

21.74(043)

2674

2

На правах рукописи

Министерство высшего и среднего специального образования
С С С Р

Челябинский политехнический институт
имени Ленинского комсомола

КОРНИЕНКО Виктор Тимофеевич

Исследование процессов очистки отливок от пригара
и разработка метода комплексной оценки
противопригарных свойств формовочных материалов

(Специальность 06.16.04 - "Литейное производство")

Автореферат диссертации на
соискание ученой степени
кандидата технических наук

Челябинск - 1973

ЧПИ

Работа выполнена в отраслевой лаборатории технологии литейных процессов Челябинского политехнического института им. Ленинского комсомола.

Научные руководители:

доктор технических наук, профессор Ю.П.Васин;
кандидат технических наук, старший научный сотрудник В.Я.Иткис.

Официальные оппоненты:

профессор П.В.Черногоров;
доцент, кандидат технических наук А.И.Смолин.

Ведущее предприятие - Конструкторско-технологический институт автомобильного машиностроения (ИТИАМ).

Автореферат разослан "___" _____ 1973 г.

Защита диссертации состоится "16" мая 1973 г. в 15 час. в аудитории _____ на заседании Совета по присуждению ученых степеней металлургического факультета при Челябинском политехническом институте им. Ленинского комсомола (454 044, Челябинск, пр. Ленина, 76).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Челябинского политехнического института им. Ленинского комсомола.

Просим Вас и сотрудников Вашего учреждения, интересующихся темой диссертации, принять участие в заседании Совета и прислать отзыв в двух экземплярах, заверенных гербовой печатью.

Ученый секретарь Совета
доцент, канд. техн. наук

В.Н. Гончар

(В.Н. Гончар)

В В Е Д Е Н И Е

В решениях XXIV съезда КПСС отмечается, что главной экономической задачей партии и советского народа в настоящий период является обеспечение значительного подъема материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства и увеличения производительности труда. Большое внимание при этом уделяется повышению эффективности научно-исследовательских работ и внедрению в производство новых технических решений.

В настоящее время из общего количества литья 75-80% производится в песчано-глинистых формах. Указанный способ производства отливок обладает рядом преимуществ, однако образующийся на литых поверхностях пригар в ряде случаев приводит к значительному увеличению трудозатрат на очистных операциях.

Существенный вклад в решение проблемы устранения пригара внесли советские ученые П.П.Берг, П.Н.Бидуля, Б.Б.Гуляев, Ю.П.Васин, К.И.Ващенко, А.А.Горшков, И.В.Куманин, П.В.Черногоров, Ф.Д.Оболенцев, А.А.Рыжиков и др.

Современные научные представления о борьбе с пригаром на стальных отливках можно свести к двум принципиально различным направлениям:

- 1) ослабление окислительных процессов на границе металла с формой,
- 2) усиление их путем применения химически активных формовочных материалов и добавок.

Относительно эффективности различных способов борьбы с пригаром и областей их применения нет единого мнения. Это объясняется, в известной степени, отсутствием единой достаточно надежной методики оценки результатов исследований.

Применение методики количественной оценки противопригарных свойств формовочных смесей и материалов долж-

но способствовать накоплению и систематизации результатов исследований, что в значительной степени может облегчить решение проблемы устранения пригара и уменьшения трудозатрат на очистных операциях.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Существующие в настоящее время методы оценки пригарных поверхностей на образцах и отливках обладают рядом недостатков, которые препятствуют их широкому применению в исследовательской работе. Основными из них являются: малая точность, обусловленная ошибками субъективного характера, а также возможность их применения только для частных случаев образования пригара и мало распространенных способов очистки литья.

Разработка и осуществление метода оценки пригара, лишенного указанных недостатков, возможны на основе изучения основных особенностей процессов удаления пригарных слоев в производственных условиях и моделирования их при испытании на приборах. При этом оценка пригара должна производиться не абстрактно, а конкретно, в зависимости от способа очистки, применяющегося для обработки отливок, изготавливаемых на исследуемых смесях.

Важность проблемы борьбы с пригаром, отсутствие удовлетворительных методов оценки противпригарных свойств формовочных материалов и недостаточная изученность особенностей процессов разрушения пригарных слоев при очистке отливок в производственных условиях определили постановку следующих задач исследований.

1. Изучение наиболее распространенных способов очистки отливок с целью установления основных закономерностей процессов удаления пригара.

2. Разработка метода количественной оценки пригара, базирующегося на моделировании основных закономерностей процессов его удаления с отливок.

3. Применение разработанного метода для исследований и сравнительной характеристики противопригарных свойств формовочных смесей и красок.

4. Промышленные испытания и внедрение результатов исследований.

II. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УДАЛЕНИЯ ПРИГАРА ПРИ ОЧИСТКЕ ОТЛИВОК В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Наиболее распространенными способами очистки отливок в настоящее время являются очистка в галтовочных и дробеметных барабанах, дробеструйных камерах, а также удаление остатков пригара с помощью пневматических рубильных молотков. В результате теоретического анализа были найдены следующие выражения для определения глубины разрушения пригарных слоев при одноразовом воздействии на них разрушающих тел.

Очистка в галтовочных барабанах

а) внедрение выступа звездочки в слой пригара в результате удара по ней падающей отливки:*

$$P_{отл} H = 4\sigma_p h_i^3 \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \alpha + f_0) + \sigma_p S_0 h_i \quad (1)$$

б) внедрение выступа звездочки в результате трения ее о пригарный слой:

$$h_i = \sqrt{\frac{P_{зр}}{\left[4 \operatorname{tg}^2 \alpha (\operatorname{tg} \alpha + f_0)^2 + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha \left(1 + \frac{f_0}{\cos \alpha}\right)^2\right] [\sigma_{сж}]}} \quad (2)$$

В уравнениях (1), (2)

h_i - глубина внедрения выступа звездочки в слой пригара;

$P_{отл}$ - сила тяжести падающей на звездочку отливки;

$P_{зр}$ - сила тяжести груза, производящего давление на звездочку;

* Уравнение (1) решается с помощью вспомогательных величин и поэтому в явном виде не приводится.

- h - высота падения отливки на звездочку,
 α - угол между осью симметрии выступа звездочки и ее гранями;
 f_0 - коэффициент трения пары материал звездочки - пригарный слой;
 S_0 - величина площадки притупления выступа звездочки,
 σ_p - сопротивление разрушению пригарного слоя при динамическом нагружении;
 $[\sigma_{ст}]$ - предел прочности пригарного слоя при статическом сжатии.

Очистка дробью

$$h_i = \sqrt{\frac{m}{6,5\sigma_p z}} \cdot v, \quad (3)$$

- где h_i - глубина внедрения дробинки в пригарный слой;
 m - масса дробинки;
 z - радиус дробинки;
 v - скорость полета дробинки в момент удара;
 σ_p - сопротивление разрушению пригарного слоя при динамическом нагружении.

Обработка отливок пневматическими молотками

$$h_i = \sqrt{\frac{A_8}{\sigma_p \ell \left(0,43 \lg \frac{\alpha}{2} + \frac{\lg \frac{\alpha}{2} + f_0}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right)}}, \quad (4)$$

- где h_i - внедрение зубила пневмомолотка в пригарный слой;
 A_8 - величина работы удара зубила;
 ℓ - длина лезвия зубила;
 α - угол приострения зубила;
 f_0 - коэффициент трения пары материал зубила - пригарный слой;
 σ_p - сопротивление разрушению пригарного слоя при динамическом нагружении.

Многочисленные испытания образцов, приготовленных из сколотых с отливок различных пригарных корок, показали, что величины прочности их при статическом сжатии находятся в пределах 200-300 кг/см².

На основании данных, приведенных в работах по исследованиям процессов динамического разрушения различных материалов, можно в первом приближении принять, что сопротивление пригарного слоя разрушению σ_p при внедрении ударяющего тела равно удвоенной величине $2[\sigma_{сж}]$.

Для значений $[\sigma_{сж}]$, равных 200 и 800 кг/см², по формулам (1)-(4) были рассчитаны величины глубины разрушений пригарных слоев, соответствующие одноразовому воздействию нагрузки.

Расчеты показали, что при очистке отливок в галтовочных барабанах и с помощью пневматических рубильных молотков разрушение пригара при одноразовом воздействии нагрузки должно происходить на глубину, соизмеримую с толщиной пригарного слоя, составляющей на отливках мелкого и среднего развеса 2-3 мм. При очистке отливок мелкой дробью размером 0,6-0,9 мм глубина разрушений пригара от единичных ударов дроби значительно меньше и составляет 0,02-0,03 от толщины пригарных корок. Очистка дробью размером 2-4 мм занимает промежуточное положение: глубина разрушений составляет 0,07-0,4 от толщины слоя пригара.

На основе результатов расчета можно предположить, что разрушение пригара при обработке отливок пневматическими молотками и в галтовочных барабанах должно обуславливаться созданием в пригарном слое напряжений, распространяющихся на значительные области при каждом воздействии нагрузки. Существенное ослабление связи пригарного слоя с телом отливки (легкоотделимый пригар) должно приводить к быстрому удалению пригара крупными блоками.

Принципиально иной характер должен носить процесс удаления пригара при очистке отливок дробью размером 0,6-0,9 мм. Глубина разрушений пригарных слоев при ударах мелких дроби, а следовательно, и области распространения разрушающих напряжений незначительны. При высокой частоте ударов, характерной для данного способа

очистки, должно происходить равномерно-послойное удаление пригара. Решающим фактором, определяющим продолжительность очистки отливок этим способом, является прочность пригара в самом слое. Процессу очистки отливок крупной дробью должны быть одновременно свойственны особенности как галтовочной обработки и очистки с помощью пневматических молотков, так и особенности удаления пригара мелкой дробью.

