

Приведено аналіз результатів досліджень по впливу модифікування ультрадисперсним модифікатором TiCN та газодинамічного впливу на механічні властивості виливків отриманих із сплавів системи Al-Si-Cu

Ключові слова: модифікування, газодинамічний вплив, виливки, кокіль, механічні властивості

Приведен анализ результатов исследований по влиянию модифицирования ультрадисперсным модификатором TiCN и газодинамического воздействия на механических свойства отливок полученных из алюминиевых сплавов системы Al-Si-Cu

Ключевые слова: модифицирование, газодинамическое воздействие, отливки, кокиль, механические свойства

The analysis of results of researches is resulted on influence of retrofitting by nano-modifier of TiCN and gaz-dynamyc influence on mechanical properties of foundings of got from the aluminiums alloys of the system of Al-Si-Cu

Keywords: modification, gaz-dynamyc influence, foundings, kokyl, mechanical properties

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ УСЛОВИЙ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТЛИВОК ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-SI-CU

Ю. В. Доценко

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра литейного производства

Национальная металлургическая академия Украины
пр. Гагарина, 4, г. Днепропетровск, Украина, 49600

Контактный тел.: (056) 374-83-67

E-mail: s-v-y@mail.ru

Введение

В соответствии с современными представлениями о затвердевании слитков и заготовок существенные резервы повышения качества металлопродукции могут быть найдены на стадии перехода от жидкой фазы к твердой. С этой точки зрения весьма перспективным представляется использование методов различных воздействий в ходе затвердевания, обеспечивающих управление массо- и теплообменными процессами. Между тем, широкое промышленное применение методов внешних воздействий на слитки и заготовки в значительной степени сдерживается отсутствием комплексных рекомендаций и достаточных для практического применения теоретических представлений о массо- и теплообменных процессах, происходящих в жидкой и жидко-твердой фазах при затвердевании в условиях наложения принудительного воздействия.

Анализ предыдущих публикаций

В процессе производства слитков, заготовок и отливок для подавления и предотвращения дефектов

получили распространение многочисленные технологические приемы, которые с определенной степенью условности можно разделить по способу воздействия на статические и динамические [1]. При этом статические методы направлены, главным образом, на оптимизацию условий затвердевания либо за счет придания им такой геометрической формы, которая бы обеспечила минимальную пораженность дефектами с точки зрения готового изделия. В основу динамических методов положен принцип принудительного физического воздействия на жидкую фазу в ходе затвердевания.

Эти приемы обычно обеспечивают активное воздействие не только на тепломассоперенос в жидкой фазе, но также существенно изменяют характер протекания процессов в двухфазной зоне. Конечно, в ряде случаев методы обработки слитков и заготовок включают в себя элементы статических и динамических воздействий одновременно.

К числу методов статического воздействия относятся: управление тепловым режимом работы приблыби; изменение геометрии слитка или непрерывнолитой заготовки; модифицирование и микролегирование металла специальными добавками;

введение в расплав различного рода макрохолодильников и т.п. [2, 3].

Целью работы является анализ влияния на механические свойства отливок полученных из сплавов системы Al-Si-Cu после применения комбинированной технологии, модифицирования TiCN, а также газодинамического воздействия в сравнении с соответствующими свойствами литого металла, полученного по традиционной технологии литья в кокиль.

Основной материал

Конечной задачей модифицирования является повышение механических, технологических и эксплуатационных свойств отливок, слитков, а также получаемых из них изделий и полуфабрикатов посредством измельчения литой структуры.

Способы приложения давления к металлу затвердевающей отливки можно разделить на три основные группы [4]. К первой относятся способы литья под всесторонним газовым давлением (ЛВГД): автоклавное литье, применение газостатов. Ко второй группе относятся те способы литья, в которых газовое или поршневое (пуансонное) давление передается посредством находящегося в тигле или камере сжатия расплава жидкому металлу внутри отливки и далее – к фронту затвердевания: литье под низким давлением, с противодавлением, вакуумным всасыванием и т.п. Третью группу составляют способы литья под воздействием поршневого давления, которое передается жидкому металлу внутри отливки путем смятия наружной затвердевшей корочки поверхностью прессующего поршня (пуансона).

