
патент на полезную модель № 138467



Тематика №10. Разработка мероприятий по организации производства металлических изделий с использованием аддитивных технологий

Решаемые проблемы: Разработка комбинированной литейной формы для точного стального литья ответственного назначения. Реверс-инжиниринг при получении художественных литых изделий.

Задачи:

1. разработка комбинированной литейной формы (α -set-процесс из холодно-твердеющей смеси и стержень печатается по аддитивной BinderJet-технологии);
2. получение стального литья сложной геометрии и ответственного назначения высокой размерной точности;
3. изготовление объекта в уменьшенном масштабе из пластилина;
4. 3D-сканирование объекта с получением облака точек;
5. обработка полученного сканированного изображения;
6. конвертирование облака точек в твердотельную модель;
7. изготовление полноразмерной модели: из PLA-пластика на 3D-принтере для последующего изготовления литейной формы по выжигаемой модели; из пенополистирола на многокоординатном фрезерном станке для последующего изготовления литейной формы по газифицируемой модели;
8. литье металлов и сплавов по выжигаемым или газифицируемым моделям.



Комбинированная литейная форма, полученная по разработанной технологии



Пример реверс-инжиниринга объектов со сложной геометрией



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НИТУ

Тематика №11. Совершенствование существующих технологических процессов и решений в области литейного производства и металлургии

Решаемая проблема: Разработка биметаллического пресс-поршня для машин литья под давлением (ЛПД) с холодной горизонтальной камерой прессования.

Производство литейных стержней из смесей со связующим на основе неорганических солей.

Задачи:

1. улучшение скольжения поршня в зоне контакта с камерой прессования;
2. увеличение эксплуатационного ресурса пресс-поршня до уровня 400 – 500 запрессовок, а камеры прессования – до 2000 – 3000 запрессовок по алюминию;
3. разработка стержня с оптимальным сочетанием технологических свойств с экологичностью процесса и высоким качеством алюминиевого, стального и чугунного литья.

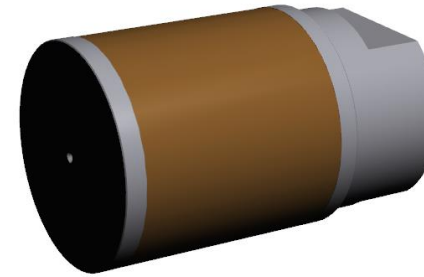
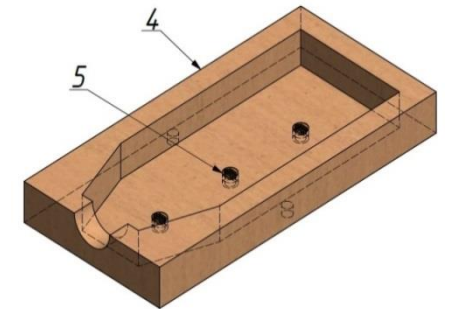
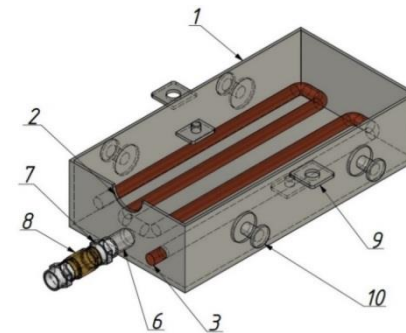


Схема биметаллического поршня



Поршень, установленный на машину ЛПД

Защищенное техническое решение: патент РФ №151565



Конструкции разработанных стержневых ящиков

Защищенные технические решения:
патент РФ №2763701, патент РФ №211692



3D-принтер Intamsys Funmat HT:

- печать филаментом: PLA, ABS, PVA, PEEK, PEEK+CF, PEKK, ULTEM (PEI), PPSU, PC, PC Alloys, PA, PA+CF, Carbon Fiber-Filled, Metal-Filled, Fiberglass-Filled, ASA, PETG, ESD-Safe, HIPS, TPU;
- толщина печатаемого слоя 0,05...0,30 мм;
- скорость печати 300 мм/с;
- функция поддержания температуры в рабочей камере;
- область печати: 260×260×260 мм;
- оборудован видеокамерой.



