

СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОТИВОПРИГАРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Тихонов Н.Ф.

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Чебоксары

Ключевые слова: структура материалов, формовочные материалы, противопригарные покрытия, адаптация материалов, металл, отливки.

Аннотация. Рассмотрено совместное применение как традиционных, так и современных методов исследования формовочных материалов, что позволит более глубоко понять механизмы взаимодействия между формовочными материалами и жидким металлом. Работа направлена на комплексное исследование методов и технологий, связанных с формовочными материалами и противопригарными покрытиями, что позволит внести значительный вклад в развитие данной области и повысить эффективность производственных процессов в металлургии и смежных отраслях.

JOINT APPLICATION OF METHODS FOR THE STUDY OF MOLDING MATERIALS FOR THE CREATION OF NON-STICK COATINGS

Tikhonov N.F.

I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Keywords: structure of materials, molding materials, non-stick coatings, adaptation of materials, metal, castings.

Abstract. The joint application of both traditional and modern methods of molding materials research is considered, which will allow for a deeper understanding of the mechanisms of interaction between molding materials and liquid metal. The work is aimed at a comprehensive study of methods and technologies related to molding materials and non-stick coatings, which will make a significant contribution to the development of this field and increase the efficiency of production processes in metallurgy and related industries.

Введение

Современная промышленность, особенно в области металлургии и машиностроения, сталкивается с множеством вызовов, связанных с качеством и эффективностью производственных процессов. Одним из ключевых аспектов, влияющих на успешность литья, является выбор и применение формовочных материалов. Эти материалы играют решающую роль в создании отливок, обеспечивая не только их геометрическую точность, но и качество поверхности. В последние годы наблюдается растущий интерес к разработке и внедрению противопригарных покрытий, которые способны значительно улучшить эксплуатационные характеристики формовочных материалов и, как следствие, повысить качество готовой продукции [1-3].

Теоретические основы исследования формовочных материалов

В процессе разработки противопригарных покрытий для формовочных материалов важно учитывать теоретические основы, которые лежат в основе их взаимодействия с другими компонентами и окружающей средой. Эти

теоретические положения обеспечивают понимание механики прокатки, отливки и затвердения, а также факторов, способствующих образованию пригаров. Понимание этих основ критично, так как они влияют на состав формовочных смесей и параметры их использования.

Формовочные материалы состоят из множества компонентов, и каждый из них вносит свой вклад в конечные характеристики конечного продукта. Например, различные типы песка, связующих веществ и добавок могут менять текучесть, прочность и термическую стойкость формовочной смеси. На молекулярном уровне важно изучать распределение частиц, их форму, а также взаимодействие между ними. Это помогает определить, какие добавки могут значительно улучшить свойства формовочных смесей, а какие могут негативно сказаться на их функционировании.

Программное моделирование, основанное на физико-химических принципах, играет важную роль в прогнозировании поведения формовочных материалов при их нагревании и воздействии жидкого металла. Модели, основанные на термодинамических данных и кинетике реакций, позволяют исследовать, как различные температурные режимы, скорость литья и состав влияют на образование пригаров. Это открывает новые горизонты для детального понимания процессов, происходящих во время литья.

При проведении исследовательских работ крайне важно применять как стандартизованные, так и современные методы анализа [4]. Стандартизованные методы, такие как тесты на прочность и термостойкость, позволяют получить сопоставимые данные, что значительно облегчает анализ результатов. Напротив, использование современных методов, таких как сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская дифракция и атомно-силовая микроскопия, позволяет детально изучать микро- и наноуровни структуры формовочных материалов и половинок покрытия. Эти методы помогают выявить не только основные характеристики, но и скрытые дефекты, которые могут влиять на свойства готовой отливки. При контакте с металлом могут происходить сложные химические реакции, которые приводят к образованию оксидов и других соединений. Эти реакции могут не только ухудшить качество отливки, но и привести к возникновению пригаров. Есть необходимость разработать специальный подход для улучшения интерфейса между формовочным материалом и расплавленным соединением, для чего применяются различные модификаторы и добавки.

Анализ структуры формовочных материалов и процессов, происходящих на границе раздела "металл – форма", открывает путь к более эффективным способам преодоления распространенных проблем, связанных с пригаром. Дополнительные исследования межфазных взаимодействий помогут в создании новых типов противопригарных покрытий. Комбинирование слоев различной природы может оказаться полезным для улучшения термической и химической стабильности форм. С точки зрения энергетических затрат, использование оптимальных формовочных материалов и противопригарных добавок значительно влияет на экономическую эффективность производственного процесса. Правильный выбор ингредиентов позволяет сократить не только время,

необходимое для обработки форм, но и снизить расходных материалов за счет более высокой цикличности литья. Тем самым, интегрированные подходы к созданию покрытий способны значительно удешевить производственные затраты. Научные исследования в этой области постоянно развиваются, и внедрение новых технологий и методик анализа открывает перспективы для значительного улучшения качества формовочных материалов. Результаты, полученные в ходе таких исследований, могут привести к созданию признанных на международном уровне стандартов, позволяющих обеспечить высокое качество готовой продукции.

