

М 383323

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ
УЧИЛИЩЕ им. Н.Э. БАУМАНА

На правах рукописи

ФОМИН Владимир Сергеевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН И РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ
УСТРАНЕНИЯ ГАЗОВЫХ РАКОВИН В КРУПНЫХ ЧУГУН-
НЫХ ОТЛИВКАХ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

(специальность 05.16.04 -
литейное производство)

· Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ
УЧИЛИЩЕ им. Н.Э. БАУМАНА

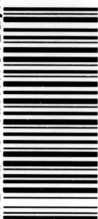
На правах рукописи

ФОМИН Владимир Сергеевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН И РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ
УСТРАНЕНИЯ ГАЗОВЫХ РАКОВИН В КРУПНЫХ ЧУГУН-
НЫХ ОТЛИВКАХ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

(специальность 05.16.04 -
литейное производство)

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1383323

Фомин В.С. Исследование при

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва

1981

МВТУ
им. Н.Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской революции и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище имени Н.Э.Баумана.

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор Степанов Ю.А.

Официальные оппоненты: д.т.н. профессор Медведев Я.И.

к.т.н. ст. научн. сотр. Павлов В.А.

Ведущее предприятие: Пензенский машиностроительный завод

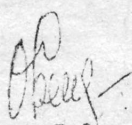
Защита диссертации состоится "___" _____ 1981 г.
на заседании специализированного Совета К.53.15.13 по металло-
ведению и горячей обработке металлов Московского ордена Лени-
на, ордена Октябрьской революции и ордена Трудового Красного
Знамени высшего технического училища имени Н.Э.Баумана по
адресу: Москва, 107005, 2-я Бауманская улица, д. 5.

Ваши отзывы в 2-х экземплярах, заверенные печатью, просим
выслать по указанному адресу.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МВТУ
им. Н.Э. Баумана.

Автореферат разослан "___" _____ 1981 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
кандидат технических наук,
доцент


Беликов О.А.

Д-86025 от 1.04.1981г. Объем 1,0 п.л. тир.100 экз. Заказ № 672

Типография МВТУ им. Н.Э.Баумана

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Основными путями решения задачи увеличения продукции машиностроения, поставленной решениями партии и правительства, является быстрый рост производительности труда, резкое повышение эффективности общественного производства, качества выпускаемой продукции и снижения потерь от брака. Особое внимание при этом должно быть уделено быстрому внедрению в производство новых прогрессивных технологических процессов, одним из которых в литейном производстве является литье по газифицируемым моделям (ГМ). Наиболее полно реализуются экономические выгоды этого способа литья при изготовлении крупных единичных или мелкосерийных отливок, массой до 25-30 тонн из чугуна или стали. Это позволяет сократить в 2-3 раза трудоемкость изготовления модельных комплектов, на I-2 класса повысить точность отливок за счет применения неизвлекаемой модели, исключения технологических уклонов, уменьшения припусков на механическую обработку, снижения трудоемкости обрубки и очистки отливок. Применение ГМ позволяет полностью устранить для изготовления моделей пенные породы дерева. Основной номенклатурой крупных чугунных отливок изготавливаемых данным способом являются заготовки деталей штампо-инструментальной оснастки, кузнечно-прессового оборудования, ремонтные отливки.

Наряду с положительными сторонами технологический процесс производства крупных отливок по ГМ еще недостаточно стабилен, не всегда обеспечивает заданного качества. Особо велики потери от брака по газовым и коксогозовым раковинам на катках (по заливке) поверхностях отливок, что недопустимо при изготовлении заготовок крупных чугунных штампов, так как эти поверхности являются формообразующими, рабочими при штамповке. Газовые или коксогозовые раковины вскрываемые при механической обработке, ведут к окончательному браку отливок или требуют их заварки, что увеличивает трудоемкость изготовления и сокращает срок эксплуатации штампов.

Цель работы - повышение качества чугунных литых заготовок штампов по газифицируемым моделям, сокращение потерь от брака.

