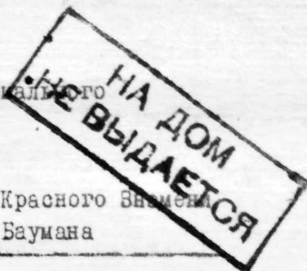


М 336625

Министерство высшего и среднего специального
образования СССР



Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи

Сидоров Николай Михайлович

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ЛИТЕЙНОЙ
ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ ФОРМЫ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХ-
НОСТИ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

Специальность 05.16.04 - Литейное производство

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Министерство высшего и среднего специального
образования СССР

Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи

Сидоров Николай Михайлович

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ЛИТЕЙНОЙ
ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ ФОРМЫ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХ-
НОСТИ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

Специальность 05.16.04 -- Литейное производство

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1336625

Сидоров Н.М. Исследование

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

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

Научный руководитель -

кандидат технических наук, доцент
Васильев В.А.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, с.н.с.
Валисовский И.В.

кандидат технических наук, доцент
Бауман Б.В.

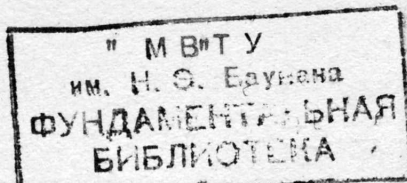
Ведущее предприятие - Каширский завод Центролит

Защита диссертации состоится " " 1979 г.
на заседании специализированного Совета Д053.15.05 по технологии
и машинам горячей обработки материалов Московского высшего техни-
ческого училища им. Н.Э.Баумана по адресу: Москва, 107005,
2-я Бауманская, 5

Ваши отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, просим
присылать по указанному адресу.

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

Автореферат разслан



1979 г.

Ученый секретарь специализированного Совета

доктор технических наук, профессор

Степанов Ю.А.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Степанов".

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Задача дальнейшего развития машиностроения, поставленная XXV съездом КПСС, обуславливает повышение требований к служебным свойствам стальных отливок.

Основным технологическим процессом серийного и массового производства стальных отливок остается литье в песчано-глинистые формы. В литейных цехах предприятий машиностроения достигнут высокий уровень механизации и организации производства стального литья в песчано-глинистые формы. Однако необходимое качество поверхности (минимальная шероховатость, отсутствие пригара и др.) в ряде случаев еще не обеспечивается.

Одним из факторов, влияющих на формирование поверхностного слоя стальных отливок, является газовая среда формы. Сведения по данному вопросу, имеющиеся в литературе отрывочны и противоречивы, что не позволяет эффективно использовать регулирование газовой среды формы с целью получения отливок с заданными свойствами.

Цель работы — повышение качества поверхности стальных отливок, получаемых в песчано-глинистых формах.

Основной научной задачей работы при этом является установление основных закономерностей формирования поверхности стальных отливок в зависимости от состава и окислительно-восстановительных свойств газовой среды песчано-глинистой формы.

Методы исследования. В работе используются теоретические и экспериментальные методы исследования. Взаимодействие газовой среды с элементами сплава отливки исследованы методом классической термодинамики. Качественный и количественный анализ паро-газовой среды литейной формы исследованы хроматографическим методом. Обработка результатов экспериментального исследования осуществлялась с применением методов математической статистики. Для расчета использовались малые ЭЦМ ЗР-58 и "Наири-К".

Научная новизна работы состоит в установлении механизма формирования поверхностного слоя стальных отливок в песчано-глинистых формах с участием паро-газовой среды, а также в установлении основных закономерностей протекания процессов взаимодействия последней с поверхностью стальной отливки.

Эти закономерности и основные положения механизма заключаются в следующем: I. Газовая среда в период заливки, кристаллизации и охлаждения стальной отливки в форме является окислительной, что приводит к интенсивному развитию реакций взаимодействия на границе "металл-форма". Впервые установлено, что основную роль в этом

графит пары воды, количество которых является преобладающим как в сырых, так и сухих песчано-глинистых формах. 2. Состав и окислительно-восстановительные свойства паро-газовой среды формы оказывают непосредственное влияние на величину обезуглероженного слоя и шероховатость поверхности стальных отливок. Показано, что в период до затвердевания поверхности стальных отливок необходимо создавать в форме восстановительную газовую среду, а в последующий период охлаждения отливок - окислительную. 3. Обеспечением исходной влажности формы и введением в ее объем или в поверхностные слои специальных газотворных добавок возможно управлять окислительно-восстановительными свойствами газовой среды на границе "металл-форма", способствуя повышению качества поверхности стальных отливок.

