

Одесский национальный политехнический университет

# **МАТЕРИАЛЫ**

VI международной конференции

## **“ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭКОНОМИЧНОСТИ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ”**

12 — 14 сентября 2002 г.

Одесса

Материалы международной конференции “Пути повышения качества и экономичности литейных процессов”; 12 — 14 сентября 2002 г., г. Одесса, Украина — Одесса, 2002. — 67 с. — Яз. рус.

<i>Иванова Л.А., Замятин Н.И., Чернышова Е.Е.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБОЛОЧЕК ДЛЯ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ.....	39
<i>Доценко П.В., Липтуга И.В., Доценко В.П.</i> НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЕ И МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЧУГУНЫ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	42
<i>Захарченко А.Э.</i> ВИЗИТНАЯ КАРТОЧКА “ЦЕНТРОЛИТА”.....	42
<i>Иванова Л.А., Малых Л.Я.</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ.....	44
<i>Баринюв Ю.Г., Бондарь А.А., Федюк В.И.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ ПОРШНЕЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЖИДКОЙ ШТАМПОВКОЙ.....	45
<i>Воронова О.И., Кузмич А.И.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОСТОЯННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФОРМ.....	49
<i>Саитов В.И.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЮВЕЛИРНЫХ ОТЛИВОК СО ВСТАВКАМИ.....	50
<i>Прокопович О.И., Прокопович И.В.</i> ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ИЗ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ СПОСОБАМИ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ.....	52
<i>Борщ В.Г., Кочетов К.К.</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОНАСОСОВ ИЗ ЖЕЛЕЗОМЕДНЫХ ПСЕВДОСПЛАВОВ.....	53
<i>Боц В.Г., Смирнов А.С.</i> КОЛОКОЛЬНАЯ БРОНЗА.....	54
<i>Безгодков О.В., Юрченко З.С.</i> ПЕРСПЕКТИВА ОРГАНИЗАЦИИ ВЫПУСКА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОСУДЫ НА БАЗЕ АО “ПРОДМАШ”.....	58
<i>Буяджи И.Д., Малых В.П., Хоряков А.Л.</i> НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ ДЛЯ ЛИТЬЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФОРМЫ.....	58
<i>Малых В.П., Тэд Фостер, Малых С.В.</i> КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОСУДЫ.....	60
<i>Иванова Л.А., Хохряков А.Л., Шешинна Е.В.</i> НОВАЯ МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ПОСУДА С ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИМ ДНОМ.....	61
<i>Прокопович И.В., Иванов Д.Н.</i> ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ТРАНЗИТНОЙ ПОРИСТОСТИ В СТЕНКЕ ЧУГУННОЙ ОТЛИВКИ.....	63
<i>Машков А.К.</i> О ПЕРСПЕКТИВАХ ВКЛЮЧЕНИЯ В ЦИКЛ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ МАЛООТХОДНОЙ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ.....	66



Величину открытых пор на стали после проката по значениям  $r_n$  и  $h_n$  можно принять равной удвоенному значению  $R_a$ . Например, величины составят 2,5 мк. Заполнение таких пор алюминиевым сплавом и формирование прочной связи между литьем возможно только при полном смачивании подогретой стальной основы и использовании легкоплавкого флюса. Например, флюс из смеси  $KCl+NaCl$  с добавками  $KF$  обеспечивает хорошую растекаемость алюминиевых сплавов (рис. 3).

Однако температура плавления флюса высокая (650 °С). Это не обеспечивает необходимое качество переходной зоны вследствие попадания в нее пленок тонкомолотого флюса. Для устранения этого дефекта разработан новый флюс на базе легкоплавкой соли. Дальнейшее повышение прочности связи на границе контакта "сталь — алюминий" достигнуто посредством создания на стальной основе искусственной шероховатости. Оптимальная форма и размеры тонкомолотого обеспечивали не только заполнение пор между ними, но и заземление вершин микронеровностей (выступов) затвердевающим металлом.

