

М302139

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Московское
ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшее техни-
ческое училище имени Н.Э.Баумана

ИЛЬИН ВЯЧЕСЛАВ ВАСИЛЬЕВИЧ

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОВОГО РЕЖИМА ФОРМЫ И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА
КАЧЕСТВО СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК ПРИ ЛИТЬЕ ПО
ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ С ПОДАЧЕЙ CO_2 В ПОЛОСТЬ ФОРМЫ
ПРИ ЗАЛИВКЕ

05.16.04 - Литейное производство

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

Москва

1976

НА ДО
НЕ ВЫДАЕТ

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

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор СТЕПАНОВ Ю.А.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор ШУКОВ А.А.

кандидат технических наук, с.н.с. ЛАМАСОВ А.А.

Ведущее предприятие: Рязанский завод ТИПО

Защита диссертации состоится " _____ " _____ 1976г.
на заседании специализированного Совета _____

Московского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшего технического училища имени Н.Э.Баумана по адресу:
Москва, Б-5, 2-я Бауманская, д.5.

Заяв отзывает в 2-х экземплярах, заверенные печатью, прось-
ба высылать по указанному адресу.

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

Автореферат разослан " _____ " _____ 1976г.

АННОГО СОВЕТА
аук. доцент

Беликов О.А.

М302139

каз 1940 Тираж 100 экз.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Московское

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

ИЛЬИН ВЯЧЕСЛАВ ВАСИЛЬЕВИЧ

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОВОГО РЕЖИМА ФОРМЫ И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА
КАЧЕСТВО СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК ПРИ ЛИТЬЕ ПО
РАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ С ПОДАЧЕЙ CO_2 В ПОЛОСТЬ ФОРМЫ
ПРИ ЗАЛИВКЕ

05.16.04 - Литейное производство

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1302139

Ильин В.В. Исследование га

19302139

Актуальность проблемы. Решения Партии по дальнейшему развитию народного хозяйства предполагают наряду с развитием автоматизации и механизации производства разработку и внедрение новых прогрессивных технологических процессов. В литейном производстве одним из таких технологических процессов является литье по пенополистироловым газифицируемым моделям.

Применение этого способа при изготовлении крупных отливок позволяет снизить трудоемкость изготовления моделей и отливок, повысить их точность и, что так же немаловажно, оберегать ценные породы древесины, идущие на изготовление модельной оснастки. В настоящее время способ успешно применяется для получения отливок из чугуна и углеродистых сталей в единичном и массовом производстве. Однако, в настоящий момент способ еще не получил должного распространения, так как полученные по газифицируемым моделям отливки часто бывают поражены специфическими дефектами — объемным и поверхностным науглероживанием стальных отливок и поверхностными дефектами типа "плен", "волнистости" — на чугунных отливках, вызванными углеродом, выделяющимся при разложении газифицируемой модели.

Кроме того, при разложении модели во время заливки выделяется большое количество паров и газов, сажистых продуктов, которые совместно с углеродом могут попадать в атмосферу цеха, ухудшая санитарно-гигиенические условия труда. Поэтому совершенствование перспективного технологического процесса является актуальной задачей.

Цель работы. Целью работы являлось улучшение качества отливок из серого чугуна и углеродистой стали при литье в формы с газифицируемыми моделями путем регулирования газовой среды в полости формы в процессе заливки осуществлением конверсии углеводородов продуктов разложения модели углекислым газом.

Основная научная задача заключается в установлении закономерностей взаимодействия продуктов разложения газифицируемой модели с металлом при подаче углекислого газа в полость формы в процессе заливки.

Методы исследований. При исследовании термодеструкции пенополистирола применялась методика пиролитической газовой хроматографии с использованием спаренных вакуумных хроматографов фирмы "Гриффин и Джордж" с катарометрами. Анализ газовой среды полости

формы при заливке осуществлялся по разработанной методике с применением хроматографа ХТ-8.

Химический анализ и исследование структуры отливок проводились по существующим методикам.

Исследование газосодержания стальных отливок проводилось методом вакуум-плавления образцов установленного размера.

Научная новизна заключается в установлении закономерностей изменения состава газовой среды полости формы с газифицируемой моделью при подаче CO_2 в полость формы в процессе заливки в зависимости от количества подаваемого CO_2 и технологических параметров процесса, состоящих в том, что в определенных условиях осуществления конверсии углеводородов продуктов разложения газифицируемой модели углекислым газом возможно уменьшить количество специфических дефектов на отливках из чугуна и избежать объемного науглероживания отливок из углеродистых сталей.