Экспериментальная проверка подтвердила правильность теоретических положений.

Очистка образцов от пригара производилась пневматическими молотками, в галтовочном и дробеметном (с применением дроби размером 2-3 мм) барабанах и в дробеструйной камере (с применением дроби размером 0,6-0,9 мм). Для проведения экспериментов отливались чугунные образцы. Формы готовились из песчано-глинистых смесей с добавками поваренной соли, гематитовой руды, извести, а также из смеси с добавкой поваренной соли при покраске форм водной суспензией огнеупорной глины и извести. При этом на образцах образовывались пригарные слои, которым можно было дать качественную характеристику соответственно: трудноудаляемый, средний, слабый, легкоотделимый. Толщина пригарных корок на образцах составляла от 0,8 до 2 мм.

Исследования, проведенные на галтовочном барабанае, показали, что уменьшение толщины пригарного слоя происходит неравномерно во времени. Наибольшая интенсивность удаления пригара наблюдалась в первые моменты обработки образцов. При этом продолжительность очистки образцов с легкоотделимым и слабым пригаром была минимальной, а с трудноотделимым - максимальной.

В отличие от галтовочной обработки при дробеструйной очистке мелкой дробью наибольшее время требовалось для образцов с легкоотделимым пригаром. Кроме того, уменьшение толщины пригарных корок на всех образцах происходило сравнительно равномерно во времени.

Опыты, проведенные на дробебетном барабане с применением дробы размером 2-3 мм, показали, что процесс очистки образцов с трудноудаляемым пригаром имел характер равномерного во времени уменьшения толщины пригарного слоя. На образцах с легкоотделимым пригаром вначале наблюдалось равномерное уменьшение толщины пригара, затем внезапное его разрушение и полное отделение от поверхности образцов. Характер процесса удаления среднего и слабого пригара был аналогичен очистке в галтовочном барабане.

В опытах с пневматическим рубильным молотком измерялась непосредственно глубина выбоин пригара от единичных ударов долотчатого зубила. Эксперименты показали, что глубина разрушений пригарных слоев в этом случае была в пределах 0,70-0,76 мм, что составляло 0,89-0,97 толщины исследованных пригарных корок. При этом легкоотделимый пригар скалывался крупными блоками по границе с металлом.

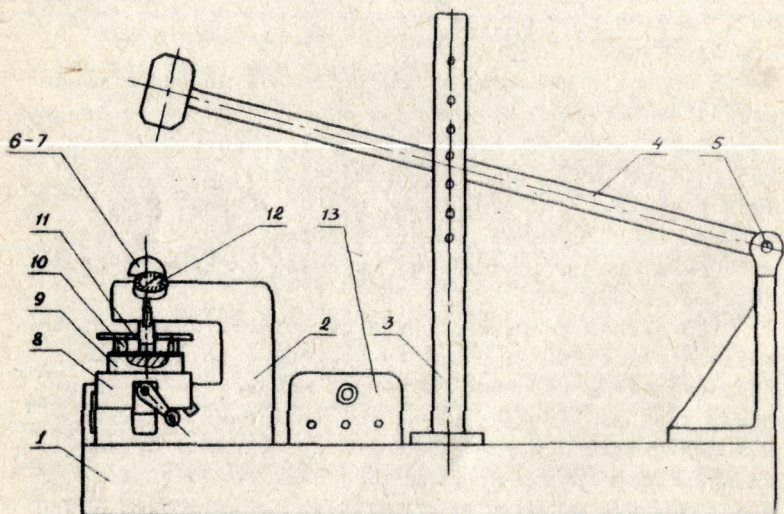
Результаты теоретических и экспериментальных исследований показали, что оценку пригара с точки зрения трудозатрат на очистных операциях необходимо производить, учитывая конкретные производственные способы очистки литья. Применительно к рассмотренным механическим способам оценку пригара необходимо производить при моделировании минимум двух видов его разрушения: а) путем приложения ударных нагрузок, обеспечивающих разрушение пригара крупными объемами; б) путем истирающего воздействия, обеспечивающего равномерно-последовательное снятие пригарной корки.

III. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПРИГАРА

Разработка метода оценки пригара при ударных нагрузках

Для оценки пригара путем разрушения его интенсивными ударными нагрузками сконструирован специальный прибор, работающий по принципу ударного внедрения в пригарный

слой бойка долотчатой формы (фиг.1). Прибор состоит из основания 1, на котором смонтированы станина 2, стойка 3 и штанга с грузом 4, вращающаяся на оси 5. В станине выполнено отверстие для установки ударника 6 с бойком 7 и паз для каретки 8, на которой крепится испытуемый образец 9.