Методы исследования формовочных материалов

Изучение формовочных материалов включает в себя разнообразные методы, направленные на оценку их состава, свойств и поведения в процессе литья. Важность выбора верных методик обусловлена тем, что именно они определяют качество получаемых отливок, что напрямую связано с дальнейшими эксплуатационными характеристиками конечной продукции.

Проведение характеристик формовочных материалов начинается с их компоновки и анализа. В первую очередь, используются стандартизированные методы, такие как испытание на прочность, определение влажности и пористости. Эти параметры служат основой для характеристики формовочных смесей, так как от них зависит прочность формы, а значит, и качество отливки. Водоудерживающая способность формовочных материалов может быть изучена с использованием методики, основанной на капиллярном всасывании. Это позволяет получить данные о том, насколько эффективно материал удерживает влагу, что критично для процессов, связанных с формовкой.

Современные методы, такие как компьютерная томография, спектроскопия и рентгеновская флуоресценция, открывают новые горизонты для исследований. Визуализация внутренней структуры материалов с помощью томографии позволяет увидеть распределение частиц и наличие дефектов. Эта информация важна для понимания того, как различные компоненты влияют на характеристики готовой формы. Если стандартные методы могут дать только общее представление о макроструктуре, то современные технологии позволяют оценивать и микроархитектуру формовочных материалов.

Важным аспектом является взаимодействие всех компонентов формовочной смеси, включая связующие и заполнители. Методика реологического анализа позволяет оценить вязкость и текучесть смеси, во многом определяющие процесс литья. Использование реометров помогает в прояснении поведения смесей при различных условиях, что является критически важным при получении однородных и качественных отливок.

Необходимо учитывать аспекты термической устойчивости и повышения огнеупорности, что требует применения термографического анализа. Этот метод обеспечивает данные о температурных интервалах перехода, что имеет значение для выбора формовочного материала в зависимости от конкретных условий работы. Свойства, такие как теплопроводность, могут также быть определены с помощью дифференциального сканирующего калориметра. При исследовании противопожарных покрытий особое внимание уделяется их адгезии к

формовочным материалам. Способы анализа адгезии включают механические испытания на сдвиг и отрыв, что позволяет точно определить поведение покрытия под воздействием различных нагрузок. Также следует применять методы, направленные на определение устойчивости покрытий к высоким температурам, что позволит оценить их эффективность в реальном производственном процессе. Другим важным аспектом является оценка водоотталкивающих свойств. Широко применяются методы, основанные на капиллярных исследованиях и других тестах на гигроскопичность. Подобные испытания необходимы для понимания того, насколько качественно покрытие предотвращает пригар, особенно при контакте с расплавленным металлом.

Классификация формовочных материалов по их составу и назначению дает возможность применять более целевые подходы в сравнении методов. При проведении исследований стоит обращать внимание на то, как различные компоненты и добавки влияют на общую эффективность формовочной смеси, включая химические и физико-механические свойства. Установление корреляции между составом и качеством отлива позволяет вести более направленные исследования.

Также актуальным остается вопрос разработки новых методов, которые учитывали бы современные тренды и достижения в области материаловедения. Подходы, основанные на машинном обучении и обработке больших данных, становятся все больше частью научных исследований и могут обеспечить более точные прогнозы и оптимизации свойств формовочных материалов. Это подразумевает не только поиск новых ингредиентов, но и оценку их воздействия на комплексную производительность. Сравнительный анализ традиционных методов вместе с современными технологиями дает возможность более глубоко понять процессы, связанные с формовочными материалами, и создавать более эффективные противопопригарные покрытия. Так, синергия старых и новых подходов является оптимальным путем к улучшению качества формовочных изделий и повышению долговечности форм.

Таким образом, применение совместных методов исследования позволяет не только повысить качество формовочных материалов, но и освежить саму концепцию производства, интегрируя новейшие достижения в области гармонизации старых и новых подходов.

Адаптация формовочных материалов к типам отливок

При создании эффективных противопопригарных покрытий для формовочных материалов важным аспектом является их адаптация к различным типам отливок. Четкое понимание этого процесса позволяет не только повысить качество производимой продукции, но и оптимизировать процессы литья. Разные типы отливок требуют использования специфических формовочных материалов, которые должны учитывать характеристики самих материалов, параметры заливки и механические свойства готовых изделий.