Практическая ценность: 1. Предложен графический метод определения окислительно-восстановительного потенциала "ε" газовой среды формы по отношению к Fe, Si, Mn, Si и Mn в зависимости от температуры и термодинамической активности последних в сплаве. 2. Разработаны методика отбора с границы раздела "металл-форма" и схема хроматографического анализа паро-газовой среды. 3. Разработаны практические рекомендации по созданию и регулированию газовой среды в пограничном слое песчано-глинистой формы, способствующей повышению качества поверхности стальных отливок.

Реализация работы в промышленности. На основе результатов проведенного исследования для отливок "блок мостового крана" из стали 25Д, выпускаемых Узловским заводом Трудового Красного Знамени машиностроительным заводом им. И.И.Федунца, разработан состав покрытия песчано-глинистых форм в виде газотворной краски. Краска прошла производственные испытания и была рекомендована для промышленного использования. Она позволила повысить чистоту поверхности отливок и за счет этого снизить трудоемкость очистных операций (галтовки, дробеметной обработки и наждачной зачистки). Ожидаемый экономический эффект от внедрения составляет 5 руб. на тонну годного литья.

Апробация работы. Основные материалы диссертации доложены и обсуждены: на конференции молодых ученых и специалистов ЗИЛ-НИИТАвтопром (М., 1975 г.); четвертой всесоюзной межвузовской научно-технической конференции "Научные основы автоматизации производственных процессов в машиностроении и приборостроении" (М., 1975 г.); семинаре "Получение отливок с чистой поверхностью" (Киев, 1976г.); научном семинаре кафедры "Машины и автоматизация литейных процессов МВТУ им. Н.Э.Баумана (1975г.). По теме диссер-

тации опубликовано 3 статьи.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов и приложения. Она изложена на 139 страницах машинописного текста, содержит 27 таблиц, 80 иллюстраций и список литературы из 130 наименований.

ГЛАВА I. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основании проведенного анализа литературных данных отечественных и зарубежных авторов были сделаны следующие выводы. Влияние газовой среды на формирование поверхностного слоя отливок определяется ее участием в окислительно-восстановительных процессах, протекающих на границе "металл-форма". Воздействуя в нужном направлении на окислительно-восстановительные процессы путем регулирования состава и окислительно-восстановительных свойств газовой среды, возможно повысить качество поверхности стальных отливок. Однако состав и закономерности изменения окислительно-восстановительных свойств газовой среды пограничного слоя песчано-глинистых форм при получении стальных отливок изучены недостаточно. Экспериментально не анализировались непосредственно на границе "металл-форма" пары воды. Не установлены закономерности формирования поверхностного слоя стальных отливок в зависимости от состава и окислительно-восстановительных свойств газовой среды песчано-глинистой формы. Используемые ранее методы термодинамической оценки окислительно-восстановительных свойств газовой среды литейной формы имеют ряд недостатков.

В соответствии с изложенными выводами задачами исследования, путем решения которых достигается поставленная в работе цель, являются: 1. Разработка методики отбора с границы "металл-форма" и схемы хроматографического анализа паро-газовой среды литейной формы. 2. Разработка методики термодинамического расчета окислительно-восстановительной способности паро-газовой среды литейной формы с учетом температуры, химического состава газовой фазы и взаимного влияния компонентов сплава отливки. 3. Термодинамический анализ основных химических реакций взаимодействия паро-газовой среды с компонентами сплава отливки и образующимися окислами с учетом энергетического и материального баланса рассматриваемых систем. 4. Экспериментальное исследование состава и закономерностей изменения окислительно-восстановительной способности паро-газовой среды формы у поверхности охлаждающейся стальной отливки. 5. Экспериментальное исследование закономерностей влияния химического состава паро-газовой среды пограничного слоя формы на форми-

рование поверхностного слоя стальных отливок. 6. Разработка практических рекомендаций по созданию и регулированию паро-газовой среды в песчано-глинистой форме с целью повышения качества поверхности стальных отливок и внедрение результатов работы.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ ФОРМЫ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

Параметрами, выбранными для характеристики качества поверхности отливок являются: шероховатость поверхности, глубина обезуглероживания (науглероживания) и толщина силикатно-оксидного слоя. Опытные отливки получали из стали 30, кроме того исследовалось влияние хрома (14-15%) и никеля (10-11%) на изменение состава газовой среды в форме у поверхности охлаждающейся отливки.