Литье под всесторонним газовым давлением традиционно осуществляется в автоклавах. Данный способ получил свое развитие от первоначального варианта использования только для этапа затвердевания отливки [5], до осуществления процесса, начиная со стадии подготовки металла к заливке, последующего заполнения полости формы и затвердевания отливки [6].

Обычно, избыточное давление газа в автоклаве находится на уровне 0,4 – 0,6 МПа. Существует также вариант технологии ЛВГД с использованием автоклава, конструкция которого предусматривает наличие гидравлического пресса, с помощью которого возможно увеличение давления в камере до 25 МПа [7], однако, данный тип конструкций предусматривает значительные ограничения по массе и габаритам отливки.

Практика литейного производства показывает, что перспективным направлением является сочетание модификаторов с физическими методами воздействия позволяющим получать особо-мелкие и специальные структурные составляющие.

Экспериментальные исследования влияния комбинированной технологии газодинамического воздействия и модифицирования карбонитридом титана (TiCN) проводили на литых заготовках из алюминиевых сплавов химический состав, которых указан в табл. 1:

Таблица 1

Химический состав сплавов применяемых для исследований

| № сплава | Al | Si | Fe | Mn | Ti | Mg | Cu | Zn |
|----------|--------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 1 | Основа | 6,51 | 0,55 | 0,45 | 0,15 | 0,55 | - | - |
| 2 | | 5,5 | 0,6 | - | 0,14 | 0,6 | 1,45 | 0,3 |

Отливки цилиндрической формы из сплава №1 массой 1,2 кг заливали в подогретый и окрашенный чугунный кокиль с минимальной толщиной стенки 100 мм. Температура заливки – 720⁰С.

Отливку «Опорный наконечник стойки конвейера» массой 1,1 кг заливали из сплава №2 в подогретый и окрашенный чугунный кокиль с минимальной толщиной стенки 40 мм. Температура заливки – 640⁰С.

Технологический процесс газодинамического воздействия на расплав в кокиле проводили с начальными показателями давления 0,15 – 0,2 МПа и последующим наращиванием до 2 - 3,5 МПа в соответствии с расчетной динамикой нарастания давления в системе отливка-устройство для ввода газа.

В табл. 2 и 3 приведены результаты испытаний по определению механических свойств металла отливок из сплавов №1 и №2, полученного с применением технологии газодинамического воздействия (ГДВ), модифицирования TiCN (М), а также комбинированной технологии газодинамического воздействия и модифицирования (ГДВ+М) в сравнении с соответствующими свойствами литого металла, полученного по традиционной технологии литья в кокиль.

Таблица 2

Механические свойства металла отливок из сплава №1

| № образца | σ _в , МПа | | | НВ (МПа) | | | δ, % | | | |
|-----------|----------------------|-------|-------|----------|-----|-------|------|------|-------|------|
| | ГДВ | М | ГДВ+М | ГДВ | М | ГДВ+М | ГДВ | М | ГДВ+М | |
| 1 | 165,3 | | | 510 | | | 2,0 | | | |
| 2 | 163,6 | | | 500 | | | 1,9 | | | |
| 3 | 165,1 | | | 500 | | | 1,9 | | | |
| 4 | после обработки | 185,4 | - | - | 510 | - | - | 2,27 | - | - |
| 5 | | 182,8 | - | - | 500 | - | - | 2,24 | - | - |
| 6 | | 185,3 | - | - | 510 | - | - | 2,26 | - | - |
| 7 | | - | 190,3 | - | - | 511 | - | - | 2,28 | - |
| 8 | | - | 188,7 | - | - | 502 | - | - | 2,27 | - |
| 9 | | - | 190,3 | - | - | 510 | - | - | 2,28 | - |
| 10 | | - | - | 195,3 | - | - | 512 | - | - | 2,30 |
| 11 | | - | - | 193,8 | - | - | 508 | - | - | 2,29 |
| 12 | | - | - | 194,2 | - | - | 511 | - | - | 2,31 |

В результате внедрения указанной технологии количеству брака отливок по рыхлотам и газовым раковинам сократилось на 28 %. На данный технологический процесс разработана и применяется соответствующая инструкция.