Основная научная задача, на основе которой достигается поставленная цель — установление закономерностей и механизмов процессов взаимодействия газифицируемой модели и расплава, заполняющего форму крупной отливки, жидкой фазы продуктов разложения модели (ПМ) с металлом, образования газовых раковин в отливках и, на основе знания этих закономерностей, разработка технологических способов для устранения газовых и коксгазовых раковин в отливках, повышение их качества.

Методы исследования. При решении поставленной задачи использовались методы экспериментального и теоретического исследования взаимодействия газифицируемой модели, продуктов ее разложения с металлом и влияния этих процессов на качество отливок.

Физико-механические свойства формовочных и стержневых смесей, противопригарных красок при проведении лабораторных и производственных исследований определяли по стандартным методикам. Электропроводность смесей измеряли по специально разработанной методике; газотворность формовочных смесей и красок определяли на установке "Gas determinator". Для измерения скоростей подъема металла в форме, движения его в каналах литейковой системы использовали контактный метод с регистрацией на осциллографах НО4 IV и Н700 а также метод фотосъемки. Процессы массопереноса продуктов разложения модели в форме исследовали методами термометрирования с регистрацией на осциллографе Н700. Температуру металла при заливке определяли $Pt-Pt-Ro$ термометрами с регистрацией на показывающих приборах, а при необходимости, на осциллографе Н700. Химический состав чугуна контролировали с помощью спектроанализатора Д5А-24 (ГДР). Качество отливок в лабораторных и производственных условиях оценивали путем их разрезки на темплеты, а также при механической обработке. Анализ математической модели плавления пенополистироловой модели при заполнении крупной формы расплавом проводили с применением ЭЦМ "Наир-К".

Научная новизна полученных результатов заключается в установлении закономерностей процессов взаимодействия ПМ крупных отливок и ПМ с расплавом, заполняющим форму. Эти закономерности состоят в следующем:

- При заполнении формы с 1М через несколько питателей процесс плавления модели может быть разделен на два этапа: I этап - струйное и неупорядоченное течение расплава в форме до образования сплошного зеркала, II этап - подъем уровня расплава в форме с определенной скоростью до окончания заливки.

- На I-ом этапе заполнения формы через несколько питателей между ними образуются застойные зоны; вследствие плавления модели на нижней поверхности формы в застойных зонах скапливается жидкая фаза ПРМ, которая покрывается жидким металлом.

Вследствие термофильности жидкая фаза в местах ее скопления образует "запирающий" слой в форме, снижающий ее газопроницаемость. Оставшаяся часть жидкой фазы испаряется и газифицируется, образуя газовый пузырь в металле.

- Особенность механизма испарения жидкой фазы в этих условиях состоит в росте газового пузыря над поверхностью испарения, что снижает скорость испарения и рост пузыря. Если продолжительность роста пузыря до критических размеров больше времени снятия теплоты перегрева, всплывающий пузырь образует газовую раковину в отливке. Установлены зависимости влияния на указанные процессы основных технологических факторов: пористости формы, температуры заливки, толщины стенки отливки, толщины слоя краски.

На втором этапе заполнения формы жидкая фаза ПРМ располагается на зеркале расплава, частично испаряется с него, а оставшаяся ее часть приводит к образованию газовых или коксогазовых раковин на боковых или верхних, как правило, неответственных поверхностях отливок.

- Показано что исключение струйного движения, разобранного потока расплава в форме и поступление его сплошным фронтом течения на I этапе заполнения, перемещение этого потока со скоростью 6-30 см/с, что соответствует режиму замещения модели металлом, исключает попадание жидкой фазы на нижнюю поверхность формы и способствует уменьшению образования газовых раковин на нижних (по заливке) поверхностях отливок.

- Установлено, что при заполнении формы с 1М даже с оптимальной скоростью подъема расплава в форме, на зеркале распла-

ва, от момента его образования до окончания заполнения, происходит накопление жидкой фазы ПРМ, что требует применения дополнительных технологических приемов для ее удаления из формы (установление промывников, соковых и верхних прибылей, комбинированная окраска моделей и т.д.).

- Теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены значения скоростей подъема расплава в форме для отливок с толщинами стенок от 40 до 250 мм.

