

УДК 669.1

РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕРЕДЕЛОВ,  
 ВЫПОЛНЕННЫЕ В РАМКАХ ПОДПРОГРАММЫ «МЕТАЛЛУРГИЯ»  
 В 2016–2020 ГОДАХ

А. В. ТОЛСТОЙ, С. Г. САНДОМИРСКИЙ  
 Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси  
 Минск, Беларусь

Исследования в рамках подпрограммы выполнялись по четырем направлениям: литье и металлургия железуглеродистых сплавов; литье цветных металлов и сплавов; термическая обработка и упрочнение сталей и сплавов; обработка металлов давлением [1, 2].

В области литья и металлургии железуглеродистых сплавов выполнены моделирование гидродинамических процессов и анализ эффективности конструкции литниково-питающих систем, предназначенных для получения отливок-заготовок обрабатывающего инструмента и оснастки. Сформулирована математическая модель процесса затвердевания заготовки в условиях МНЛЗ, включающая уравнения теплопроводности, движения расплава в жидком ядре заготовки, массообмена (рис. 1). Достоинством данной модели является возможность более точного учета особенностей конструкции МНЛЗ и технологии непрерывной разливки.

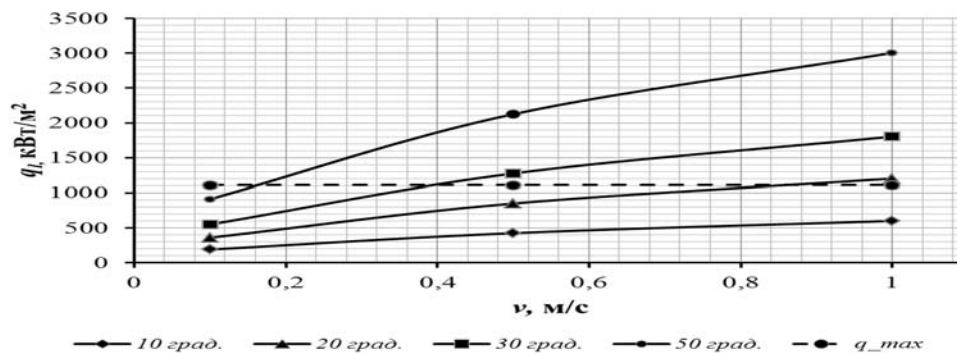


Рис. 1. Сравнение расчетных значений интенсивности теплообмена на фронте кристаллизации при различных температурах перегрева расплава в кристаллизаторе МНЛЗ

Разработана экспериментальная методика определения угара легирующих элементов и примесей при проведении серии опытных плавок в индукционных тигельных печах повышенной частоты, проведены натурные исследования по определению угара элементов при выплавке многокомпонентных высоколегированных железуглеродистых сплавов. Результаты исследований использованы при разработке технологических инструкций по выплавке износостойких чугунов в индукционной тигельной печи в производственных условиях.

Разработан экспериментальный состав утеплительной экзотермической смеси с ультрадисперсными частицами и проведено его промышленное опробование (рис. 2).

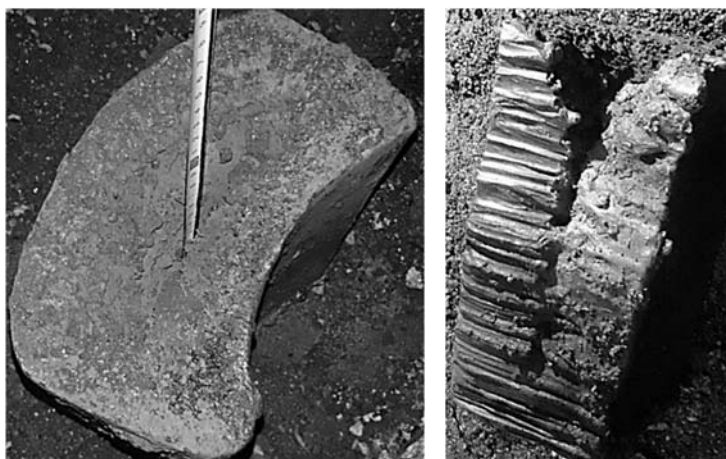


Рис. 2. Прибыльная часть отливки с использованием экзотермической смеси

Разработан состав и выпущена опытная партия комплексного модификатора с ультрадисперсными тугоплавкими компонентами для внепечной обработки стали с целью совершенствования структуры и свойств слитков и отливок.