Практическая ценность работы заключается в том, что на основе результатов проведенного исследования разработан способ заливки форм с газифицируемыми моделями с подачей CO_2 в полость формы, определены оптимальные режимы технологического процесса, позволяющие уменьшить специфические дефекты отливок из чугуна и углеродистых сталей, повысить их качество и улучшить санитарно-гигиенические условия труда в литейном цехе. Рекомендации работы использованы в РМ2-043-04-1-75 МИНСТАНКОПРОМА.

Реализация работы в промышленности. Основные выводы и рекомендации работы были опробованы в условиях цеха чугунного литья ГАЗа, а также в цехе стального литья Азовского завода КПО и показали положительные результаты. Внедрения результатов работы, осуществлено в цехе ремонтного литья ВАЗа.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались

- на научном семинаре кафедры АМ-5 МВТУ им. Баумана, 1973,
- на Всесоюзной конференции "Литье по газифицируемым моделям", Киев, 1972,
- на Всесоюзной конференции "Литье по газифицируемым моделям", Киев, 1974,
- на заседании Комитета литья по газифицируемым моделям МПНТО МАШПРОМ, Москва, 1973г.,
- на Всесоюзном научно-техническом совещании "Перспективы

расширения применения пластмассовой модельной оснастки и пенополистироловых газифицируемых моделей в литейном производстве", ГИКТБ, Ташкент, 1975.

- на Всесоюзном семинаре "Производство отливок по пенополистироловым моделям", МДНТП, Москва, 1976.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 3 статьи.

Объем работы. Работа состоит из 4-х глав, изложенных на 100 страницах машинописного текста, 42-х рисунков и 8 таблиц. Список литературы содержит 74 наименования советских и зарубежных авторов.

Глава I посвящена анализу современного состояния вопроса и возможности управления газовой средой полости формы при заливке путем конверсии углеводородов продуктов разложения модели.

Основными процессами при литье по газифицируемым моделям в системе металл-модель-форма являются:

1/ термодеструкция пенополистироловой модели при заливке.

2/ физико-химическое взаимодействие продуктов разложения модели с заливаемым металлом.

3/ фильтрация и массоперенос летучих продуктов термодеструкции в стенках формы.

4/ физико-химическое взаимодействие затвердевающей отливки и формы.

Анализ литературных данных показал неполноту имеющихся сведений по перечисленным вопросам. Имеющиеся данные по качественному и количественному составу паро-газовой смеси продуктов термодеструкции пенополистирола получены без учета влияния литейной формы.

Опубликованные данные по оптимальным технологическим режимам литья по газифицируемым моделям не позволяют полностью избавиться от специфических дефектов в отливках. Имеющиеся сведения по возможности регулирования газовой среды полости формы при заливке для их практического использования недостаточны. Отсутствуют данные о режимах и условиях осуществления регулирования газовой среды полости формы. В то же время в литературе имеется целый ряд работ, посвященных конверсии углеводородов при высоких температурах и различных давлениях. Анализ этих работ позволил установить возможность использования их результатов для осуществления регулирования газовой среды полости формы при ли-

тые по газифицированным моделям путем конверсии углеводородов продуктов разложения модели углекислым газом.

В результате проведенного анализа основными задачами работы явились:

- исследование термодеструкции пенополистироловой модели при подаче углекислого газа в зону разложения модели с целью определения состава паро-газовой смеси и характера ее изменения при изменении количеств CO_2 в условиях литейной формы;
- теоретический анализ физико-химического взаимодействия продуктов разложения модели в полости между металлом и моделью при подаче углекислого газа в полость формы при заливке с целью осуществления реакций конверсии углеводородов продуктов разложения модели;
- экспериментальные исследования химического состава, структуры и газосодержания отливок из чугуна и углеродистых сталей, полученных при осуществлении конверсии углеводородов при заливке;
- определение оптимальных режимов заливки форм с газифицируемыми моделями при осуществлении конверсии углеводородов углекислым газом;
- разработка способов регулирования газовой среды полости формы при заливке для малких отливок массового производства, производственная проверка и внедрение результатов работы в производство.

Глава II содержит результаты исследований состава газовой фазы при осуществлении конверсии углеводородов продуктов разложения модели углекислым газом в условиях литейной формы. Предварительно проводились исследования термодеструкции пенополистирола в среде CO_2 с целью определения изменения состава паро-газовой фазы в условиях протекания реакций конверсии углеводородов типа $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO} + 2\text{H}_2$

Исследования проводились методом пиролизической газовой хроматографии в зависимости от количества CO_2 , подаваемых в пирочайку.