Практическая ценность работы заключается в том, что на основании проведенных исследований разработаны принципы конструирования литниковых систем для крупных отливок из чугуна, обеспечивающие получение качественных отливок, а также рекомендации по выбору температуры заливки чугуна, толщины и свойств слоя противопригарных красок на модели толщины облицовочного слоя формы, конструкции вентиляционной системы форм, режимам их заливки.

Реализация работы в промышленности. Результаты работы проверены и внедрены в литейном цехе № 15/1 Волжского автомобильного завода им. 50-летия СССР. На основе результатов работы разработаны технологические инструкции "Изготовление отливок по пенополистироловым моделям" (ИЗ7.101.1045-78) и "Разработка технологических процессов на отливки по пенополистироловым моделям" (ИЗ7.101.1046-78), внедренные в производство.

Апробация и ботн. Материалы диссертации докладывались и обсуждались:

- на научно-техническом совещании металлургического производства Волжского автомобильного завода им. 50-летия СССР, г. Тольятти 1978 г.

- на республиканском семинаре "Производство отливок в магнитные формы", Киев, 1979 г.

- на конференции молодых ученых и инженеров автозавода им. Лихачева, Москва, 1979 г.

- на конференции молодых литейщиков, Москва, ВНИИЛИТМАШ, 1979 г.

- на областной конференции "Пути повышения качества отливок", Ленинград, 1980 г.

- на научном семинаре кафедры АМ-5 МВТУ им. Баумана, 1980г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 статей.

Объём работы. Работа состоит из 5 глав, изложенных на 220 страницах машинописного текста, 81 рисунка, 13 таблиц. Список литературы содержит 105 наименований советских и зарубежных авторов.

Глава I содержит краткий обзор состояния производства крупных чугунных отливок по газифицируемым моделям. Анализ состояния вопроса производства крупных чугунных отливок при ГМ позволил сделать следующие выводы:

1. Технологический процесс изготовления крупных отливок по пенополистироловым газифицируемым моделям является перспективным, т.к. позволяет снизить трудоёмкость, сократить длительность изготовления крупных отливок.

2. Крупные отливки по ГМ часто бывают поражены специфическими дефектами, образующимися вследствие взаимодействия пенополистироловой модели и продуктов ее разложения с металлом при заполнении формы; основными дефектами являются газовые и коксогазовые раковины на нижней (по заливке) поверхности отливки.

3. Особенности процессов взаимодействия пенополистироловой модели с расплавом и, соответственно, механизмы образования специфических дефектов (газовых или коксогазовых раковин) при изготовлении крупных отливок по ГМ практически не изучены и поэтому на практике используют технологические рекомендации и режимы разработанные для мелких отливок по ГМ.

4. Отсутствуют систематические сведения о характере специфических дефектов на крупных отливках по ГМ, влияние технологических факторов на их образование поэтому целесообразно провести исследование указанных вопросов с целью получения систематических исходных сведений непосредственно в производственных условиях и на основе их анализа определить направления задач исследования.

Глава II содержит результаты исследований влияния технологических факторов на качество крупных чугунных отливок массой от 100 кг до 20 тонн по пенополистироловым ГМ, проведенные непосредственно в производственных условиях цеха № 15/1 ВАЗа им. 50-летия СССР. Модели отливок изготавливаются из литейного пенополистирола ПСБ-Д-1, поставляемого в плитах, удельной мас-

сой 245-343 г/м³. После пскрытия моделей двумя слоями красок - графитовой спиртовой и водной цирконовой и подсушки на воздухе их формирут в облицовочную смесь на основе карбамидно-фурановой смолы КФ-90 и наполнительную песчано-глинистую смесь. Заливка форм производится из столярных ковшей при температуре 1340° - 1360°С.

Контроль технологического процесса с помощью разработанной в исследовании карты контроля, проводившийся в течение 2-х лет, позволил провести анализ качества отливок и установить связь между качеством отливок после механической обработки и параметрами технологического процесса. В результате анализа установлено:

Основным видом дефектов приводящим к окончательному или исправимому браку является газовые и коксогозовые раковины на нижних ответственных поверхностях отливок.

- проведена систематизация дефектов по их виду, местам расположения в отливках.