Исследование проводилось на экспериментальной установке по специально разработанной методике. Регулирование окислительно-восстановительной способности газовой среды осуществлялось путем продувки опытных форм газами и газовыми смесями заданного состава. Это позволяло исследовать влияние непосредственно газовой среды на качество поверхности стальных отливок и исключить влияние побочных эффектов, связанных с присутствием в формовочной смеси газотворных добавок и их взаимодействием с материалом отливки и формы.

Состав паро-газовой среды контролировался хроматографическим методом на установке ЛХМ-8МД мод. I. При этом были разработаны специальные методика отбора паро-газовых смесей с границы "металл-форма" и схема хроматографического анализа этих смесей, которые позволили наиболее полно, точно и оперативно получать количественные данные по химическому составу паро-газовой среды (паров воды и газов: O_2 , CO_2 , N_2 , H_2 , CO , CH_4 и C_nH_m)

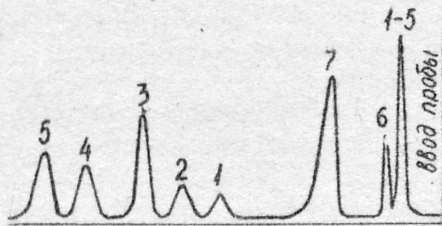


Рис. 1. Типичная хроматограмма паро-газовой среды литейной формы: 1 — водород; 2 — кислород; 3 — азот; 4 — метан; 5 — окись углерода; 6 — двуокись углерода; 7 — пары воды.

литейной формы, не прибегая к дополнительным методам анализа. На рис. 1 приведена типичная хроматограмма паро-газовой среды, образующейся в форме у поверхности стальной отливки.

Для оценки окислительно-восстановительной способности контролируемой газовой среды литейной формы использован параметр ξ —

окислительно-восстановительный потенциал. Этот параметр предложен В.А.Васильевым и В.П.Кузнецовым (кафедра "Машины и автоматизация литейных процессов" МВТУ им. Н.Э.Баумана). Ими разработана методика расчета параметра ξ и рассчитаны значения окислительно-восстановительных потенциалов газовой среды литейной формы и составляющих ее компонентов (при получении чугунных отливок) по отношению к двухвалентному металлу (железу при окислении его до закиси).

Нами показана возможность и разработана методика расчета окислительно-восстановительного потенциала многокомпонентной газовой среды по отношению к трех- и четырехвалентным металлам (валентность металла в окисле), находящимся в растворе. При этом взаимное влияние компонентов сплава учитывается их термодинамической активностью, которая рассчитывается по методу Вагнера.

Окислительно-восстановительный потенциал $\xi_{\Gamma}^{[3]спл}$ газовой фазы Γ по отношению к компоненту 3 сплава численно равен максимальному количеству грамм-атомов этого компонента, которое может быть окислено до соответствующего окисла или восстановлено из него одним моле газовой фазы заданного состава при изобарно-изотермическом переходе исходной системы в состояние термодинамического равновесия.

Установлено, что в условиях повышенных температур (превышающих 800°C), имеющих место на границе "металл-форма" при получении отливок из стали, окислительно-восстановительный потенциал $\xi_{\Gamma}^{[3]спл}$ газовой среды формы по отношению к трех- и четырехвалентным компонентам сплава определяется, как и по отношению к двухвалентным компонентам, химическим составом газовой фазы и значениями окислительно-восстановительных потенциалов $\xi_{\Gamma_i}^{[3]спл}$ входящих в нее газообразных компонентов:

$$\xi_{\Gamma}^{[3]спл} = \sum N_{\Gamma_i} \cdot \xi_{\Gamma_i}^{[3]спл},$$

где N_{Γ_i} - мольная доля i -го газообразного компонента в рассматриваемой системе.

Окислительно-восстановительные потенциалы $\xi_{\Gamma_i}^{[3]спл}$ отдельных газообразных компонентов рассчитываются на основе классического метода термодинамики с учетом энергетического и материального баланса рассматриваемых термодинамических систем.

По данным хроматографического анализа паро-газовых проб, отбираемых с границы раздела "металл-форма" в процессе продувки формы различными газами, устанавливалась количественная зависимость между величиной окислительно-восстановительного потенциала ξ

паро-газовой среды пограничного слоя формы и параметрами качества поверхности соответствующих образцов.