Фиг.1. Схема прибора для оценки пригара при ударных нагрузках

В качестве оценки пригара применительно к ударным способам его разрушения была принята удельная величина трудозатрат, т.е. количество работы, затрачиваемое на удаление пригара с единицы поверхности образца:

$$A_{\text{уд}} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{pi}}{S_{\text{пр}}} \quad (5)$$

где A_{pi} - работа i -го удара;
 $S_{\text{пр}}$ - площадь очищенной от пригара поверхности;
 n - количество произведенных ударов.

На основании исследований, позволивших установить, что в интервале величин работы ударов от 0,2 до 1,39 кГм средняя величина отношений объема разрушения пригара к объему внедренной при ударе части бойка практически не зависит от глубины внедрения бойка, а определяется только свойствами пригарной корки, формула (5) была приведена к виду:

$$A_{уд} = \frac{1}{K_{\alpha}} \frac{\sum_{i=1}^n h_i^2}{h_0} \cdot \frac{A_{\beta}}{V_p}, \text{ кГм/см}^2. \quad (6)$$

Здесь K_{α} - коэффициент, зависящий от угла приострения бойка и длины его лезвия;

h_i - глубина внедрения бойка при i -м ударе, см;

h_0 - толщина пригарной корки, см;

A_{β} - работа удара, соответствующая проникновению бойка на толщину пригарной корки, кГм;

V_p - суммарный объем разрушенного пригара при ударах, см³;

n - количество ударов по образцу.

Для оценки пригара по формуле (6) необходимо измерить: 1) объем разрушенного при ударах пригара; 2) величины внедрений бойка, имеющих место при испытании; 3) толщину пригарного слоя, 4) работу удара, соответствующую проникновению бойка на толщину пригарной корки.

Образец, имеющий форму прямоугольного бруска с размерами пригарной поверхности 130x80, укрепляется в каретке прибора. На пригарной поверхности образца укрепляется рамка 10, на которую укладывается крышка 11 с отверстием для бойка. Удары в определенной последовательности наносятся по центральной оси испытуемой пригарной поверхности. После каждого удара каретка 8 с образцом 9 передвигается в новое положение. По образцу наносится 10 ударов. При этом по показаниям индикатора 12 фиксируется глубина внедрений бойка h_i . Отделившаяся часть пригара после снятия образца с прибора пересыпается в желоб, а затем в коробку для взвешивания. Объем разрушенного пригара V_p определяется по его весу и плотности.

С целью определения величины работы A_B удары наносятся по периферийным частям пригарной поверхности. Первоначально определяется ориентировочная работа внедрения A'_B . Для этого весь диапазон уровней сбрасывания груза разделен на три поддиапазона. Наносятся удары, соответствующие приблизительно средним величинам указанных поддиапазонов: три удара с энергией 0,19 кГм, три - с энергией 0,50 кГм, и три - с энергией 1,08 кГм. С помощью специального устройства - электромеханического реле (13) - по загоранию лампочки фиксируются случаи достаточно надежного контакта бойка с металлической поверхностью образца, которые отмечаются знаком (+). Знаком (-) отмечаются случаи, когда лезвие бойка не достигает поверхности металла. Совокупность знаков (+) и (-) сравнивается со специально разработанной матрицей, и штанга с грузом устанавливается на указанный в матрице уровень. Последний соответствует A'_B .

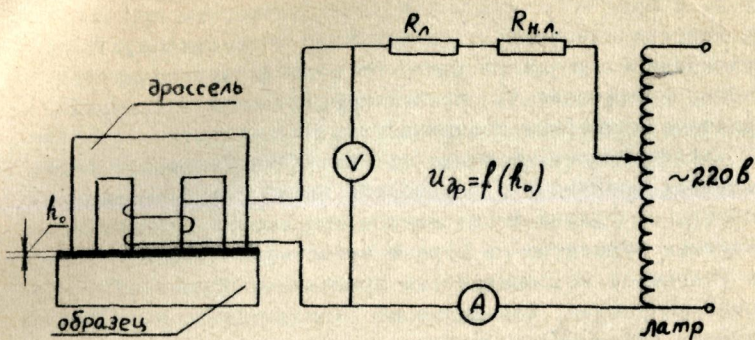
Для нахождения A_B по другой стороне периферийной части образца наносится 10 ударов с величиной работы A'_B . Подсчитывается количество ударов n_{\ominus} , когда боек не пробивает пригарный слой и лампочка реле не загорается. По n_{\ominus} с помощью опытным путем разработанной таблицы, определяется поправочный коэффициент K_A .

Работа внедрения A_B находится по формуле:

$$A_B = K_A \cdot A'_B.$$

Толщина пригарного слоя h_0 определяется на приборе (фиг.2), действие которого основано на свойстве пригара как слабого магнетика. На образец накладывается дроссель указанного прибора и по величине возникающего на нем напряжения с помощью градуировочной кривой определяется толщина пригарного слоя.