3D-принтер Picaso Designer:

- печать филаментом: PLA, ABS, PLA flexible, Rubber, Flex, FilaFlex, Watson, PVA, Hips, Nylon, Laywood (диаметр нити 1.75мм);
- толщина печатаемого слоя 0,05 - 0,30 мм;
- скорость печати до 30 см³/час;
- поддерживаемый формат документа STL;
- область печати: 200×200×210 мм;



3D-принтер Picaso Designer X Pro (две печатающие головки):

- печать филаментом: ABS, ASA, FLEX, Flex (TPE), Flex (TPU), HIPS, Nylon, PEEK, PA, PC, PETG, PLA, PMMA, PP, PPS, PS, PVA, RUBBER, SBS, TPU, PSU, WOOD (древесный) (диаметр нити 1.75мм);
- минимальная толщина печатаемого слоя 0,01 мм;
- скорость печати до 130 см³/час;
- поддерживаемый формат документа STL, PLGX;
- область печати: 201×201×210 мм;



3D-сканер Roland LPX-60DS:

- размер стола (диаметр) – 203,2 мм;
- область сканирования: 203,2×304,8 мм;
- точность повторения ± 0,1 мм.



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Материально-техническое освещение



Индукционная
тигельная печь МГП-52



Гранулятор и вибростол



Нагревательная
печь ПК – 90/1400



Лабораторный чашечный
катковый смеситель



Щековая дробилка
и вибростол



Спектрометр

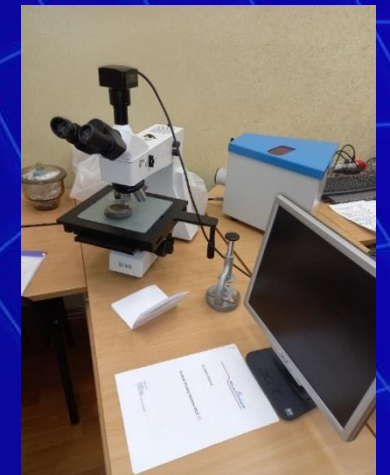
Дилатометр



Истиратель
вибрационный
чашевый



Смеситель
лабораторный
шнековый



Металлографический комплекс

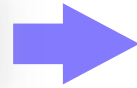


ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Опыт выполнения работ

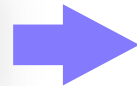
Взаимодействие с реальным сектором экономики

ОАО «Литейно-механический завод», г. Семёнов



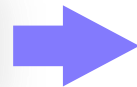
Разработка конструкции кожухотрубного теплообменника ваграночных газов

ПАО «Русполимет», г. Кулебаки



Разработка и освоение технологии разлива жаропрочных никелевых сплавов с применением пенокерамических фильтров (ПКФ)

ПАО «Русполимет», г. Кулебаки



Разработка составов и технологии применения экзотермических смесей

Результаты

Создан кожухотрубный теплообменник для охлаждения и очистки ваграночных газов. Улучшены технико-экономических показателей работы литейного цеха. Рекуперировано отходящее тепло ваграночных газов.

Разработаны технологические решения по установке ПКФ. Повышение эксплуатационной стойкости оснастки в 5 – 6 раз. Повышение эффективной площади фильтра. Для ПКФ из боя керамических оболочек стального ЛВМ достигнуто уменьшение размера тройной эвтектики с 52 мкм до 46 мкм; повышение временного сопротивления разрыву на 15 МПа (~ 8,1%).

Импортозамещение по экзотермическим смесям. Уменьшение прибыльной части слитка на 5-10% по сравнению с импортными аналогами.



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Опыт выполнения работ

Взаимодействие с реальным сектором экономики

ОАО «ВМЗ», г. Выкса



Исследование и оптимизация технологических параметров изготовления валков

ПАО «Русполимет», г. Кулебаки



Разработка процессов получения тонкостенного литья ответственного назначения из черных и цветных сплавов

АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина», г. Арзамас



Разработка концепции аддитивного производства металлических изделий на базе SLM-технологии 3D-печати металлическим порошком в качестве альтернативы точному литью заготовок ответственного назначения сложной геометрии

Результаты

Для чугунных валков: повышение коэффициента использования металла до 75 – 80% с уровнем брака не более 3%; увеличение их эксплуатационного ресурса в 1,3 – 1,5 раза.

Для стальных валков: улучшение структуры металла; повышение физико-механических свойств и эксплуатационного ресурса изделий в 2,5 – 3 раза (для нажимных) и 1,6 – 2 раза (для наклонных)

Разработан способ тонкостенного стального литья по выжигаемым аддитивным моделям в вакуумируемые объемные формы. Разработан способ сборки модельного блока. Разработан состав суспензии для покрытия лицевого слоя модельного блока. Разработан состав жидкоподвижной самотвердеющей смеси.

Было достигнуто сокращение продолжительности подготовки производства и общего производственного цикла. Было достигнуто снижение производственного брака на «проблемных» изделиях.



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Технологии получения из функциональных металлических материалов литых заготовок деталей ответственного назначения для атомного машиностроения

Спасибо за внимание!

Доцент кафедры
«Металлургические технологии»

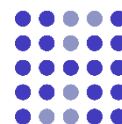
Грачев Александр Николаевич

alexgra76@mail.ru

+79043949520



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**Передовые
инженерные
школы**



НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. П. Е. Алексеева