Таблица 3

Механические свойства металла отливок из сплава №2

| № образца | σ_b , МПа | | | НВ | | | δ , % | | |
|-----------|------------------|-------|-------|-----|----|-------|--------------|------|-------|
| | ГДВ | М | ГДВ+М | ГДВ | М | ГДВ+М | ГДВ | М | ГДВ+М |
| 1 | 162,2 | | | 70 | | | 1,0 | | |
| 2 | 161,8 | | | 68 | | | 0,9 | | |
| 3 | 162,1 | | | 68 | | | 0,9 | | |
| 4 | 181,3 | - | - | 72 | - | - | 1,25 | - | - |
| 5 | 180,9 | - | - | 71 | - | - | 1,24 | - | - |
| 6 | 181,5 | - | - | 72 | - | - | 1,25 | - | - |
| 7 | - | 185,2 | - | - | 73 | - | - | 1,27 | - |
| 8 | - | 184,8 | - | - | 72 | - | - | 1,26 | - |
| 9 | - | 185,3 | - | - | 73 | - | - | 1,27 | - |
| 10 | - | - | 191,4 | - | - | 74 | - | - | 1,29 |
| 11 | - | - | 190,9 | - | - | 73 | - | - | 1,28 |
| 12 | - | - | 191,3 | - | - | 74 | - | - | 1,29 |

Выводы

1. В промышленных условиях применена технология предусматривающая использование комбинированного воздействия на процесс формирования литой структуры алюминиевых сплавов. Процесс предусматривает влияние на структурообразования при помощи модифицирования ультрадисперсным TiCN и газодинамического воздействия.

2. Определены механические свойства алюминиевых сплавов полученных с применением комбинированной технологии, модифицирования TiCN, а также газодинамического воздействия в сравнении с соответствующими свойствами литого металла, полученного по традиционной технологии литья в кокиль. Установлено, что временное сопротивление увеличивается на 11-15%, твердость (НВ) – на 4-8%, а относительное удлинение – на 27-30%. Брак отливок «опорный наконечник стойки конвейера» по рыхлотам и газовым раковинам в результате внедрения указанной технологии сократился на 28 %.

Литература

1. Затвердевание металлического расплава при внешних воздействиях [Текст]/ А.Н. Смирнов, В.Л. Пилюшенко, С.В. Момот, В.Н. Амитан. - Д.: Издательство «ВИК» - 2002. - 169 с.
2. Немененок, Б.М. Теория и практика комплексного модифицирования силуминов [Текст] / Б.М. Немененок - Мн. Технопринт, 1999. – 272 с.
3. Калиниченко, А.С. Управляемое направленное затвердевание и лазерная обработка: теория и практика [Текст] / А.С. Калиниченко, Г.В. Бергман - Мн.: Технопринт, 2001. - 367 с.
4. Закономерности формирования структуры слитков алюминиевых сплавов при непрерывном литье с ультразвуковой обработкой кристаллизующегося расплава [Текст] / В.И. Добаткин, Г.И. Эскин, С.И. Боровикова, Ю.Г. Гольдер. - М.: Наука - 1976. - С. 151-161.
5. Скворцов, А.А. Влияние внешних воздействий на процесс формирования слитков и заготовок [Текст] / А.А. Скворцов, А.Д. Акименко, В.А. Ульянов– М.: Metallurgia, 1995. – 272 с.
6. Ефимов, В.А. Физические методы воздействия на процессы затвердевания сплавов [Текст] / В.А. Ефимов, А.С. Эльдарханов. – М.: Metallurgia, 1995. – 272 с.
7. Эльдарханов, А.С. Процессы кристаллизации в поле упругих волн [Текст] / А.С. Эльдарханов. – М.: Metallurgia, 1996. – 256 с.