- Наиболее характерными отклонениями технологического процесса от норм, предусмотренных инструкцией являются значительные колебания живучести ХТС, низкая газопроницаемость, малое время сушки красок на модели, необоснованный выбор конструкции литниковой системы. Исправление указанных отклонений техпроцесса не устраняет специфических дефектов (газовых и коксогозовых раковин) в отливках.

Изучение характера дефектов позволило сделать предположение, что наиболее вероятные причины их появления заключаются в следующем:

- а) неправильной работе литниковой системы, построенной без учета особенностей заполнения форм крупных отливок по ПМ;
- б) нарушении газового режима форм с ПМ, вызванном применяемыми формовочными смесями и окраской модели.

Исследования влияния составов и свойств формовочных смесей, проведенные в производственных и лабораторных условиях с применением в качестве связующего смол КФ-90, ОФ-1, БС-40, БС-70, последующая механическая обработка отливок массой от 100 кг до 20 тонн показали, что при заливке в формы без ПМ (по

деревянной оснастке) увеличение количества смол КФ-90 и ОФ-I в 2 раза (до 3,5%) не приводит к образованию газовых раковин в отливках. Полученные результаты позволили сделать вывод, что применяемые в цехе в качестве облицовочных смеси на основе смолы КФ-90 не являются основным источником газовых или коксогозовых раковин при изготовлении их в полые формы без ГМ.

Исследование влияния конструкции литниковых систем, применяемых для производства крупных отливок из чугуна по ГМ показало, что отливки изготовленные с верхним подводом, комбинированным или подводом в тело отливки поражены специфическими дефектами (облицовочные смеси в данном случае применялись на жидком стекле с продувкой CO_2 для исключения влияния ХТС), а отливки с силовым подводом в значительно меньшей степени.

Результаты исследований позволили сделать вывод о необходимости изучения поведения модели и продуктов ее разложения, а также их взаимодействия с расплавом при заполнении форм крупных отливок.

Глава III содержит результаты теоретического анализа и экспериментального исследования процессов плавления пенополистироловой модели крупной отливки струей расплава и заполнения полости формы с ГМ на I этапе.

Обзор литературных источников и проведенные эксперименты показали, что заполнение форм с ГМ из литниковых систем, применяемых на ВАЭ имеет струйный характер, подобно заполнению полых форм крупных отливок. Экспериментально установлено, что в зоне течения струи наблюдаются скопления жидкой фазы ТРМ и что ее количество, попадающее на нижнюю поверхность формы, зависит от времени наведения сплошного зеркала расплава. Поэтому целесообразно разделить процесс заполнения формы с ГМ на два этапа: I этап - струйное движение расплава до момента образования сплошного зеркала, II этап - от момента образования сплошного зеркала до окончания заливки. Наиболее важным и определяющим качество отливок, как показали эксперименты, является I этап заполнения формы.

Рассматривая струю как линейный источник теплоты, излучающий в полубесконечное пространство, с учетом закона Дамберта

для оптически прозрачной среды (парогазовая фаза) получили уравнение плавления модели при течении струи расплава из питателя, решение которого имеет вид:

$$\delta = \delta_0 \left(1 - e^{-\frac{\alpha_0 \Delta t \cos \varphi \tau}{\gamma_{\text{мод}}(1+N)\delta_0}} \right) \quad (I)$$

где: δ - расстояние между фронтом плавления и поверхностью струи чугуна; φ - угол между нормалью к поверхности и направлением излучения; α_0 - коэффициент теплоотдачи излучением с поверхности струи чугуна; τ - теплота плавления модели; N - критерий плавления $N = \frac{c_{\text{мод}}(t_{\text{плав}} - t_0)}{\tau}$; $c_{\text{мод}}$ - теплоёмкость материала модели; $t_{\text{плав}}$ - температура плавления модели; t_0 - начальная температура; δ_0 - максимальная глубина проплавления модели; $\gamma_{\text{мод}}$ - плотность материала модели; τ - время плавления.

