

AP15473207 «Разработка технологии изготовления бездефектных гомогенных отливок литьем по газифицируемым моделям» - н.р. Ковалёва Т.В.

Актуальность:

В нашей стране используется ряд способов литья: литье в песчано-глинистые формы, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением. Одним из наиболее распространенных и перспективных способов является литье по газифицируемым моделям (ЛГМ). Следует стремиться к уменьшению удельного расхода отливок на производство промышленной продукции. Применение литья по газифицируемым моделям ведет к возрастанию геометрической и размерной точности отливок, металлоемкость снижается, расходы металла и себестоимость – уменьшаются. Расходы на механическую обработку при изготовлении отливок с использованием ЛГМ снижаются примерно на 25% и более в связи с исключением сложной обработки внутренних поверхностей; во многих случаях механическая обработка отливок может быть полностью устранена или сведена до минимума, поэтому зачистка отливок упрощается и выполняется быстрее. Реализация проекта позволит в дальнейшем коммерциализировать полученные результаты на производстве, например, на предприятиях ТОО «Корпорация «Казахмыс», ТОО «КМЗ им. Пархоменко» и др.

Цель проекта: получение плотных и однородных по составу и структуре отливок с низкой себестоимостью с перспективами дальнейшей коммерциализации.

Достигнутые результаты:

За 2022г. Подобраны оптимальные режимы выплавки отливок методом ЛГМ. Определено, что скорость заливки должна быть в пределах 20-30 секунд. Температура заливки в пределах 1550-1650 градусов, высота заливки составляет 50-100мм.

Проведен анализ современного состояния вопроса режимов выплавки отливок при ЛГМ в мировой практике. Выявлено, что литье по газифицируемым моделям является одним из перспективных методов получения отливок, по сравнению с более традиционными литьем в песчано-глинистые и песчано-смоляные формы, имеет ряд преимуществ, например, таких как минимальная механическая обработка готовых изделий и высокое качество поверхности отливок.

Сущность процесса ЛГМ состоит в переходе пенополистироловой модели при заливки ее расплавленным металлом в газообразное состояние и последующим отвердеванием отливки в опоке.

Так как в результате заливки образуются продукты газификации модели, которые при неправильном отводе газов, могут негативно сказаться на качестве отливки, необходимо пристальное внимание уделять составу модели, режиму заливки и способу вакуумирования опоки.

На качество отливки влияют такие параметры режима выплавки как способ заливки, скорость заливки и жидкотекучесть и температура расплава, а также режим вакуумирования опоки.

Проведен литературный анализ современного состояния вопроса режимов выплавки отливок литьем по газифицируемым моделям (ЛГМ) в мировой практике и обзор факторов влияния технологических режимов и состава модели на структуру и свойства отливок при литье по газифицируемым моделям.

Анализ литературных источников подтвердил, что на качество отливки существенное влияние оказывают следующие параметры процесса: значимым параметром режима заливки является температура, она оказывает влияние на конечную структуру затвердевшей отливки. Увеличение температуры заливки ведет к снижению качества отливки, так как происходит увеличение пористости и возрастает балл первичного зерна. В свою очередь, при снижении температуры заливки уменьшается жидкотекучесть расплава, что тоже является негативным фактором при заливке. Необходимо найти ту температуру расплава при заливке, которая обеспечит баланс между этими параметрами процесса.

В результате заливки формы расплавом происходит газификация (выгорание) модели. Модель должна обладать такой плотностью, которая будет позволять достаточно

быстро и полностью перейти ей в газообразное состояние и не оказывать негативного влияния на скорость заливки и течение расплава. Кроме того, следует стремиться к минимальному зольному остатку модели, чтобы величина пригара была минимальной.

Еще одним фактором, который оказывает влияние на качество отливки, является противопригарное покрытие, которое наносится на модель с целью снижения взаимодействия на границе «отливка-форма». Такое покрытие должно обладать толщиной, которая обеспечит минимальное взаимодействие между расплавом и песком, но при этом газопроницаемость данного покрытия должна обеспечивать равномерный отход газов через него, чтобы при затвердевании отливки в ней не образовывались дефекты газового характера.

Составлена матрица экспериментов для достижения исследуемых задач.

Математическое планирование и обработка результатов эксперимента проведены по методике Малышева В.П..

За 2023г. Подобран комплексный состав пенополистироловой модели с использованием гранул литейного и строительного полистирола. Будут определены оптимальные газопроницаемость и плотность модели для обеспечения плотной однородной структуры формирующейся отливки.

Подобран состав и выбраны режимы нанесения на пенополистироловую модель противопригарной краски для исключения пригара с соблюдением необходимой газопроницаемости, опубликована статья в журнале из базы КОКСОН.

