

Рисунок 3 (окончание) – Диаграммы зависимости изменения передаточного отношения U_{31} от длины кривошипа, за один оборот при φ_1 , равном 195° (а) и 285° (з)

При проведении расчетов длинам звеньев были присвоены следующие численные значения: $l_0 = 315$ мм, $l_3 = 525$ мм, $l_4 = 350$ мм.

Список литературы

- 1 Optimization of the operation of the mechanism of the cross planer / Sh. Mamayev [et al.] // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Vol. 401.
- 2 Mathematical modeling of torsional vibrations of the wheel-motor unit of mains diesel locomotive UZTE16M / Sh. Mamayev [et al.] // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Vol. 401.
- 3 Avdeeva, A. Two-axle bogie vibration damping system with additional damping elements / A. Avdeeva, G. Khromova, D. Radjibaev // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Vol. 365.
- 4 Ablyalimov, O. Logistic indicators of locomotives of diesel traction in Marokand-Kattakurgan section of Uzbek railway / O. Ablyalimov, A. Avdeyeva // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Vol. 410.

УДК 669.621.74

ТЕХНОЛОГИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ В КОВШЕ ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Н. К. ТУРСУНОВ, У. Т. РАХИМОВ, Т. Т. УРАЗБАЕВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Новый машиностроительный материал – высокопрочный вязкий чугун с шаровидным графитом – сочетает в себе прочность стали с технологичностью и удобством производства чугунных отливок. Этот материал способен заменить стальное литье, поковки, ковкий чугун и цветные сплавы. Использование его вместо серого и модифицированного чугуна повышает эксплуатационную надежность и долговечность деталей машин, а в некоторых случаях позволяет уменьшить их сечение и вес. Производство высокопрочного чугуна достигается за счет модификации жидкого сплава магнием или церием. Хотя магний уступает церию по технологическим свойствам, его более низкая стоимость обеспечивает ему широкое применение в промышленности.

Для проведения десульфурации чугуна использовался комплексный модификатор Refloy®FM (брикет размером 30×60 мм), производимый НПП «Технология». Химический состав этого модификатора Refloy®FM приведен в таблице 1, где указаны основные элементы и их концентрации, обеспечивающие эффективное снижение содержания серы в чугуне, а также улучшение механических свойств и структуры сплава после обработки.

Для производства отливок из чугуна с шаровидной формой графита на дно ковша добавляют модификатор Сферомат®620L фракции 1,0–10,0 мм, который служит для сфероидизации графита. Чтобы устранить цементит и добиться равномерной структуры по всему сечению отливок, рекомендуется использовать модификатор SIBAR®4 для ранней графитизации. Дополнительно для поздней графитизации вводится INOCSIL SM80 в виде вставки. Такая комбинация модификаторов обеспечивает оптимальные условия для формирования структуры чугуна с улучшенными механическими свойствами и однородностью.