В первую очередь стоит рассмотреть физико-химические свойства формовочных материалов. Например, различные композиции могут изменять свои характеристики в зависимости от температуры плавления базового металла, что в свою очередь сказывается на выборе формовочного песка и его добавок.

При получении отливок из цветных металлов, таких как алюминий, значительно более важна теплостойкость формовочного материала, в то время как для чугунных отливок определяющим фактором может стать механическая прочность как самого материала, так и его вновь составленного покрытия [5, 6].

При разработке противопригарного покрытия необходимо также учитывать влияние геометрии отливок. Например, сложные формы могут требовать создания многослойных покрытий, которые обеспечат равномерное распределение тепла и защиту от пригорания даже в труднодоступных местах. Это потребует применения адаптированных методов исследования формовочных материалов, которые позволят точно анализировать поведения покрытий при различных условиях эксплуатации.

Особое внимание следует уделить взаимодействию формовочного материала с жидким металлом. Физические процессы, которые происходят на границе раздела, имеют первостепенное значение для предотвращения пригорания. Одним из методов, позволяющих исследовать это взаимодействие, является использование современных оптических и электронных микроскопических техник для оценки структуры покрытий на микроуровне. Анализ распределения пор, трещин и других дефектов позволяет оптимизировать состав формовочных смесей и разработать новые технологии их обработки.

Кроме того, влиянием на свойства конечного покрытия обладает использование высокоогнеупорных порошков, которые добавляются в основу формовочных материалов. Эти порошки способны существенно улучшить термостойкость и механическую прочность формовки. В процессе адаптации к различным типам отливок необходимо учитывать их совместимость с остальными компонентами формовочной смеси и возможность использования в условиях имеющихся производственных технологий. Причины пригорания могут быть многогранными, и для их устранения требуется комбинированный подход, включающий как традиционные методы исследований, так и новые технологии. Важным аспектом является соблюдение заданных режимов литья и оптимизация процесса охлаждения. Вариации в этих параметрах могут приводить к нестабильности процесса и, как следствие, ухудшению качества отливок. Так, для народных чугунов, где давление заливки невысокое, важно устанавливать четкие параметры и контролировать их на протяжении всего процесса.

Применение методов численного моделирования для анализа тепловых потоков и распределения напряжений в формовочных материалах позволяет значительно сократить время на проведение экспериментов и повысить их воспроизводимость. Это также дает возможность предсказать потенциальные проблемы и заранее предусмотреть их решение. Важно, чтобы в исследованиях учитывались не только текущее состояние формовочного материала, но и его поведение на всех стадиях процесса отливки.

Итак, адаптация формовочных материалов к различным типам отливок требует комплексного и многоуровневого подхода. Использование как традиционных, так и современных методов дает возможность создать надежные противопригарные покрытия, которые отличаются высокой прочностью и стабильностью в условиях интенсивного механического и термического

воздействия. Чем лучше удастся реализовать процесс подбора формовочных материалов под конкретные условия отливки, тем выше будут результаты как в производительности, так и в истинном качестве финальных изделий.

Список литературы

1. Илларионов И.Е., Стрельников И.А. О применении теплоизоляционных металлофосфатных смесей / И. Е. Илларионов // Литейное производство. – 2015. – № 7. – С. 14-16.
2. Понамарева Т.Б. Исследование физико-химических свойств противопопригарной краски для стального литья // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 76-й международной научно-технической конференции. Том 2. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2018. – С. 27.
3. Патент №2187404 С1 РФ. Состав для изготовления литейных форм / И.Е. Илларионов, И.А. Стрельников, С.И. Никитин, В.И. Булкин, В.Г. Владимиров, В.Н. Ермаков, С.Ю. Оньков. – Заявка №2001117708 от 25.06.2001; опубл. 20.08.2002.
4. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. – 304 с.
5. Илларионов И.Е., Стрельников И.А., Соколов Е.С. Теплоизоляционные металлофосфатные смеси, обладающие экзотермическим эффектом // Проектирование и перспективные технологии в машиностроении и металлургии: материалы II-ой Республиканской научно-практической конференции. – Чебоксары: ЧГУ им. И.Н. Ульянова, 2016. – С. 74-80.
6. Илларионов И.Е., Стрельников И.А., Королев А.В. Об особенностях применения металлофосфатных смесей // Литейное производство. – 2016. – № 6. – С. 5-7.

Сведения об авторе:

Тихонов Николай Федорович – старший преподаватель кафедры робототехники и прикладной механики.