Выражение (I) позволяет в зависимости от времени течения струи по нижней поверхности формы определить расплавившийся объём модели и количество жидкой фазы ПРМ, способной попасть на нижнюю поверхность формы. Результаты теоретических расчетов проверены экспериментально, расхождения расчетных и экспериментальных результатов составляют не более 20 %.

Время τ_c наведения зеркала расплава в форме на I этапе определяет количество ПРМ на поверхности формы. Проведен теоретический анализ различных режимов заполнения с целью определения τ_c и выбора оптимальных режимов и конструкций литниковых систем. Для струйного режима движения получено приближенное выражение, позволяющее определить продолжительность этого режима:

$$\tau_c = \frac{15N + 0,5L}{\mu \sqrt{2gH_p}} + \frac{L}{n+1} \cdot \frac{\Delta(L + 2nN)}{2 \sum f_{\text{норм}} \mu \sqrt{2gH_p}} \quad (2)$$

где: N и L - размеры нижней поверхности рабочей полости формы в плане; n - число питателей; μ - коэффициент расхода литниковой системы; H_p - расчетный напор; $\sum f_{\text{норм}}$ - суммарная площадь питателей.

Струйный режим заполнения не устраняет застойных зон и попадания жидкой фазы ПРМ на нижнюю поверхность формы. Устранить застойные зоны возможно при заполнении формы сплошным фронтом течения расплава, движущегося в режиме замещения модели расплавом. Теоретически определенная скорость движения фронта плавления пенополистироловой модели струей расплава в режиме замещения лежит в интервале 6-30 см/с. Экспериментально доказано, что при меньшей скорости движения расплава происходит скопление жидкой фазы ПРМ на нижней поверхности формы с последующим образованием газовых или коксогозовых раковин в отливках; при большей (> 30 см/с) - механическое замешивание расплава и жидкой фазы ПРМ, отрицательно сказывающееся на качестве отливок.

Теоретический анализ позволил установить конструктивные параметры литниковой системы для заполнения форм с ПМ с применением расширяющихся диффузорных питателей, с наклоном формы или модели в форме, со встречными питателями, обеспечивающие минимальную продолжительность струйного режима и заполнения формы сплошным потоком в режиме замещения.

Экспериментальная проверка результатов теоретического анализа показала, что предложенные методики расчета времени образования сплошного зеркала расплава τ_c вполне приемлемы для практического применения, отклонения составляют не более 20 %.

Основным требованием заполнения форм на II этапе является соблюдение оптимальной скорости подъема расплава в форме, обеспечивающей требуемое качество отливок. В работе проведено теоретическое обоснование оптимальных скоростей подъема расплава в форме с ПМ. Показано, что наибольшие допустимые скорости подъема определяются условиями наиболее полного удаления жидкой фазы ПРМ с зеркала расплава, минимальные - из условия недопустимости образования в теле отливки неслитин. Экспериментально определены скорости подъема расплава в форме для отливок с толщиной стенок до 250 мм, находящиеся в теоретически рассчитанном диапазоне, что позволяет предложить найденное выражение (8) для определения скоростей подъема расплава для толстостенных отливок из чугуна:

$$V_{\text{опт}} = \frac{K}{\sqrt{\Delta \sigma t}} \quad (3)$$

где: $\Delta \sigma t$ - толщина стенки отливки, мм; K - коэффициент, для $\Delta \sigma t = 40-250$ мм, $K = 11$.

Глава IV посвящена исследованию газового режима формы с ГМ и установлению механизмов образования газовых раковин в отливках. Теоретически и экспериментально показано, что жидкая фаза ПРМ, попадая на нижнюю поверхность полости формы частично впитывается в поры формовочной смеси и в процессе переноса в порах формы продукты конденсации ее паровой фазы образуют "запирающий" слой, резко снижающий газопроницаемость формы под местами скопления жидкой фазы. Скорость продвижения "запирающего" слоя вглубь формы соответствует скорости прогрева формы металлом. Оставшаяся на поверхности формы жидкая фаза ПРМ испаряется и газифицируется с образованием газового пузыря на поверхности испарения жидкой фазы. Растущий газовый пузырь над поверхностью испарения резко тормозит передачу теплоты от металла к поверхности испарения жидкой фазы, в результате чего снижается скорость роста газового пузыря до критических размеров, при которых он может всплыть и образовать газовую раковину в отливке. Если время роста газового пузыря до критических размеров больше времени снятия теплоты прогрева и образования неgasопроницаемой корочки твердого металла в отливке, то образуется раковина. Это условие выражается неравенством:

$$\tau_{\text{крит}} = \tau_{\text{пер}} + \tau_{\xi}$$

Теоретически установлено и экспериментально подтверждено, что на эти процессы наибольшее влияние оказывают:

- неравномерность распределения жидкой фазы ПРМ на поверхности формы, зависящая от конструкции литниковой системы и времени наведения зеркала металла на нижней поверхности формы;
- пористость и толщина облицовочного слоя смеси, с увеличением пористости возрастает опасность впитывания жидкой фазы ПРМ;

- температура заливки металла в форму; повышение температуры заливки способствует снижению количества газовых раковин в отливках;

- толщина и состав противопопригарной краски на модели; увеличение толщины слоя краски до 2-5 мм предотвращает впитывание жидкой фазы ПРМ в форму и образование раковин на нижней поверхности отливок.

Предложены приближенные расчетные зависимости, определяющие кинетику роста газового пузыря из жидкой фазы и продолжительность его роста до критических размеров.

Глава У содержит изложение практических рекомендаций, основанных на результатах исследования и результаты внедрения в производство. На основе теоретических и экспериментальных исследований, приведенных в главе Ш, разработана номограмма для расчета и конструирования литниковой системы для крупных отливок из чугуна по ПМ. Номограмма позволяет, зная толщину стенки отливки, ее массу, площадь поперечного сечения в плоскости, перпендикулярной направлению подъема металла, определить размеры основных элементов литниковой системы - стояка, шлакоуловителя, питателя, обеспечивающих заполнение формы на I этапе в режиме замещения модели металлом сплошным потоком.

На основе проверки основных результатов исследования в цехе № 15/1 ВАЗ им. 50-летия СССР приведены рекомендации по определению положения отливки к форме и формы при заливке, определению мест установки питателей и их конструкции, конструкции промывников, обеспечивающих заполнение формы сплошным потоком. Приведены рекомендации по выбору толщины облицовочного слоя, формы и окраске моделей, температурам и режимам заливки форм, обеспечивающим устранение газовых раковин в отливках. Приведенные рекомендации были проверены в условиях цеха № 15/1 ВАЗ им. 50-летия СССР: в период с Ш.1978 по IX.1978, было отлито 500 отливок, общей массой 1000 тонн. Все отливки прошли механическую обработку без замечаний ОТК и были запущены в производство. На основе результатов производственной проверки с участием автора были разработаны технологические инструкции "Изготовление отливок по пенополистироловым моделям" ИЗ7.101.1045-78 и "Разработка технологических процессов на отливки по

пенополистироловым моделям" ИЗ7.101.1046-78, внедренные на ВАЗе. Внедрение результатов работы позволило более чем в 3 раза снизить брак по газовым раковинам в отливках штампов и получить годовой экономический эффект в сумме 62,3 тысячи рублей.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Основным источником образования газовых и коксогозовых раковин в крупных чугунных отливках штампов по газифицируемым моделям (ГМ) в формах из ХТС являются местные скопления жидкой фазы продуктов разложения модели на поверхностях формы.

2. Причиной образования местных скоплений жидкой фазы ПРМ на нижних поверхностях полости формы, оформляющих наиболее ответственные части отливок, являются особенности процессов плавления газифицируемой модели на I этапе заполнения формы до наведения сплошного зеркала металла, обусловленные струйным характером его движения, образованием застойных зон, в которых скапливается жидкая фаза ПРМ; разработана приближенная математическая модель плавления ГМ струей расплава, позволяющая определить количество жидкой фазы, в форме при заливке.

3. Теоретически установлено и экспериментально подтверждено, что особенность газового режима формы с ГМ, вызванной скоплениями жидкой фазы ПРМ на нижней поверхности формы, является образование "запирающего" слоя под жидкой фазой, состоящего из фильтрующейся в поры формы жидкой фазы и продуктов ее разложения, конденсирующихся в порах формы; "запирающий" слой резко снижает газопроницаемость формы и способствует образованию газовых раковин.