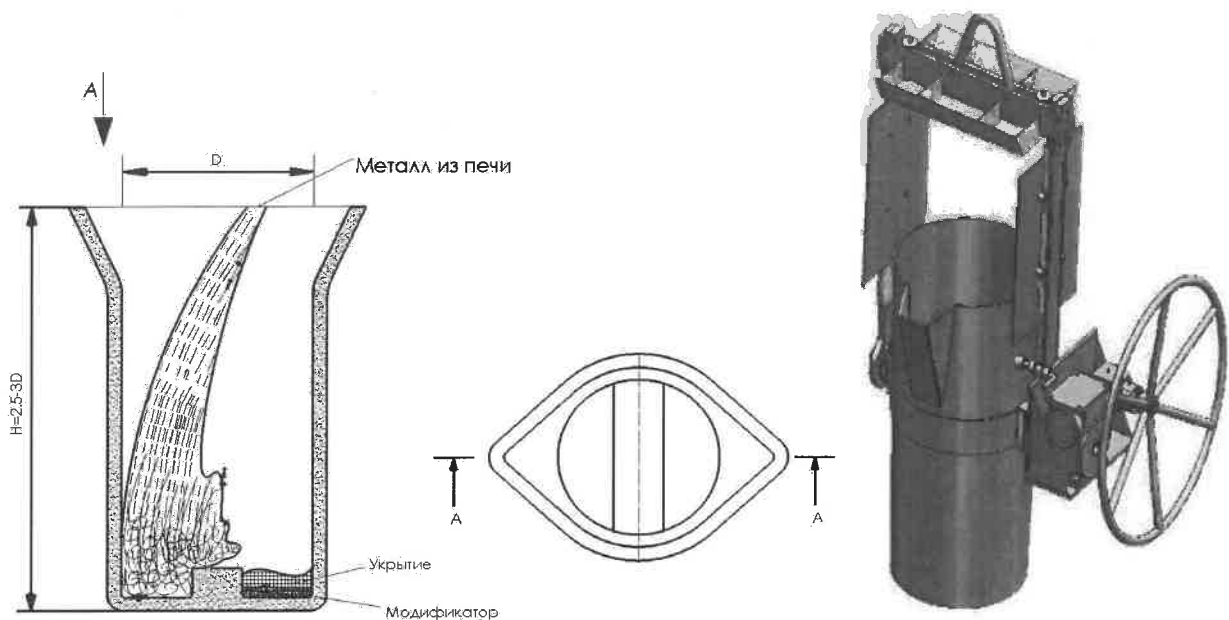


Рисунок 1 – Эскиз варианта ковша для обработки расплава по технологии «сэндвич-процесс» с использованием комплексных модификаторов на железокремнистой основе

Эти материалы обеспечивают стабильное получение чугуна с шаровидной формой графита методом ковшевого модифицирования. Химический состав модификаторов представлен в таблице 1, где указаны основные компоненты и их концентрации, влияющие на процессы модификации и сфероидизации графита. Такой подход позволяет достичь высоких эксплуатационных характеристик отливок и улучшить их механические свойства.

Таблица 1 – Химический состав модификаторов

Марка модификатора	Массовая доля основных элементов, %						
	Mg	Al	Si	Ca	Ba	La	Fe
Сферомар®620L	5,7–6,5	0,6–1,2	44,0–49,0	1,6–2,5	–	0,35–0,6	ост
SIBAR®4	–	1,0–2,0	65,0–75,0	0,8–1,5	3,5–5,0	–	ост
INOC SIL SM180	–	3,2–4,5	70,0–78,0	0,3–1,5	–	–	ост

Для получения отливок из чугуна с шаровидным графитом применяется технология ковшевого модифицирования «сэндвич-процесс», которая позволяет достигать стабильных результатов модификации при минимальных расходах модификаторов.

Оптимальные результаты модифицирования достигаются в специализированном обработочном ковше, который отличается от традиционных литейных ковшей своей геометрией и наличием реакционной камеры в нижней части (см. рисунок 1). При использовании поворотного ковша объемом 0,5 тонны необходимо придерживаться следующей технологии: дно ковша должно быть оборудовано огнеупорной перегородкой, разделяющей его на две камеры: реакционную и приемную для металла.

Результаты механических испытаний образцов высокопрочного чугуна марки ВЧ50 приведено в таблице 2. Структурный анализ высокопрочного чугуна марки ВЧ50 с шаровидной формой графита представлен на рисунке 2.

Таблица 2 – Результаты механических испытаний образцов высокопрочного чугуна

Контролируемый параметр	Пункт по НД	Нормированное значение, МПа	Номер образца	Фактическое значение параметров
Растяжение: временное сопротивление	ГОСТ 7293-85 п. 2.1	Не менее 500 до 650	1	575, МПа, U ± 0,264 %
			2	602, МПа, U ± 0,264 %
			3	595, МПа, U ± 0,264 %
			4	606, МПа, U ± 0,264 %
			5	635, МПа, U ± 0,264 %

Как видно из таблицы 2, комплексное модифицирование повысило механические свойства временного сопротивления на 7–21 % по сравнению с нормативными данными.