Оценка шероховатости образцов проводилась по средней высоте неровностей профиля (R_z), измеряемой на установке УИМ-21.

Обезуглероживание (науглероживание) определялось методом полойного химического анализа стружки образцов.

Для определения толщины силикатно-оксидного слоя (δ) брались пробы формовочной смеси с границы раздела "металл-форма". Величина δ замерялась на микроскопе МИМ-7 по изменению окраски контактного слоя формы.

С целью установления состава паро-газовой среды на границе "металл-форма" и основных закономерностей изменения ее окислительно-восстановительной способности проведены эксперименты о валивкой ряда реальных сырых и сухих форм стали.

• ГЛАВА 3. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ И СОСТАВЛЯЮЩИХ ЕЕ КОМПОНЕНТОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К ЭЛЕМЕНТАМ СПЛАВА ОТЛИВКИ

По разработанной в главе 2 методике выведены аналитические зависимости для расчета окислительно-восстановительных потенциалов газовой среды и составляющих ее компонентов (O_2 , CO_2 , H_2O , N_2 , CO , H_2 , CH_4 и C_nH_m) по отношению к двух-, трех-, и четырехвалентным металлам. Произведен расчет окислительно-восстановительных потенциалов отдельных газообразных компонентов по отношению к Fe , Cr , Ni , Mn и Si для случая окисления последних до наиболее устойчивых в интервале температур 800-1500°C окислов: FeO , Cr_2O_3 , NiO , MnO и SiO_2 . На рисунке 2 в качестве примера представлены графики изменения окислительно-восстановительных потенциалов отдельных газообразных компонентов $\xi_{Fe}^{[3]_{спл}}$ по отношению к Fe , Ni и Cr в зависимости от их термодинамической активности и температуры.

Установлено (рис.2), что значения $\xi_{Fe}^{[3]_{спл}}$ по отношению к Cr и Ni , в области их исследованных концентраций, практически можно принять величинами постоянными в интервале рассматриваемых температур. При расчете окислительно-восстановительного потенциала газовой фазы литейной формы по отношению к Fe необходимо прежде рассчитать его термодинамическую активность в сплаве отливки.

Термодинамическая активность железа в используемых сплавах рассчитывалась по методу Вагнера с учетом влияния углерода. В углеродистой стали (сталь 30) она получалась равной 0,52, в хромистой (15% Cr) - 0,355 и в хромоникелевой (15% Cr и 10% Ni) - 0,261.