Исследование влияния температуры стальной основы на возможность формирования в ней межкристаллитной коррозии (МКК) показали, что твердую основу не следует перегревать выше 500 °С. При этом после затвердевания металла биметаллическую заготовку рекомендуется быстро охлаждать до температуры ниже 450 °С.

Для устранения негативного влияния окисной пленки типа  $Al_2O_3$ , толщина которой может быть равной  $1,5 \cdot 10^{-6}$  см, а прочность на разрыв  $\sigma_b$  около 200 кг/см<sup>2</sup> (по Портевину и Бостиену), расплав должен рафинироваться. Например, при переливе его в ковш посредством флюса на основе смеси солей  $KCl+NaCl$  с добавкой кристаллита  $Na_3AlF_6$ . Установлено, что выбор оптимального соотношения вышеуказанных компонентов не только обеспечивает необходимые рафинирующие флюса, но и его минимальную испаряемость в расплавленном состоянии. Это позволяет снизить уровень воздействия летучих компонентов флюса на окружающую среду.

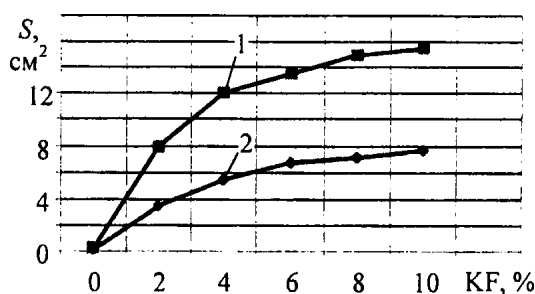


Рис. 3. влияние содержания  $KF$  в жидком флюсе из смеси  $KCl + NaCl$  на площадь растекания  $S$  алюминиевого сплава по стали  $X18H10T$ : 1 — сплав АЛ9; 2 — алюминий

## ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ТРАНЗИТНОЙ ПОРИСТОСТИ В СТЕНКЕ ЧУГУННОЙ ОТЛИВКИ

Прокопович И.В., Иванов Д.Н.

Одесский национальный политехнический университет

Отливки из серого чугуна, работающие при повышенных давлениях, в некоторых случаях не удовлетворяют требованиям по герметичности. Герметичность отливок из серого чугуна зависит от плотности и пористости сплава. Последние, в свою очередь, зависят от ряда технологических параметров и конструкции самой отливки. Так, простые равностенные отливки из серого чугуна выдерживают при испытаниях давления на два-три порядка выше, чем отливки из того же сплава сложной конструкции



(табл. 1). Поэтому герметичность стандартных проб диаметром 30 мм всегда выше герметичности реальных отливок.

Таблица 1

## Результаты испытаний

Наименование отливки	Материал отливки	Количество испытаний	Среднее давление просачивания, МПа
Труба ребристая	Сч15	50	0,8
Стандартная проба	Сч15	40	16
Труба ребристая	Сч20	50	1
Стандартная проба	Сч20	55	20

Кроме того, отливки из серого чугуна, выдерживающие испытание высоким давлением, при вводе в эксплуатацию теряют герметичность при давлениях, в несколько раз меньших, чем давление испытания (табл. 2).

Поэтому серый чугун, обладающий наилучшими литейными свойствами и показывающий удовлетворительные результаты при лабораторных испытаниях, в реальных отливках не удовлетворяет требованиям по герметичности и не находит широкого применения при литье деталей теплогидроаппаратуры.

Таблица 2

## Результаты испытаний ребристых труб

Наименование отливки	Давление испытания, МПа	Давление просачивания при эксплуатации, МПа
Труба ребристая	1,1	0,5
Труба ребристая	1,1	0,4
Труба ребристая	1,1	0,6
Труба ребристая	1,1	0,5

Серый чугун представляет собой гетерогенное твердое тело, состоящее из основной металлической матрицы и разупорядоченных включений. Просачивание жидкости или газа через стенку отливки проходит по порам, имеющимся в металле.

В чугунной матрице различают следующие виды пористости: микропористость (поры, занятые графитом); макропористость (рассредоточенная газоусадочная пористость); грубая дефектная пористость (неслитины, засоры, утяжины и т.д.).