Разработаны процессы получения комплексного металлургического сырья из железо- и углеродсодержащих отходов.

*В области литья цветных металлов и сплавов* Институтом технологии литья НАН Беларуси разработаны и созданы опытная установка и технологическая оснастка для получения полых фасонных заготовок из силуминов с глобулярным кремнием. Изготовлена охлаждаемая металлическая литейная форма для получения полых фасонных цилиндрических отливок с наибольшим наружным диаметром 145 мм и высотой 80 мм. Литьем в металлическую охлаждаемую форму получены экспериментальные образцы полых фасонных отливок из силумина АК14 с глобулярным эвтектическим кремнием.

Разработан и изготовлен макет опытно-экспериментальной плавильно-литейной установки непрерывного литья вверх (рис. 3).

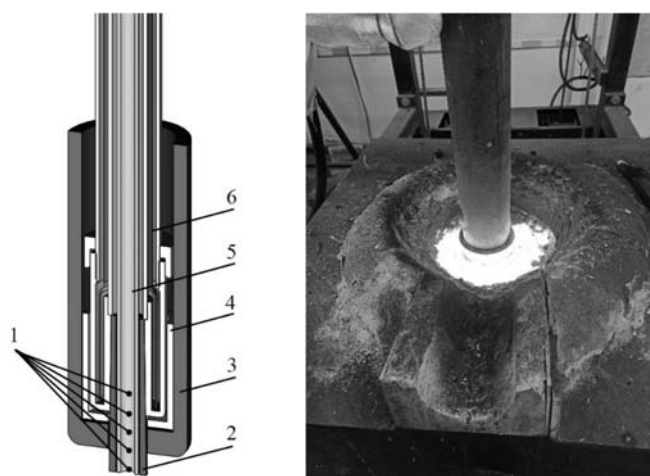


Рис. 3. Кристаллизатор установки непрерывного литья вверх и рабочий момент экспериментальной установки

Получены опытные партии алюминиевой катанки, которые прошли успешные испытания на действующем производстве ООО «ПО «Энергокомплект». Реализован договор на разработку и поставку промышленного оборудования для непрерывного литья вверх алюминиевой катанки диаметром 9,5 мм для ООО «ПО «Энергокомплект». Разработана литейная технология получения материалов с макрогетерогенной структурой на основе цветных металлов с высокими функциональными свойствами.

*В области термической обработки и упрочнения сталей и сплавов* Объединенным институтом машиностроения НАН Беларуси установлены зависимости, связывающие конструктивно-технологические параметры процесса электрофрикционного плакирования гибким инструментом (ЭФПИ) и тепловое состояние материала покрытия и контактирующего с ним ворса щетки, отличающиеся от известных учетом дополнительного тепла, возникающего от электрического тока (рис. 4).