Паро-газовая смесь анализировалась на двух последовательно соединенных хроматографах формы "Гриффин и Джордж" при температуре пиролиза $T=1500^\circ\text{C}$ и времени пиролиза $t = 1,5-3,0$ сек. Углекислый газ подавался шприцом в поток газа-носителя на входе в катарометр.

При этом отмечено изменение количественного состава парогазовой фазы при изменении количества CO_2 , подаваемого в пирюачейку (табл. I).

Таблица I

К-во CO_2 (см ³)	Состав паро-газовой смеси (% об.)										
	H_2	O_2	N_2	CH_4	C_3H_8	Бен- зол	Толу- ол	Сти- рол	CO_2	C_nH_m	CO
0,0	58,9	-	-	16,1	-	6,2	0,6	18,2	-	-	-
2,0	3,83	0,78	4,5	1,69	0,5	4,9	0,4	8,2	75,2	-	-
4,0	4,5	0,7	5,4	0,8	0,04	2,32	0,1	3,54	82,6	-	-
10,0	6,9	2,3	8,32	0,4	-	2,0	0,9	4,1	75,1	-	-

Таким образом, в результате осуществления конверсии углеводородов наблюдается снижение количества метана и паровой фазы, что свидетельствует о возможности регулирования газовой среды, взаимодействующей с заливаемым металлом.

Исследования состава газовой среды при подаче углекислого газа в условиях литейной формы проводились по специально разработанной методике в зависимости от различных факторов. Анализ газовой смеси проводился на хроматографе ХТ-8. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Скорость подъема металла в форме (см/сек)	С о с т а в г а з о в (% об.)						
	CO_2 (см ³ /г. мод. сек)	CH_4	H_2	O_2	N_2	CO	CO_2
0,5	67	6,0	19,0	9,0	34,0	6,5	10,0
	85	5,0	16,5	6,5	27,0	4,5	39,0
	102	3,5	16,5	5,0	22,0	2,5	50,0
	137	2,0	21,0	7,0	30,0	1,0	33,0
1,0	0	4,5	22,0	12,1	46,4	3,0	11,0
	50	2,5	23	7,0-9,0	33,0	2,5	24,0
	67	1,5-2,0	14,5	5,0	20,0	2,5	55,0
	85	1,0-1,5	9,0-11,0	6,0	24,5	2,0	53,0

	0	5,0-6,0	33,0	6,5	34,0-36,0	3,0	12,5
	50	4,5	26,0	6,5	29,0	2,5	25,0
2,0	67	3,0	15,0	12,0	47,0	2,0	20,0
	85	1,5	10,0	15,0	60,0	1,0	11,0

Анализ результатов таблицы 2 показывает, что при увеличении подачи CO_2 снижается количество углеводородов в составе газовой фазы за счет конверсии их углекислым газом при различных скоростях заливки. Снижение количества водорода и одновременное увеличение количества воздуха в составе газовой фазы возможно объяснить взаимодиффузией водорода и воздуха из пор формы.

Полученные результаты позволяют определить начало протекания реакции конверсии. Конверсия начинается при тех количествах CO_2 , которые дают в табл. 2 минимальные значения O_2 и N_2 и максимальные - CO_2 .

Теоретический анализ физико-химического взаимодействия продуктов разложения пенополистироловой модели в полости между металлом и моделью при осуществлении конверсии образующихся углеводородов углекислым газом в процессе заливки показал, что в условиях литья кинетика и механизм протекания химических реакций в полости формы между металлом и моделью в процессе заливки определяются неравновесностью протекания физико-химических процессов из-за кратковременности заливки, а также температурой паро-газовой среды.

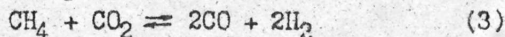
Анализ кинетики протекания основных химических реакций в полости формы между металлом и моделью, влияющих на качество получаемых отливок, таких как реакция разложения углеводородов



реакция Белла-Будуара



и реакции конверсии углеводородов типа



показывает, что при литье без подачи углекислого газа решающее значение имеет реакция (1), протекающая на зеркале металла, а также реакция (2), протекающая в объеме зазора в обратном направлении с выделением углерода. Подача CO_2 в полость формы, как показали эксперименты, снижает температуру газов в зазоре, снижая тем самым сред-

ную температуру реакционной зоны над зеркалом металла.

В зависимости от подаваемых количеств CO_2 возможен различный характер взаимодействия газообразных компонентов:

а) при подаче небольших количеств CO_2 скорости реакций (1), (2) и (3) будут одного порядка (интервал 1100-1300°K). В этом случае вероятность преобладания той или иной реакции будет определяться константой равновесия, а она у реакции (3) на 2 порядка выше, поэтому преимущественно будет протекать реакция конверсии углеводородов.