Кроме того, встречающиеся в металле поры можно разделить на открытые, тупиковые и закрытые. Просачивание жидкости осуществляется по открытым порам, имеющимся в структуре серого чугуна изначально, или по порам, образовавшимся в результате испытаний из-за разрушения перемычки между тупиковыми и закрытыми порами жидкостью, находящейся при повышенном давлении. Открытая пора в отливке представляет собой транзитный канал просачивания, который соединяет между собой противоположные поверхности стенки отливки. Графитовые включения в чугунах, соединяясь между собой, также могут образовывать транзитный канал просачивания, общая длина которого складывается из суммы длин единичных включений. Установили, что отношение этой длины к толщине стенки отливки в среднем равно 2...10.

Вероятность образования транзитного канала просачивания из графитовых включений зависит от их формы, размеров и расположения. Вероятность образования транзитной поры в сечении отливки рассчитывали на компьютерной модели при различных размерах пластинчатого графита и неизменной его концентрации.



Расчетная зависимость между вероятностью образования транзитной поры  $P(A)$  и средней длиной графитового включения  $l_{гр}$  при различной относительной площади графита  $S$  показала, что наибольшей склонностью к образованию транзитной поры обладает модель с наибольшей длиной включения. Следовательно, возможно предположить, что серый чугун с мелкими пластинами графита обладает более высокой герметичностью, чем чугун с крупным пластинчатым графитом.

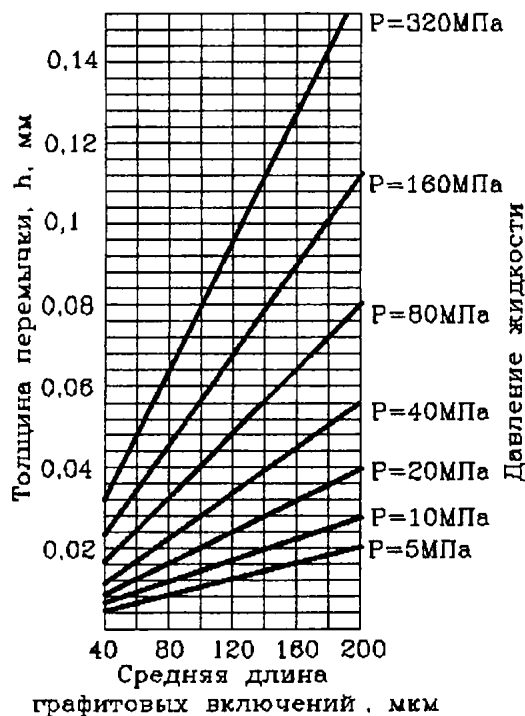
При приложении давления на стенку отливки в структуре чугуна образуются транзитные каналы просачивания из-за разрушения перемычек между графитовыми включениями. Жидкость под давлением  $P$  проникает в наружную пору, сообщающуюся с тупиковой порой. С повышением давления в матрице, окружающей пору, возникают напряжения, которые разрывают перемычку толщиной  $h$ , и жидкость по образовавшейся трещине проникает в смежные поры, сообщающиеся с наружной стенкой отливки, в результате чего образуется транзитный канал просачивания.

Известно, что в обычных чугунах первичный графит растет в виде пластины или слабо разветвленной розетки с пластиновидными лепестками. Единичный лепесток можно представить как пластинку, чешуйку графита. Разрушение перемычки с толщиной  $h$  рассматривали на примере единичной пластины графита. Допускали, что пластина имеет прямоугольную форму. Графитовое включение, окруженное со всех сторон металлической матрицей, можно представить в виде полости с внутренним давлением  $P$ . Стенки полости представим в виде пластин, жестко защемленных по контуру. В тонкой пластине, находящейся под распределенной нагрузкой  $P$ , по моментной теории возникают нормальные напряжения.

В результате расчета на ЭВМ получена зависимость минимальной толщины перемычки от длины графитового включения при различных давлениях (см. рисунок).