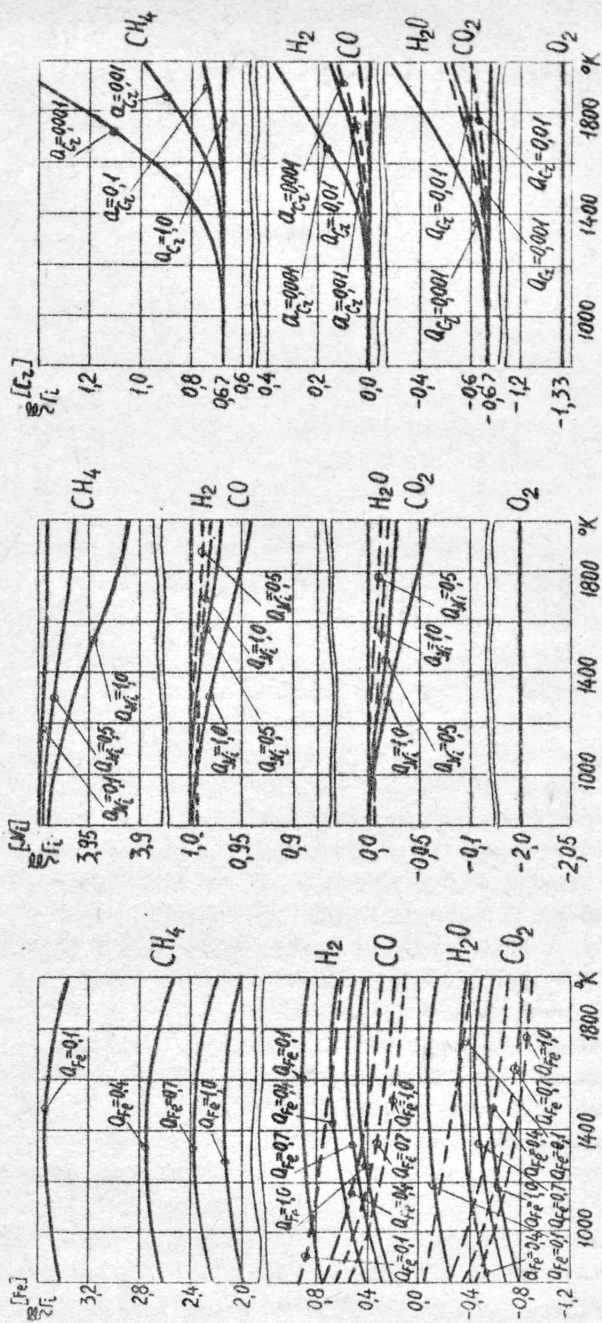


Рис. 2. Изменения окислительно-восстановительных потенциалов (E°) компонентов (CH_4 , H_2 , CO , H_2O , CO_2 , O_2) газовой среды песчано-глинистой формы по отношению к железу, никелю и хрому (при окислении до FeO , NiO и Cr_2O_3) в зависимости от их термодинамической активности и температуры.

Зная процентный состав компонентов исходной газовой среды литейной формы и их окислительно-восстановительные потенциалы ($E_{\text{спл}}^{\text{[3]}}$) по формуле, приведенной выше, можно рассчитать окислительно-восстановительный потенциал всей газовой фазы при заданной температуре.

Известно, что легирующие элементы, увеличивая или уменьшая термодинамическую активность углерода в сплаве, влияют на диффузию его атомов. Эти изменения должны отразиться на интенсивности обмена углеродом между газовой средой литейной формы и поверхностным слоем металла отливки. В связи с этим была рассчитана термодинамическая активность углерода в исследуемых сплавах с учетом влияния на нее легирующих компонентов. Расчет произведен по методу Вагнера с использованием известных аналитических зависимостей. Анализ результатов расчета показал, что хром резко уменьшает активность углерода в сплаве, а никель незначительно повышает ее.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ПЕЩАНО-ГЛИНИСТОЙ ФОРМЫ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

Экспериментальное исследование показало, что с уменьшением окислительных свойств газовой среды (увеличением окислительно-восстановительного потенциала E) уменьшались шероховатость поверхности, обезуглероживание и толщина силикатно-оксидного слоя отливок из нелегированной стали. Однако прочность связи пограничного слоя формы с поверхностью отливок не уменьшалась, а увеличивалась. Это объясняется уменьшением толщины слоя окислов, образующихся на поверхности отливок, при увеличении E газовой среды. При резком изменении характера газовой среды с восстановительного в период до образования твердой корочки металла на границе с формой, на окислительный — в последующий период охлаждения отливки, шероховатость поверхности последней еще более уменьшилась за счет окисления (оглаживания) микронеровностей. Прилегающий слой формы при этом легко отделялся от поверхности отливки по достаточно толстому слою образовавшихся окислов.

Установленные количественные зависимости свидетельствуют о том, что в парах воды физико-химические процессы, протекающие на границе "металл-форма", значительно ускоряются. Это объясняется образованием на поверхности стальных отливок слоя окислов, состоящего в присутствии паров воды преимущественно из закиси железа, которая имеет рыхлую структуру.

При получении отливок из хромистой и хромоникелевой сталей с увеличением окислительно-восстановительного потенциала § также уменьшались шероховатость поверхности и толщина силикатно-оксидного слоя. Однако обезуглероживания поверхностного слоя отливок не наблюдалось. Более того, тонкий поверхностный слой отливок (не более 0,2 мм) науглероживался. Это объясняется уменьшением термодинамической активности углерода в сплаве в присутствии хрома и образованием карбидов хрома и никеля через газовую среду формы. Последнее подтверждается последовательным уменьшением окиси углерода в составе газовой фазы пограничного слоя формы с введением в сплав хрома и никеля.

Состав газовой среды и ее окислительно-восстановительные свойства в форме у поверхности охлаждающейся стальной отливки не являются постоянными, а изменяются во времени с увеличением окислительной способности. На рис. 3 в качестве примера представлены результаты хроматографического анализа состава газовых сред (в объемных процентах) при получении отливок из стали 30Л в формах: а) - сырой ($W = 5\%$); б) - просушенной при $t = 250^{\circ}\text{C}$ в течение 5 часов; в) - содержащей 5% каменного угля ГК и просушенной при 150°C в течение 5 часов. А на рис. 3 г - значения окислительно-восстановительных потенциалов соответствующих (кривые 1, 2 и 3) газовых сред.