б) увеличение подачи CO_2 может привести к тому, что средняя температура реакционной зоны понизится настолько, что изменится направление реакций (2) и (3), т.е. увеличится выделение углерода, и, соответственно, увеличится вероятность науглероживания отливки, появления поверхностных дефектов.

Результаты анализа позволяют сделать вывод о том, что имеется некоторый интервал количеств CO_2 , при котором возможно избежать появления специфических дефектов.

Результаты теоретического анализа позволили уточнить постановку экспериментов по исследованию возможности устранения дефектов путем конверсии углеводородов и по определению оптимальных режимов осуществления регулирования состава газовой среды при литье по газифицируемым моделям.

В г л а в е III экспериментально исследовались химический состав, структура и газосодержание отливок из чугуна и низкоуглеродистых сталей. Исследовались отливки размером 50x200x300 мм, полученные по моделям, вырезаемым из плит ПСВ-Л, в жидкостекольных смесях. Подвод металла в форму осуществлялся сифоном. Сталь выплавлялась в основной индукционной печи емкостью 150 кг.

Структура изучалась на микроскопе ММР-2Р. Анализ газосодержания отливок проводился методом вакуум-плавления образцов центральной части отливок.^{х)}

В результате исследований установлено, что содержание углерода в отливках из чугуна и структура его существенно не изменяются при изменении количеств CO_2 , подаваемых в форму. Количество внешних дефектов уменьшается при подаче CO_2 , однако, избыточное увеличение подачи углекислого газа приводит к увеличению количества дефектов.

х) Выполнено в ВЗМИ.

Исследования химического состава стальных отливок показали, что при увеличении подачи углекислого газа объемное науглероживание уменьшается, однако, имеется некоторый предел количеств CO_2 , превышение которого приводит к увеличению объемного науглероживания. Исследования микроструктуры стальных отливок также показали отсутствие объемного науглероживания при подаче определенного количества углекислого газа в полость формы при заливке.

Повышение содержания водорода в случае литья с подачей CO_2 значительно меньше, чем при литье по газифицируемым моделям обычным способом, за счет снижения парциального давления его, и соответственно, растворимости в металле. Повышение содержания газов в приливной части отливки происходит в результате механического замешивания их в металл в конечный момент заполнения формы и образования газовых раковин.

Экспериментальное определение коэффициента массопередачи K_x , характеризующего скорость перехода углерода через границу раздела фаз, показало, что в случае литья по газифицируемым моделям с подачей CO_2 значение K_x на 1,5 порядка ниже, чем при литье по пенополистироловым газифицируемым моделям обычным способом.

Измерения температуры газовой среды в полости формы между металлом и моделью показали, что при подаче больших количеств CO_2 происходит значительное снижение температуры газов в зазоре и, соответственно, сужение реакционной зоны над зеркалом металла; при этом начинают преобладать реакции с выделением углерода, являющегося источником дефектов.

Таким образом, экспериментальные исследования подтвердили результаты теоретического анализа о возможности устранения специфических дефектов отливок путем регулирования газовой среды полости формы при заливке осуществлением реакций конверсии углеводородов продуктов разложения модели.

На основании теоретических выводов и результатов экспериментальных исследований были определены оптимальные технологические режимы осуществления регулирования атмосферы полости формы в процессе заливки с целью получения качественных отливок.

Глава IV.

1. Посвящена разработке промышленных рекомендаций и их производственному опробованию и внедрению.

2. Разработка способов управления, позволяющих расширить с-

дасть применения результатов данной работы.

Результаты работы позволили сделать следующие практические рекомендации по регулированию газовой среды полости формы при заливке.

1. Для получения качественных отливок при литье по газифицируемым моделям и улучшения санитарно-гигиенических условий труда рекомендуется вводить в полость формы во время заливки углекислый газ для осуществления реакций конверсии углеводородов, образующихся при разложении модели.

2. Оптимальные количества CO_2 при литье чугунных отливок со скоростью подъема металла в форме $V_{\text{мет}} = 1,5-2,0$ м/сек. составляют $50-55 \text{ см}^3/\text{г.мод.сек.}$, а при литье стальных отливок со скоростью $V_{\text{мет}} = 4,0-4,5$ м/сек. составляют $22-25 \text{ см}^3/\text{г.мод.сек.}$. Для других скоростей заливки форм в работе даны соответствующие рекомендации по подбору оптимальных количеств CO_2 .