Подобраны технологические режимы изготовления и использования газифицируемой модели и противопригарной краски.

Опубликована 1 статья в журнале, имеющем процентиль по CiteScore в базе данных Scopus 64.

Получен 1 патент РК на полезную модель.

За 2024г. Выбраны режимы заливки: температура заливки стальных образцов, высота заливки, гидростатический напор с целью оптимизации скорости и полноты выгорания пенополистироловой модели.

Определено, что с точки зрения формирования наиболее благоприятной структуры (гомогенной бездефектной, с минимальной глубиной науглероживания поверхности) важен комплексный подход к заливке стальных отливок. Температура заливки составляет 1640-1680 °С, скорость заливки составляет 1-2 см/с, при использовании инокуляторов из того же материала, что и заливаемый расплав, в модели их размер должен составлять порядка 120-150 мкм. При этом наблюдается полное равномерное расплавление инокуляторов и полное выгорание полистироловой модели с удалением продуктов сгорания в корковый слой отливки.

Опубликовано 2 статьи в журнале из базы КОКСОН:

Выбраны режимы вакуумирования формы во взаимосвязи с газопроницаемостью и скорости отсасывания образующихся газов.

Определено, что наиболее оптимальным режимом вакуумирования точки зрения удаления продуктов деструкции полистироловой модели является величина 30-40 кПа. Также в промышленных условиях доказано, что технологически важно газовые каналы располагать не только на дне опоки, но, и на ее боковых стенках. Брак отливок в такой конструкции опок снизился до 2-3%.

Опубликована 1 статья в журнале Q2 по импакт-фактору в базе данных Web of Science.

Опубликована 1 монография; Ковалёва Т.В. О возможности применения моделей комплексного состава для получения отливок литьем по газифицируемым моделям. - Караганда: Colibri, 2024. - 96 с.

Защищена диссертация «Исследование и разработка технологии изготовления сложных высокоточных отливок литьем по газифицируемым моделям», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по ОП 8D07203 «Металлургия» (Приказ председателя Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан № 1117 от 28.11.2024 года «О присуждении степени»).

В рамках проекта разработаны и внедрены оптимальные технологические режимы для получения отливки «Колесо ходовое» методом литья по газифицируемым моделям (ЛГМ).

Подготовлена технологическая карта, проведены производственные испытания, что подтверждено актом внедрения на ТОО «КМЗ имени Пархоменко».

Для отливки «Колесо ходовое» установлены следующие параметры:

- Материал: сталь 80ГСЛ;
- Температура заливки: 1530–1580°C;
- Скорость заливки: 0,5 кг/сек;
- Время заливки: 1 мин;
- Время выдержки: 18 часов.

Для изготовления модели использовались:

- Состав: 40% ППС-20, 60% ПСВ-1Л с добавлением инокуляторов до 1,5% от массы модели;
- Краска: песок марки 1К02А (35%), цирконовый песок (15%), гидролизный спирт (47%), поливинилбутираль (3%), нанесение до толщины 1,5 мм;
- Наполнитель опоки: песок марок 1К02 (70%) и 1К016 (30%).

Экспериментально подтверждено, что применение комплексного полистирола для отливок из стали 35Л позволяет снизить глубину науглероживания, улучшить качество поверхности и повысить жидкотекучесть расплава при повышении температуры заливки до 1550°C.

Анализ результатов показал, что применение инокуляторов в ЛГМ снижает суммарный процент брака до 0,8%, что значительно ниже показателей при традиционном методе (1,4%).

Опубликована монография:

- Ковалёва Т.В. «О возможности применения моделей комплексного состава для получения отливок литьем по газифицируемым моделям». Караганда: Colibri, 2024. 96 с. ISBN 978-601-08-4513-8.