Основными компонентами газовой среды у поверхности стальной отливки в песчано-глинистой форме являются: H_2O , O_2 , CO_2 , N_2 , CO и CH_4 . При этом количество паров воды является преобладающим как в сырых, так и сухих формах. Тяжелых углеводородов не было обнаружено даже в форме, содержащей 5% каменного угля ГК, т.к. они, будучи нестойкими соединениями при высокой температуре, разлагаются на более легкие с последующим их окислением свободным кислородом, парами воды и двуокисью углерода.

Испарение влаги, содержащейся в формовочной смеси в свободном и связанном состояниях, является наиболее мощным источником газовой выделения, определяющим характер газовой среды в форме. Сушка форм и введение в смесь газотворных добавок способствуют сокращению количества паров воды и уменьшению окислительной способности газовой фазы.

Паро-газовый поток, образующийся после заливки расплава в форму, фильтруясь через поры формовочной смеси, вытесняет из них кислород и азот воздуха от поверхности отливки, а в дальнейшем препятствует их диффузионному переносу из окружающей форму атмосферы.

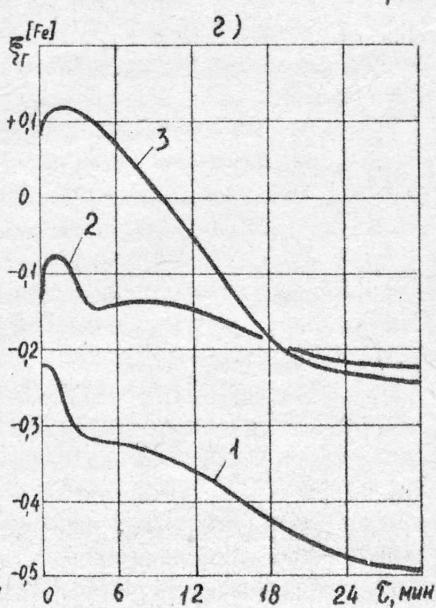
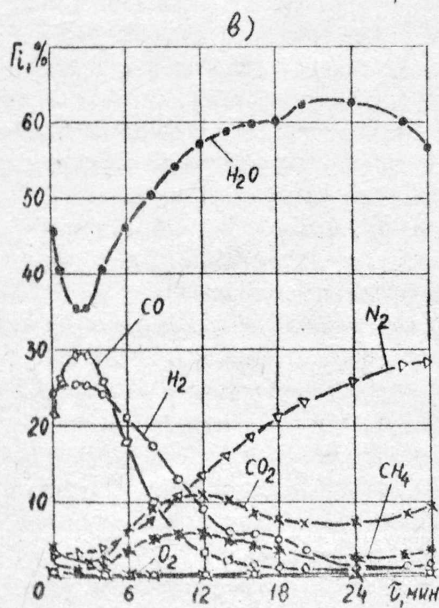
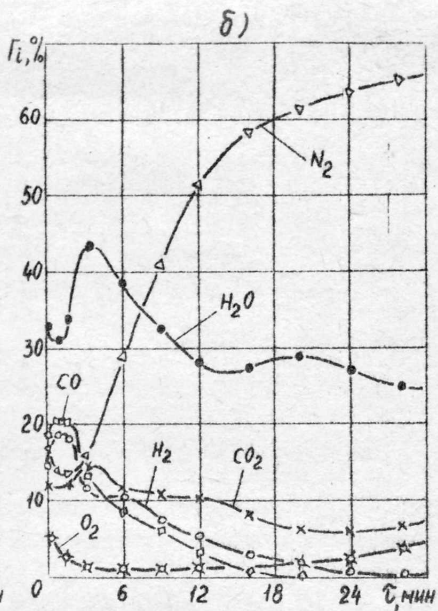
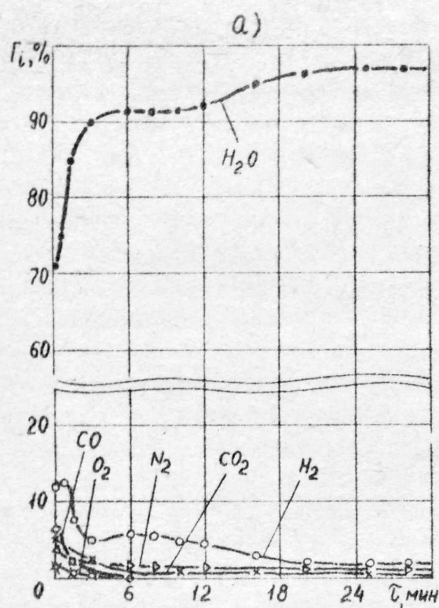


Рис. 3.