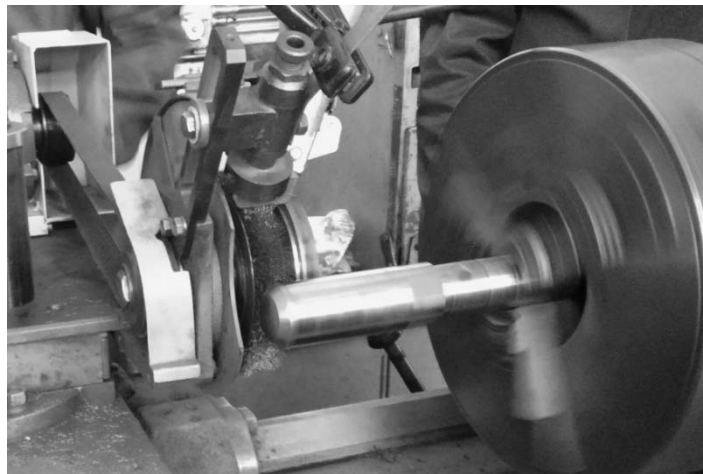


Рис. 4. Процесс нанесения покрытия на плунжер

Разработаны методика выбора экономнолегированной конструкционной стали для высоконапряженных зубчатых колес регламентированной долговечности, конструкторская документация индукционного нагревателя и технологический процесс применительно к изготовлению изделий типа ножей кормоуборочной техники. Проведены испытания экспериментальных образцов деталей на соответствие устойчивости к ударным нагрузкам и абразивному изнашиванию. Выполнено технологическое обоснование снижения деформаций и остаточных напряжений после термической обработки мало жестких деталей типа дисков и валов с использованием динамической стабилизации на основе знакопеременного циклического нагружения.

*В области обработки металлов давлением* Объединенным институтом машиностроения НАН Беларуси выполнено технологическое обоснование снижения деформаций и остаточных напряжений после термической обработки мало жестких деталей типа дисков и валов с использованием динамической стабилизации на основе знакопеременного циклического нагружения. Технологическое обоснование снижения деформаций и остаточных напряжений

маложестких деталей типа дисков и валов позволяет для такого типа деталей аналитическим путем определять режимы циклического знакопеременного нагружения и по расчетным параметрам этого нагружения с учетом конструктивных особенностей проектировать установки для реализации динамической стабилизации без проведения длительного и затратного цикла экспериментальных исследований.

Гомельским государственным техническим университетом имени П. О. Сухого разработана численная модель редуцирования горячедеформированных бесшовных стальных труб, позволяющая производить оценку напряжённо-деформированного, теплового состояния заготовки в процессе прокатки. Определено влияние деформационных режимов редуцирования на распределение напряжений, возникающих в заготовке в процессе прокатки, и степень неравномерности деформации стенки получаемого трубного профиля.

Физико-техническим институтом НАН Беларуси спроектирован инструмент для производства заготовок рабочих элементов шаровых мельниц из бывших в употреблении железнодорожных рельсов методом продольной прокатки (рис. 5).

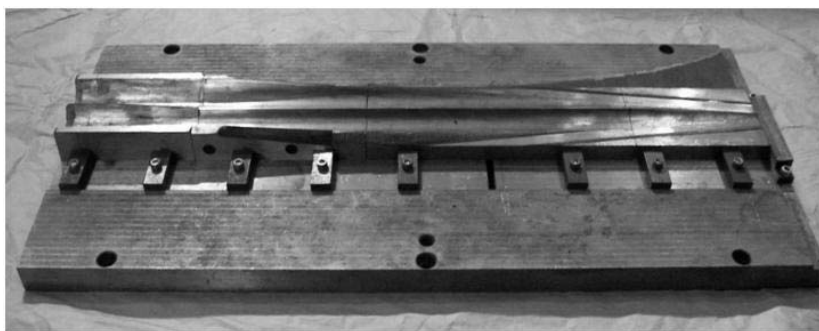


Рис. 5. Инструмент для поперечно-клиновой прокатки шаров

Разработана технология получения шаров для помола из бывших в употреблении железнодорожных рельсов методами прокатки для ОАО «Кобринский инструментальный завод «СИТОМО».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Витязь, П. А.** Исследования в области металлургических переделов, выполненные в рамках подпрограммы «Металлургия» в 2011–2015 годах. Ч. 1. Разработки в области литья и металлургии железоуглеродистых и цветных металлов и сплавов / П. А. Витязь, А. А. Шипко, А. В. Толстой // Металлургия в машиностроении Беларуси: итоги и перспективы научного обеспечения: сб. ст. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 308–324.
2. **Витязь, П. А.** Исследования в области металлургических переделов, выполненные в рамках подпрограммы «Металлургия» в 2011–2015 годах. Ч. 2. Результаты в области термической обработки и обработки металлов давлением / П. А. Витязь, А. А. Шипко, А. В. Толстой // Металлургия в машиностроении Беларуси: итоги и перспективы научного обеспечения: сб. ст. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 330–355.