После определения необходимых параметров оценка пригара при ударном разрушении находится путем расчета по формуле (6).



Фиг.2. Схема прибора для определения толщины пригарного слоя

Исследование метода оценки пригара при ударных нагрузках

Исследование влияния угла приострения бойка на величину оценки $A_{уд}$ проводили при испытании пригарных поверхностей ударами бойка с углами приострения 60 и 90°. Результаты исследований показали, что с увеличением угла приострения работа внедрения A_B возрастает. Однако с учетом коэффициента K_{α} удельная работа разрушения пригара $A_{уд}$ остается практически неизменной. Это указывает на возможность получения сопоставимых результатов при испытании пригарных поверхностей бойками с различными углами приострения.

В производственных условиях очистки отливок в широких пределах изменяется направление приложения ударных нагрузок. При этом существенно изменяется эффективность удаления пригара. Наиболее изменяющимся параметром в этом случае является объем разрушения V_p .

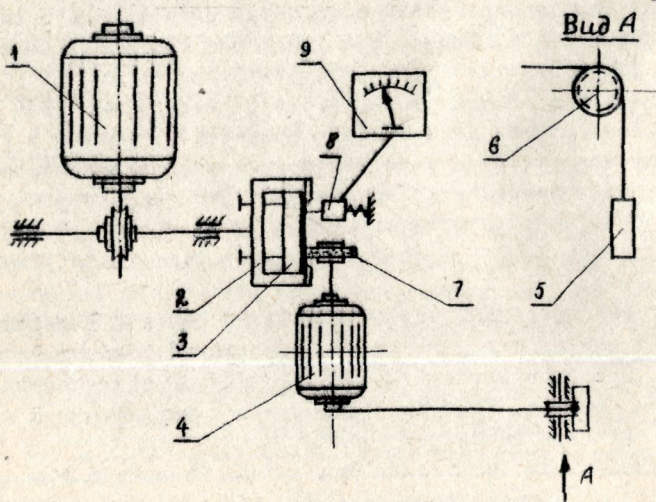
Исследования проводили при углах наклона бойка к пригарным поверхностям, равных соответственно 60, 75 и 90°. Результаты проведенных экспериментов показали, что при угле наклона 60° величина V_p в среднем в

2-3,5, а при 75° - в 1,2-1,5 раза больше, чем при нормальном направлении ударов. Однако было установлено, что при отклонении направления удара от нормали на один и тот же угол увеличение V_p приблизительно одинаковое для различных пригарных поверхностей.

Следовательно, с точки зрения сравнительной оценки различных пригарных поверхностей выбор того или иного направления ударов (постоянного при испытании всех исследуемых образцов) не играет существенной роли. Последнее указывает на возможность применения нормального направления ударов, как наиболее рационального в отношении простоты конструкции прибора.

Метод оценки пригара при истирающих нагрузках

Для оценки пригара при моделировании его разрушения, обуславливающего равномерно-послойное удаление пригарного слоя, использован прибор, сконструированный институтом ВПИЛитпром совместно с Северо-Западным политехническим институтом (фиг.3). Идея метода предложена Н.Т.Жаровым.



Фиг.3.Схема прибора для оценки пригара при истирающих нагрузках:

1-электродвигатель, 2-рамка, 3-образец, 4-электродвигатель, 5-груз, 6-блок, 7-абразивный круг, 8-щуп, 9-реле времени ВЛ-1

Разрушение пригара на данном приборе происходит от истирающего воздействия абразивного круга. Определение величины пригара осуществляется путем замера продолжительности этого процесса, которая при заданной величине мощности электрического тока характеризует пригар с точки зрения трудоемкости его удаления данным способом.

Величина оценки пригара рассчитывается по формуле:

$$T_c = (T_0 + T_1 + T_2 + \dots + T_n) - nt, \text{ сек.},$$

где T_i - продолжительность циклов, сек;

$i = 0, 1, 2, \dots, n$ - номер цикла;

n - количество циклов испытания;

t - время настройки реле, сек.

Метод комплексной оценки пригара

С целью количественной оценки пригара применительно к конкретным производственным способам очистки литья разработан метод комплексной оценки. Указанный метод заключается в испытании пригарных образцов на двух приборах (при ударных и истирающих нагрузках), определении оценок $A_{уд}$ и T_c и расчете по ним новых оценок, отражающих действительное время очистки пригара с исследуемых образцов в конкретных производственных условиях.

Путем математической обработки результатов экспериментов по сопоставлению $A_{уд}$ и T_c с фактической продолжительностью очистки образцов в производственных условиях были получены корреляционные соотношения для расчета указанных оценок.