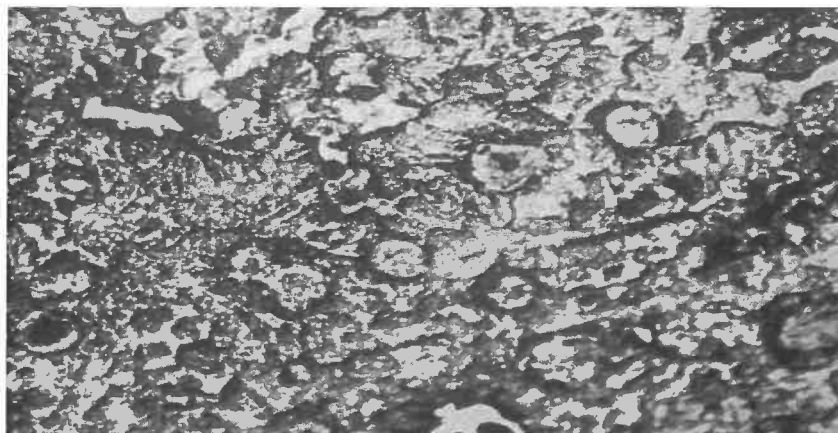


Рисунок 2 – Микроструктура высокопрочного чугуна

Как видно из рисунка 2, высокопрочный чугун марки ВЧ50, модифицированный с использованием Сферомаг®620L, SIBAR®4 и INOCSIL SM180, обладает мелкодисперсной структурой с шаровидной формой графита, что подтверждается представленными данными.

Микроструктурный анализ металла комплексно модифицированных образцов показал наличие мелкодисперсной структуры с шаровидной формой графита. Результаты испытаний подтвердили целесообразность совместного использования модификаторов Сферомаг®620L, SIBAR®4 и INOCSIL SM180 для улучшения свойств чугуна.

Список литературы

- 1 Турсунов, Н. К. Разработка эффективной технологии получения синтетического чугуна в индукционной тигельной печи / Н. К. Турсунов, Ш. П. Алимухамедов, О. Т. Тоиров // *Universum: технические науки: электрон. науч. журн.* – 2022. – 6 (99). – С. 30–33.
- 2 Rakhimov, U. T. Improvement of production technology for spheroidal graphite cast iron with increased strength / U. T. Rakhimov, N. K. Tursunov, S. E. Tursunov // *American Institute of Physics Conference Series.* – 2024. – Vol. 3045, no. 1.

УДК 669.18

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Н. К. ТУРСУНОВ, О. Т. ТОИРОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Современные железнодорожные системы сталкиваются с рядом вызовов, включая необходимость повышения надежности, безопасности и экологической устойчивости. Применение полимерных материалов становится важным аспектом, способствующим решению этих проблем. Полимеры, благодаря своим уникальным свойствам, активно внедряются в различные области железнодорожного транспорта.

Цель данного исследования заключается в анализе применения полимерных материалов в железнодорожной отрасли и оценке их влияния на эксплуатационные характеристики подвижного состава и инфраструктуры. Основные задачи включают изучение свойств полимеров, их применения в конструкции вагонов, системах изоляции, уплотнительных элементах и защитных покрытиях.

В ходе исследования будут использованы методы анализа литературы, экспериментальные методы для тестирования полимеров, а также сравнительный анализ существующих решений в области применения полимеров на железной дороге. Полимерные материалы, такие как полиэтилен, полипропилен, полиуретаны и композиты, обладают высокими прочностными и изоляционными характеристиками (таблица 1, рисунок 1). Эти материалы активно используются для изоляции электрических систем, создания уплотнителей и защиты конструкций от коррозии. Кроме того, внедрение би-