3. Количество мест подвода CO_2 назначается исходя из площади поперечного сечения модели, перпендикулярного направлению подъема металла, причем, при оптимальных количествах CO_2 взаимодействие газов происходит на площади $400-450 \text{ см}^2$.

Для регулирования расхода углекислого газа можно использовать специально разработанную опытно-промышленную установку.

В результате опробования рекомендаций работы при литье плит штампов из чугуна размером $1200 \times 1090 \times 75$ мм в условиях литейного цеха № 3 ГАЗа были получены годные отливки с минимальным количеством дефектов. В процессе заливки не наблюдалось самовыделения в атмосферу цеха.

Кроме этого, способ литья по газифицируемым моделям с подачей CO_2 в полость формы при заливке был опробован и внедрен на ВАЗе.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Исследование процесс литья по газифицируемым моделям с регулированием газовой среды полости формы при заливке путем конверсии углеводородов продуктов разложения модели углекислым газом с целью устранения специфических дефектов, присущих этому способу, и улучшения санитарно-гигиенических условий труда. Результаты исследований показали целесообразность и перспективность применения этого метода при литье крупных отливок из чугуна и углеродистых сталей.

2. Установлены закономерности изменения состава газовой среды в полости литейной формы с газифицируемой моделью при подаче CO_2 в форму в процессе заливки, состоящие в следующем:

- характер изменения состава газовой среды при подаче различных количеств CO_2 остается неизменным;

- состав газовой среды полости формы зависит от технологических факторов, определяющих кинетику протекания реакции конверсии углеводородов - продуктов разложения модели: температуры металла, скорости подъема его в форме, количества CO_2 , подаваемого в форму;

- при постоянной температуре заливки металла и постоянном ходе CO_2 реакции конверсии углеводородов начинаются тем раньше, чем выше скорость подъема металла в форме, что связано с уменьшением зазора между металлом и моделью и уменьшением количества образующейся при разложении газифицируемой модели газовой фазы;

- в результате анализа кинетики протекания физико-химического взаимодействия компонентов газовой среды полости формы при заливке с подачей CO_2 установлено, что увеличение количества CO_2 может привести к преобладанию реакций с выделением углерода и к увеличению дефектов отливок в результате снижения температуры газов в полости формы.

Для данной скорости заливки и температуры металла существует определенное количество CO_2 , подаваемого в форму, при котором реакция конверсии идет наиболее полно, и выделение твердого углерода, способного взаимодействовать с отливкой, минимально.

3. Исследованиями химического состава, структуры и содержания газов в отливках из чугуна и малоуглеродистых сталей показана возможность устранения специфических дефектов на отливках регулированием подачи CO_2 в полость формы при заливке:

- повышение содержания углерода в отливках из малоуглеродистой стали может быть устранено лишь при оптимальных количествах CO_2 , подаваемого в форму при заливке ее с заданной скоростью;

- количество специфических дефектов на чугунных отливках может быть уменьшено также при оптимальных количествах CO_2 , подаваемого в форму при заливке ее с заданной скоростью.

- газосодержание в отливках из малоуглеродистой стали при оптимальных количествах CO_2 не превышает исходного в заливаемом металле.

- принципиально возможно применить полученные результаты при литье малых отливок серийного производства, используя твердую углекислоту для осуществления реакции конверсии.

4. Производственное опробование и внедрение исследованного способа заливки форм с газифицируемыми моделями при изготовлении крупных отливок единичного и мелкосерийного производства из чугуна и углеродистых сталей подтвердила принятые теоретические предпосылки и полученные экспериментальные данные.

5. Рекомендации работы использованы при разработке ВНИИМЕТМАШ и МВТУ им. Баумана руководящих материалов РМ2-043-01-1-75 "Технологический процесс изготовления отливок по пенополистироловым газифицируемым моделям".

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Степанов Ю.А., Ильин В.В., Баландина В.А., Ширяев Л.В., Черепанов Н.Х. Исследование процесса литья по газифицируемым моделям с регулированием атмосферы формы. В сб. "Литье по газифицируемым моделям" ИГиЛ АН УССР, г.Киев, 1973.

2. Степанов Ю.А., Семенов В.И., Черепанов Н.Х., Ильин В.В., Холоденко Е.Ш. Литье по пенополистироловым газифицируемым моделям, НИИМАШ, 1975.

3. Ильин В.В., Степанов Ю.А. Управление формированием свойств отливок по газифицируемым моделям регулированием газовой среды формы при заливке. Сб. "Литье по газифицируемым моделям", Киев, 1975.

Зеленый
19.06.76