По величине коэффициентов корреляции было установлено, что определение оценок пригара в применении к очистке отливок пневматическими молотками $T_{пм}$ и в галтовочных барабанах $T_{гб}$ необходимо производить по $A_{уд}$, в применении к очистке мелкой дробью $T_{дк}$ - по T_c . Расчет величины пригара применительно к очистке крупной дробью $T_{дб}$ необходимо производить по $A_{уд}$ и T_c совместно.

Соотношения для расчета приведены в таблице.

Производственный способ очистки отливок	Уравнение для расчета оценки пригара
В галтовочных барабанах	$T_{Гб} = -50,6 + 1136 A_{уд}$, сек
Пневматическими молотками	$T_{Пм} = 5,29 + 21,1 A_{уд}$, сек
В дробеметных барабанах (дробь размером 2-3 мм)	$T_{Дб} = 24,9 + 173,3 A_{уд} + 1,5 T_c$, сек
В дробеструйных камерах (дробь размером 0,6-0,9мм)	$T_{Дк} = 0,14 + 0,012 T_c$, сек

1У. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПРИГАРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОТИВОПРИГАРНЫХ СВОЙСТВ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ И КРАСОК

При изготовлении литья в песчаных формах условия образования пригара в значительной степени определяются конфигурацией отливок. С точки зрения пригораемости формовочной смеси к поверхности отливки наиболее тяжелые условия создаются в местах, где форма воспроизводит отверстия и глубокие полости, т.е. выполняет роль стержня; наиболее легкие, - где она выполняет наружные выпуклые и плоские поверхности. Указанные различия в условиях работы формовочных смесей обуславливают необходимость дифференцированного подхода к оценке их противопригарных свойств.

Исследования проводили на отливках из углеродистой стали с содержанием углерода 0,2-0,3%. Отливки имели форму восьмигранных втулок. Отверстия и наружные поверхности втулок выполнялись сборными стержнями из испытуемых смесей. После охлаждения и выбивки из формы отливки разрезались для получения плоских образцов, которые затем испытывались на приборах для оценки пригара.

На базе метода комплексной оценки пригара были исследованы противопригарные свойства песчано-глинистых формовочных смесей с углеродистыми и окислительными добавками. В качестве углеродистой добавки использовался топочный мазут в количестве 2,8%, а окислительной — шлам конверторного производства в количестве 1 и 2%, содержащий 70-80% Fe_2O_3 . Для того, чтобы можно было судить, в каком направлении действуют добавки, наряду с указанными смесями исследовалась песчано-глинистая смесь без специальных добавок.

Опыты показали, что при температурах заливки стали 1530-1540°C лучшими противопригарными свойствами как со стороны формы, так и со стороны стержня обладают смеси с окислительными добавками. При образовании пригара на образцах в смеси с добавками шлама со стороны стержня оценки $T_{ПМ}$ были в 3,3-4,3 раза, а $T_{ДБ}$ — в 1,6-3,2 раза меньше соответствующих оценок пригара, образованного смесью с мазутом. По сравнению с формовочной смесью без добавок достигалось снижение относительной величины трудозатрат в 1,7-2,2 раза при очистке пневмомолотками и 1,0-1,8 раза при очистке дробью. Со стороны формы при указанной температуре заливки стали образцы, полученные в смесях со шламом, как правило, имели чистую от пригара поверхность, в то время как на образцах, полученных в смесях с мазутом и без добавок, наблюдался сравнительно небольшой с точки зрения прочности сцепления с отливкой пригар.

Однако исследования смесей в условиях работы со стороны стержня, проведенные при более высокой температуре заливки стали 1590-1610°C, обнаружили некоторое усиление пригара на "шламовых" образцах, особенно заметное при оценке пригара в применении к дробеметному способу очистки. В этом случае оценки на "шламовых" образцах $T_{ПМ}$ были в 1,2-1,5 раза, а $T_{ДБ}$ в 1,7-2,6 раза больше, чем соответствующие оценки на "мазутных" образцах. По сравнению с песчано-глинистой смесью без добавок это усиление выразилось величинами: $T_{ПМ}$ — в 1,0-1,43; $T_{ДБ}$ — в 1,33-2,04 ра-

за. Вместе с тем, испытания, проведенные при температуре заливки 1590-1610°C в условиях работы смесей со стороны формы, показали, что лучшие результаты достигаются на смесях с 1 и 2% шлама конверторного производства. Так, "шламовые" образцы имели пригар, оценки которого $T_{\text{ПМ}}$ - в 1,2-2,8, а $T_{\text{ГБ}}$ - в 2-8 раз меньше соответствующих оценок пригара на "мазутных" образцах. По сравнению со смесью без добавок оценки "шламовых" образцов $T_{\text{ПМ}}$ оказались меньше в 1,8-3,3, а $T_{\text{ГБ}}$ - в 3,2-9,6 раза.

Полученные результаты показывают, что при условии выполнения отверстий и глубоких полостей в отливках представляемыми в форму стержнями применение окислительных смесей взамен песчано-глинистых с добавками мазута и без добавок является целесообразным.