Легирующие элементы, уменьшая (или увеличивая) термодинамическую активность углерода в сплаве и взаимодействуя с компонентами газовой среды, участвуют в ее формировании у поверхности стальной отливки.

Таким образом, основными факторами, определяющими характер газовой среды у поверхности охлаждающейся стальной отливки, являются: испарение влаги, взаимодействие паро-газовой фазы с элементами сплава отливки, термодеструкция и окисление газотворных добавок и органических составляющих формовочной смеси, диффузия кислорода и азота из окружающей форму атмосферы. Способствуя усилению одних из них (нанесением на поверхность формы или введением в ее объем различных газотворных добавок) и ослаблению других (различные режимы сушки форм), возможно создавать и регулировать газовую среду на границе "металл-форма", способствуя повышению качества поверхности стальных отливок.

ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ, ПРОМЫШ- ЛЕННОЕ ОПРОБОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

На основании результатов проведенного исследования сформулированы общие требования к параметрам, характеризующим физико-химические свойства формовочных смесей и газотворных добавок, применение которых позволяет создавать в пограничном слое песчано-глинистых форм газовую среду, способствующую повышению качества поверхности стальных отливок.

При получении тонкостенных стальных отливок требуемая продолжительность создания и поддержания восстановительной или нейтральной газовой среды до образования твердой корочки металла на границе с формой невелика. В этом случае целесообразно производить кратковременную поверхностную подсушку формы, которая способствует сокращению количества паров воды в газовой фазе в указанный период, уменьшению газового давления и окислительных свойств газовой среды. Газотворные компоненты следует наносить на поверхность формы в виде кроющих красок, припылов и т.п. Для обеспечения требуемой продолжительности и интенсивности газовыделения (преимущественно восстановительных газов) целесообразно выбирать газотворные добавки с максимальным значением константы скорости газовыделения K_r при высоких температурах и относительно небольшой газотворной способностью Q_0 , так как процессы термодеструкции и окисления в данном случае протекают преимущественно при

температурах близких к температуре поверхности отливки. После прекращения действия газотворных добавок резко увеличивается количество паров воды в газовой фазе формы у поверхности отливки. Газовая среда за счет этого станет окислительной.

При литье толстостенных деталей требуется более продолжительные процессы газовыделения и поверхностная подсушка форм. Газотворные добавки целесообразно вводить в более глубокие слои формы (в виде облицовок, проникающих красок и т.п.). При этом процессы термодеструкции и окисления газотворных добавок будут протекать преимущественно в объеме формовочного материала при более низких температурах. В связи с этим целесообразно использовать добавки с относительно невысоким значением параметра K_T и максимальным значением параметра Q_0 .

В тех случаях, когда не происходит проникания жидкого металла в поры формы, с целью устранения обезуглероживания и окисленности поверхностного слоя отливки принципиально возможно создавать и поддерживать нейтральную или восстановительную газовую среду с момента заливки и до выбивки отливки из формы. С этой целью как при получении тонкостенных, так и толстостенных стальных отливок необходимо производить тщательную сушку форм. Для обеспечения необходимой интенсивности и продолжительности газовыделения газотворные компоненты следует вводить в объем формовочной смеси. Процессы термодеструкции и окисления газотворных добавок будут протекать преимущественно в объеме формовочного материала. Поэтому, при получении тонкостенных отливок, когда форма прогревается до сравнительно невысоких температур, целесообразно использовать газотворные добавки с относительно невысоким значением K_T , а при получении толстостенных отливок — с минимальным значением параметра K_T . Газотворные добавки, вследствие их малой концентрации в объеме смеси, как в том, так и в другом случае должны обладать максимальным значением Q_0 .

В производственных условиях произведена проверка разработанных

* Параметры K_T и Q_0 предложены В.А.Васильевым и В.П.Кузнецовым. Им показано, что интенсивность газовыделения зависит как от удельной газотворной способности материала, так и константы скорости газовыделения, в то время как продолжительность газовыделения определяется преимущественно величиной параметра K_T . С уменьшением K_T длительность процесса газовыделения возрастает, а интенсивность — уменьшается.