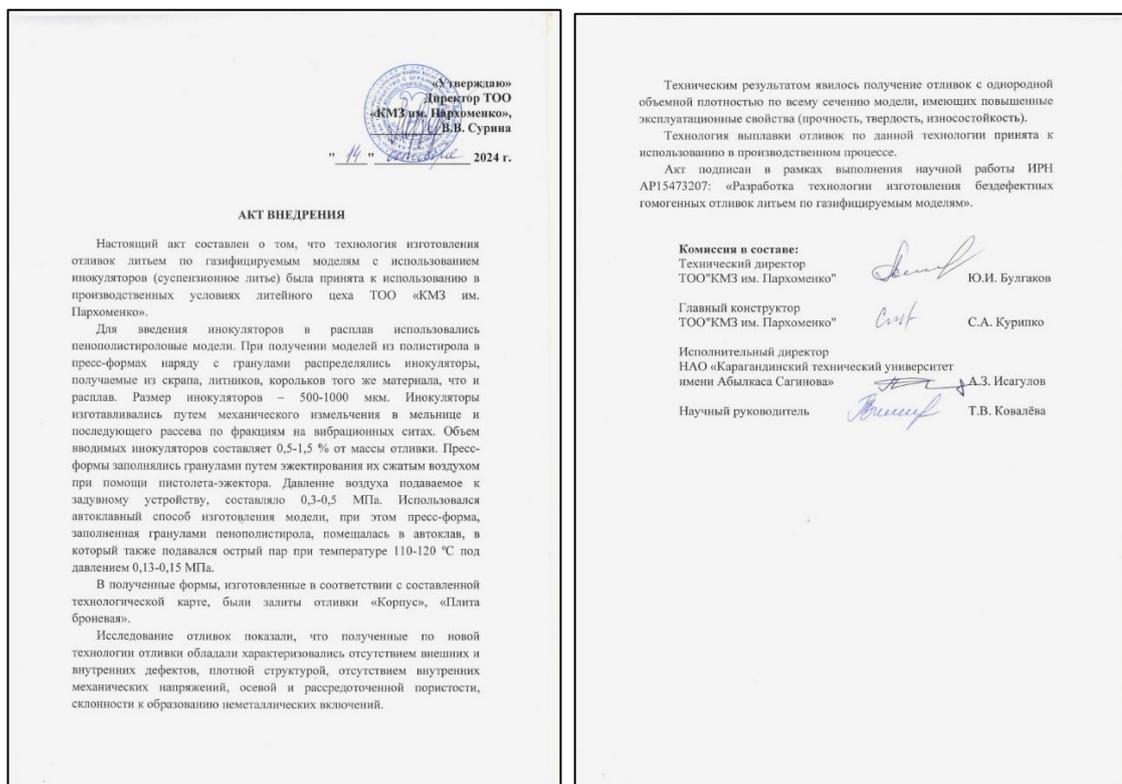


Рисунок 1 - Акт внедрения

Исследовательская группа

1. Ковалёва Татьяна Викторовна – науч. рук., магистр, преподаватель
Индекс Хирша - 4
ORCID 0000-0002-1186-1805

Researcher ID A-2567-2017
Scopus ID 57211297553
SPIN-код: 6151-2800

2. Исагулов Аристотель Зейнуллинович – научный консультант, д.т.н., проф., исполнительный директор НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»

Индекс Хирша - 8
ORCID 0000-0003-2174-9072
Researcher ID C-7415-2016
Scopus ID 57211295299
SPIN-код: 3643-2646

Список публикаций

Ковалёва Т.В., Исагулов А.З. // Исследование возможности применения моделей комплексного состава в технологии литья по газифицируемым моделям // *Труды университета*, №2, 2023г., с. 85-88 (DOI 10.52209/1609-1825_2023_2_85)

Tatyana Kovalyova, Yevgeniy Skvortsov, Svetlana Kvon, Michot Gerard, Aristotle Issagulov, Vitaliy Kulikov and Anna Skvortsova // Titanium Carbide and Vibration Effect on the Structure and Mechanical Properties of Medium-Carbon Alloy Steel // *Coatings* 2023, 13, 1135. (<https://doi.org/10.3390/coatings13071135>)

Патент РК на полезную модель №8240 «Способ изготовления газифицируемой модели из полистирола», бюл. №37 от 15.09.2023 г.

Ковалёва Т.В., Исагулов А.З. // Исследование глубины науглероживания стальных отливок, полученных литьем по газифицируемым моделям // *Литейное производство*, №3, 2024г., с. 20-22

Kovalyova T.V., Issagulov A.Z. // Studying the Depth of Carbonifying Castings Obtained by the Lost Foam Casting Method with a Complex Polystyrene Composition // *Material and Mechanical Engineering Technology*, №1, 2024., p. 9-14 (DOI 10.52209/2706-977X_2024_1_9)

Kovalyova, T.; Issagulov, A.; Kovalev, P.; Kulikov, V.; Kvon, S.; Arinova, // Structural Anisotropy Parameters' Effect on the Low-Temperature Impact Strength of Alloy Steels in Rolled Products // *Metals* 2023, 13, 1157. (<https://doi.org/10.3390/met13071157>), Q2.

Информация для потенциальных пользователей:

Полученные результаты могут быть реализованы в заготовительных цехах машиностроительного производства, теоретические и практические результаты данной работы могут быть использованы в литейном производстве, а также в учебных целях.

Область применения: литейные цеха машиностроительных заводов

Дата обновления информации: 08.11.2024 г.