Для определения оптимального количества добавки шлама конверторного производства опыты проводились при введении в песчано-глинистую формовочную смесь от 0,25 до 2,25% шлама. Содержание огнеупорной глины и воды было постоянным и равным соответственно 16 и 6%. Для приготовления смесей использовался Кичигинский песок марки КОБ15 и Нижне-Увельская глина НУ-1. Испытания смесей проводились в условиях работы со стороны формы. Сталь заливали при температурах 1630-1640 и 1590-1610°C.

Опыты показали, что введение шлама в количестве 0,25% является совершенно недостаточным для развития процесса окисления проникших в поры формы прожилки металла и приводит к ухудшению противопригарных свойств песчано-глинистой смеси.

Содержание шлама в смеси в количестве 0,75-1,25% обеспечивает при температуре заливки 1590-1640°C чистую от пригара поверхность отливок, а при температуре 1590-1610°C способствует образованию легкоотделимого пригара. Введение в формовочную смесь шлама свыше 2-2,5% приводит к самопроизвольному отделению пригарных корок. Однако поверхность отливок в этих случаях, имеет значительную шероховатость, ухудшающую их товарный вид.

Таким образом, оптимальным количеством добавки шлама конверторного производства в песчано-глинистую смесь для производства мелких и средних отливок из углеродистой стали является 0,75-1,25%.

Разработанный метод комплексной оценки пригара применен для исследований и сравнения противопригарных свойств цирконовой и дистенсиллиманитовой красок. Преимуществом последней является ее более низкая стоимость. Исследования проводили при покраске сухих стержней в нагретом состоянии и сырых с последующей подсушкой слоя краски. Результаты исследований показали, что оценки пригара, полученные при испытании цирконовой и дистенсиллиманитовой красок во всех случаях были приблизительно одинаковыми.

Таким образом, опыты подтвердили экономическую целесообразность замены цирконовой краски дистенсиллиманитовой.

У. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И БРЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОЕ ИССЛЕДОВАНИИ

На основании результатов исследований противопригарных свойств шлама конверторного производства и дистенсиллиманитовой краски были проведены промышленные испытания указанных материалов.

Песчано-глинистая смесь с добавкой 0,75-1,25% шлама была опробована в качестве облицовочной в литейном цехе опытно-производственного корпуса и в сталелитейном цехе Челябинского тракторного завода им. В.И.Ленина на отливках мелкого и среднего развеса с толщиной стенок от 20 до 40 мм. В опытах применялся шлам конверторного производства состава: Fe_2O_3 - 70+80%; FeO - 2+2,8%; CaO - 6+12%; MgO - 0,4+0,5%; Al_2O_3 - 1+5%; SiO_2 - 1,7+1,9%; P - 0,05+0,07%; прочие до 6%.

Заливка форм производилась при температуре стали 1450-1480° по ПИРДИТО (без поправок). Осмотр опытных отливок показал, что после выбивки свободная от пригара по-

верхность составляла 30-60%. После галтовочной и дробеструйной обработки величина беспригарной поверхности составляла 70-90%, иногда 100%. При обработке литья пневматическими молотками пригар отделялся в виде крупных пластов. Небольшие участки неудалившегося пригара наблюдались в местах зацемяления, т.е. там, где форма выполняла функции стержня. Полученные результаты подтверждены на большой серии отливок. Анализ промышленных испытаний показал, что с применением окислительной смеси со шламом конверторного производства уменьшаются трудозатраты по очистке литья и улучшаются санитарно-гигиенические условия труда.

Песчано-глинистая смесь с добавкой 1% шлама конверторного производства внедрена в литейном цехе опытно-производственного корпуса Челябинского тракторного завода им. В.И. Ленина.

Промышленные испытания дистенсилиманитовой краски проводились в сталелитейном цехе Челябинского тракторного завода. Окрашивание сырых форм производили с помощью пульверизатора с последующей подсушкой слоя краски пламенем газовой горелки. Стержни окрашивались в нагретом состоянии кистью.

Испытания показали, что, как и в случае применения цирконовой краски, отливки после дробеструйной обработки имели чистые от пригара наружные и внутренние поверхности. После длительных опытно-промышленных испытаний дистенсилиманитовая краска была принята к внедрению в сталелитейном цехе Челябинского тракторного завода. Годовой экономический эффект от внедрения окислительной смеси со шламом конверторного производства и дистенсилиманитовой краски составит более 30000 руб.

Опытно-промышленные испытания подтвердили результаты исследований, проведенных на базе разработанного метода комплексной оценки пригара. Метод комплексной оценки пригара внедрен в отраслевой лаборатории технологии литейных процессов Челябинского политехнического института им. Ленинского комсомола.