4. Теоретически установлено, что особенность механизма испарения и газификации жидкой фазы на нижней поверхности формы состоит в росте газового пузыря над поверхностью испарения жидкой фазы, уменьшающего интенсивность испарения и удлиняющего продолжительность его роста до критических размеров, при которых пузырь может всплыть и образовать раковину в отливке.

5. Условием образования газовой раковины в отливке является превышение времени роста пузыря до критических размеров, над временем снятия теплоты перегрева и образования минимальной корочки твердого металла в отливке.

6. Технологическими факторами, оказывающими наибольшее влияние на образование газовых раковин на нижних поверхностях отливок являются:

- конструкция литниковой системы, расположение мест подвода питателей относительно отдельных элементов отливки, продолжительность периода струйного движения металла до наведения его зеркала на нижней поверхности формы; уменьшение периода струйного движения металла способствует направленному удалению продуктов разложения модели из формы и снижению возможности образования раковин в отливках;

- пористость и толщина облицовочного слоя формы; с увеличением пористости возрастает опасность впитывания жидкой фазы;

- температура заливки металла в форму; повышение температуры металла способствует снижению количества газовых раковин в отливках;

- толщина и состав слоя противопригарной краски на модели; увеличение толщины слоя краски на нижней поверхности модели предотвращает впитывание жидкой фазы в форму и уменьшает вероятность появления газовых раковин в отливках;

Указанные зависимости установлены теоретически и проверены экспериментально.

7. На II этапе заполнения формы, после наведения зеркала металла на ее нижней поверхности, наибольшее влияние на образование дефектов оказывает скорость подъема металла в форме и его температура; теоретически установлены и экспериментально подтверждены зависимости оптимальной скорости подъема металла в форме от толщины стенки отливки.

8. На основе установленных выше особенностей процесса разложения ГМ крупной отливки и взаимодействия продуктов ее разложения с металлом, механизмов образования газовых раковин и зависимостей влияния основных технологических факторов разработаны:

- конструкции литниковых систем и способы подвода металла в форму, обеспечивающие заполнение форм крупных отливок в режиме замещения модели расплавом, исключая образование скоплений жидкой фазы на нижней поверхности формы и, соответ-

ственно, газовых раковин в нижних ответственных частях отливок; разработаны и проверены в производственных условиях методы расчета таких систем.

- рекомендации по окраске газифицируемых моделей и системам вентиляции форм крупных отливок;

- рекомендации по технологическим режимам заливки форм.

9. На основе результатов исследования с участием автора разработаны технологические инструкции, внедренные в производство на ВАЗ им. 50-летия СССР, что позволило более чем в 3 раза сократить окончательный и исправимый брак по газовым раковинам на формообразующей поверхности отливок штампов; экономический эффект от внедрения результатов работы составил 62,3 тысячи рублей в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Серапин М.И., Китайгора Н.И., Фомин В.С., Баранов О.Е. Влияние литниковых систем на образование газовых раковин в крупных отливках по газифицируемым моделям. - Литейное производство, 1979, № 9, с. 19-21.

2. Степанов Ю.А., Фомин В.С. Устранение газовых и коксогозовых раковин в крупных чугунных отливках по газифицируемым моделям. В кн.: Пути предупреждения дефектов в отливках и контроль их качества. Л.: ЛДНТП, 1980, с. 25-30.

3. Степанов Ю.А., Фомин В.С., Баранов О.Е. Литниковые системы для крупных отливок из чугуна по газифицируемым моделям. - Литейное производство, 1980, № 4, с. 12-14.

4. Фомин В.С., Баранов О.Е. Качество крупных чугунных отливок по газифицируемым моделям и формам из ХТС. - Литейное производство, 1979, № 4, с. 33.

5. Фомин В.С., Цыпляков А.В. Причины появления газовых раковин в отливках чугунных штампов, изготавливаемых по газифицируемым моделям в холоднотвердеющих смесях. В кн.: Литье по газифицируемым моделям, Киев, ИИЛ, 1979, с. 92-96.