Как видно, минимальная толщина перемычки, выдерживающая давление жидкости, пропорциональна средней длине графитового включения при различных давлениях. Она должна увеличиваться с ростом длины графитового включения согласно зависимости. На практике же с ростом длины графитового включения толщина перемычки падает, то есть становится меньше минимально расчетной толщины.

Испытания образцов на герметичность показали, что самое значительное сопротивление просачиванию происходит в момент первичных испытаний. При вторичных испытаниях тех же образцов — сопротивление просачиванию резко падает, а последующие испытания тех же образцов не вносят изменений в значения герметичности. При наложении критического давления происходит разрушение перемычек, и отливка, до этого выдерживавшая высокие дав-



Зависимость минимально допустимой толщины перемычки  $h$  от средней длины графитового включения  $l_{гр}$  при различных давлениях жидкости  $P$



ления, при более низких дает течь. Такой эффект аналогичен пробоем полупроводников, происходящему при наложении критической разности потенциалов, в результате чего полупроводник становится проводником.

Таким образом в результате исследований выявлена вероятность образования транзитной поры которая зависит от длины графитовых включений (с ростом включений возрастает вероятность образования поры); установлено, что потеря герметичности отливки происходит вследствие разрушения перемычек между порами, это приводит к образованию транзитных каналов просачивания (эффект “пробоя”); получена зависимость минимально допустимой толщины перемычки от длины графитовых включений при различных давлениях жидкости.

## О ПЕРСПЕКТИВАХ ВКЛЮЧЕНИЯ В ЦИКЛ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ МАЛОУХОДНОЙ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Машков А.К.

Одесский национальный политехнический университет

Снижение расхода металлов — самый весомый по значимости показатель из всех затрат ресурсов, потребляемых машиностроением. Комплексная работа по экономии и рациональному расходованию металла охватывает следующие направления (рис. 1): улучшения физико-механических свойств; расширения сортамента высокоэффективных профилей проката; развитие порошковой металлургии; производство композиционных материалов; снижение массы машин и оборудования; повышение точности заготовок: снижение и использование отходов металлов при металлообработке; улучшение потребительских свойств продукции; применение неразрушающих методов контроля; внедрение современных заменителей металлов, а также повышение надежности изделий; защита металлических составных частей изделий от коррозии: сохранение техники в сфере эксплуатации; снижение расхода запчастей и улучшение использования техники по назначению.

Для региона могла бы быть следующая схема регионального ресурсосберегающего промышленного комплекса с использованием возможностей порошковой металлургии (рис. 2).

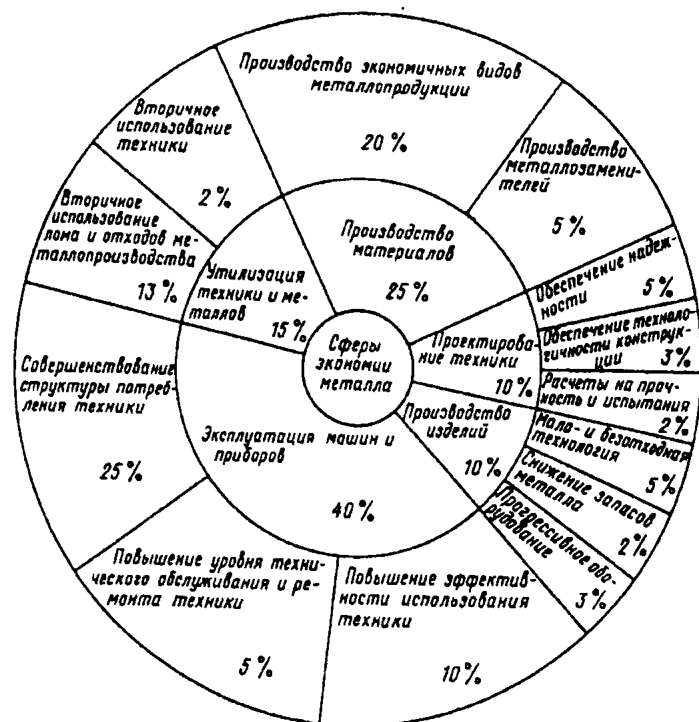


Рис. 1. Распределение источников возможной экономии металла