В В В О Д Ы

1. Изучены основные особенности процессов удаления пригара в галтовочных барабанах, при очистке отливок пневматическими рубильными молотками, а также при дробетной и дробеструйной очистке крупной и мелкой дробью.

Аналитически определено и экспериментально подтверждено, что разрушение пригара при однократном воздействии нагрузки в галтовочных барабанах и пневматическими рубильными молотками происходит на глубину, соизмеримую с толщиной пригарной корки. Установлено, что процесс очистки в этом случае характеризуется удалением пригара в виде крупных частей конгломерата и удовлетворительно моделируется путем нанесения ударов бойком долотчатой формы.

2. При обработке отливок в дробеструйных камерах с применением дроби размером не более 0,9 мм выбоины пригара по глубине от единичных ударов дроби незначительны. Установлено, что процесс очистки в этом случае характеризуется постепенным уменьшением толщины пригарного слоя до момента полного исчезновения его с поверхности отливки. Указанный процесс качественно аналогичен стачиванию пригара абразивным кругом.

3. Установлено, что очистка отливок от пригара крупной дробью размером более 1-2 мм по характеру протекания процесса занимает промежуточное положение между очисткой мелкой дробью, с одной стороны, и обработкой в галтовочных барабанах и пневмомолотками - с другой. Для моделирования указанного процесса необходимо осуществление как ударного, так и истирающего разрушения.

4. Показано, что оценку пригара с точки зрения трудозатрат на очистных операциях необходимо производить с учетом конкретного производственного способа очистки отливок, изготавливаемых на исследуемых смесях.

5. Сконструирован и изготовлен прибор для испытания пригара ударными нагрузками. Определено, что для оценки пригара при испытании ударными нагрузками необходимо измерение четырех параметров: объема разрушения пригара, глубины внедрений бойка в пригарный слой, толщины пригарной корки и работы удара, соответствующей проникновению бойка на глубину слоя пригара.

6. Разработан метод комплексной оценки пригара на основе двух видов испытаний: при ударных и истирающих нагрузках. Метод позволяет достоверно определять величину пригара в виде относительных трудозатрат по очистке отливок в производственных условиях.

7. Изучены противопригарные свойства окислительной формовочной смеси с добавкой шлама конверторного производства. Установлено, что при изготовлении мелких и средних отливок из углеродистой стали лучшие результаты достигаются при содержании шлама в смеси в пределах 0,75-1,25%. На базе разработанного метода проведен сравнительный анализ противопригарных свойств цирконовой и дистенсиллиманитовой красок и подтверждена экономическая целесообразность применения последней.

8. Исследованные материалы прошли широкую производственную проверку. Формовочная смесь с добавкой шлама конверторного производства внедрена в литейном цехе опытно-производственного корпуса; дистенсиллиманитовая краска принята к внедрению в сталелитейном цехе Челябинского тракторного завода им. В.И. Ленина.

9. Промышленные испытания подтвердили результаты исследований, проведенных с использованием метода комплексной оценки пригара, который в настоящее время внедрен в отраслевой лаборатории технологии литейных процессов Челябинского политехнического института им. Ленинского комсомола.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих статьях:

1. В.Т.Корниенко, Э.Я.Иткис, О.Я.Каретный. Оценка трудозатрат на очистку отливок от пригара. -Сб.№112 "Вопросы теории и технологии литейных процессов", Челябинск, 1973.

2. Ю.П.Васин, О.Я.Каретный, Э.Я.Иткис, В.Т.Корниенко. Прибор для определения толщины пригара на отливках. -"Литейное производство", 1972, № 11.

3. Ю.П.Васин, Э.Я.Иткис, В.Т.Корниенко. Способ оценки противопригарных свойств формовочных смесей. Совершенствование технологии литейного производства. Тезисы докладов УШ научно-технической конференции литейщиков Западного Урала. Пермь, ППИ, 1972.

4. Ю.П.Васин, Э.Я.Иткис, В.Т.Корниенко. Комплексная оценка пригара. -"Известия вузов. Черная металлургия", 1972, № 10.

5. Ю.П.Васин, В.Т.Корниенко. Оценка разрушаемости пригара на отливках способом ударных нагрузок. Материалы XXIII научно-технической конференции института. Челябинск, ЧПИ, 1970.

По материалам диссертации сделаны доклады:

1. На XXIII научно-технической конференции Челябинского политехнического института им.Ленинского комсомола, посвященной 100-летию со дня рождения В.И.Ленина. г.Челябинск, 1970.

2. На XXIV научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ Челябинского политехнического института им.Ленинского комсомола. г.Челябинск, 1971.

3. На IV научно-технической конференции НИИПТМАШ, г.Краматорск, 1971.

4. На УШ научно-технической конференции литейщиков Западного Урала. Пермь, ППИ, 1972.

5. На XXV научно-технической конференции Челябинского политехнического института им.Ленинского комсомола. г.Челябинск, 1972.