рекомендаций и основных положений механизма формирования качества поверхности стальных отливок в песчано-глинистых формах. Работа проводилась применительно к отливкам "блок мостового крана" (толщина стенки $20 + 30$ мм, вес - 90 кг, сталь 25Л), выпускаемым Узловским ордена Трудового Красного Знамени машиностроительным заводом им. И.И.Федунца.

В соответствии с рекомендациями было разработано покрытие в виде газотворной краски.

Отлита партия деталей "блок мостового крана" в количестве 50 шт. с использованием разработанного покрытия. Количество наносимой краски устанавливалось экспериментальным путем по результатам анализа состава и окислительно-восстановительных свойств газовой среды в форме у поверхности охлаждающейся опытной отливки.

Отливки, полученные с применением разработанного покрытия, имели чистую без пригара поверхность. Шероховатость поверхности отливок составляла величину $0,05 + 0,1$ мм, в то время как по старой технологии она составляла $0,4 + 0,6$ мм.

Краска рекомендована к промышленному использованию. Ожидаемый экономический эффект от внедрения покрытия за счет снижения трудоемкости очистных операций (галтовки, дробеметной обработки и наждачной зачистки) составляет 5 руб. на тонну годного литья.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Экспериментально показано, что основными компонентами газовой среды песчано-глинистой формы непосредственно у поверхности стальной отливки являются: H_2O , CO_2 , O_2 , N_2 , CO и CH_4 . При этом количество паров воды является преобладающим как в сырых, так и сухих формах.

2. Газовая среда в форме у поверхности охлаждающейся стальной отливки не остается постоянной, а изменяется во времени с увеличением окислительной способности.

3. Установлен механизм формирования поверхностного слоя стальных отливок в песчано-глинистых формах. Показано, что в период до затвердевания поверхности стальных отливок необходимо создавать в форме восстановительную или нейтральную газовую среду, а в последующий период охлаждения отливок в форме - окислительную.

4. Установлены основные закономерности изменения состава и окислительно-восстановительных свойств паро-газовой среды пограничного слоя формы. Показано, что управлять количественным составом и окислительно-восстановительными свойствами паро-газовой

ореды на границе "металл-форма" с целью повышения качества поверхности стальных отливок возможно регулированием влажности формовочной смеси (поверхностная или объемная сушка форм) и введением в ее объем или в поверхностные слои специальных газотворных добавок.

5. Предложено оценивать количественно окислительно-восстановительные свойства паро-газовой среды литейной формы по отношению к компонентам сплава отливки термодинамическим параметром ξ -окислительно-восстановительным потенциалом. Установлено, что при температурах, превышающих 800°C , окислительно-восстановительный потенциал газовой среды по отношению к двух-, трех- и четырехвалентным компонентам сплава отливки равен сумме произведений потенциалов отдельных газообразных компонентов на их мольную долю в исходном составе газовой фазы. Предложен графический метод расчета ξ .

6. Предложены методика отбора с границы "металл-форма" и схема хроматографического анализа паро-газовых смесей, позволяющие определять их качественный и количественный состав из одной пробы, не прибегая к дополнительным методам анализа.

7. На основе проведенного исследования разработаны практические рекомендации по созданию и регулированию количественного состава и окислительно-восстановительных свойств паро-газовой среды на границе "металл-форма" с целью повышения качества поверхности стальных отливок, получаемых в песчано-глинистых формах.

8. Разработан состав покрытия для песчано-глинистых форм в виде газотворной краски, обеспечивающий повышение качества поверхности стальных отливок. Покрытие прошло производственное испытание на Узловском ордена Трудового Красного Знамени машиностроительном заводе им. И.И.Федунца и было рекомендовано к промышленному использованию.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения покрытия составляет 5 руб. за тонну годного литья.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Сидоров Н.М., Васильев В.А. Методика определения состава паро-газовой среды литейной формы. Известия ВУЗов "Машиностроение", № 2, 1976.

2. Сидоров Н.М., Васильев В.А. Исследование влияния газовой среды на качество поверхности стальных отливок. Сб. "Получение отливок с чистой поверхностью", Киев, 1976.

Л70388 от 13.02.79г

Объем I п.л. Тип. МВТУ

Заказ 311 тип. 100