**Меняйло Олена Валеріївна. Теплофізичні процеси утворення кулястого графіту при модифікуванні чавуну магніем : Дис... канд. наук: 05.16.04 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **Меняйло О. В. Теплофізичні процеси утворення кулястого графіту при модифікуванні чавуну магнієм. – Рукопис.**Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.16.04 – Ливарне виробництво. - Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ, 2008.Дисертація присвячена розробці теплофізичної моделі формування кулястого графіту при модифікуванні чавуну магнієм, встановленню причин виникнення браку «чорні плями» у виливках з високоміцного чавуну і розробленню рекомендацій щодо їх зниження.Особливістю розробленої моделі є використання теплофізичних процесів нагрівання, розплавлення і переходу магнію в пароподібний стан, при якому поглинається значна кількість теплової енергії. Тому навколо пароподібного магнію утворюється затверділий шар чавуну, товщина і маса якого було розраховано. Процес послідовного зростання графіту в порожнину чавуно-магнієвого комплексу відбувається із зовнішньої поверхні в середину.При охолоджуванні виливка перехід пароподібного магнію в рідкий стан супроводжується значним виділенням прихованої теплоти пароутворення. Експериментально встановлено зменшення щільності білого чавуну після модифікування, утворення пор кулястої форми, які являються зародками для подальшого утворення кулястого графіту.За сірчаними відбитками і макроструктурою виконаний кількісний аналіз розподілу MgS в прокатному валку масою 2200 кг. Запропоновано корегувати шихтування плавок для виливків з високоміцного чавуну. |

 |
|

|  |
| --- |
| У дисертації виконано теоретичне узагальнення і запропоновано нове рішення науково-технічної задачі з виявлення особливостей утворення кулястого графіту при модифікуванні чавуну магнієм та розподілу неметалевих включень MgS в прокатних валках з високоміцного чавуну. Вирішення цієї задачі на базі виконаних теоретичних і експериментальних досліджень дозволить поліпшити якість чавунних виливків з кулястою формою графіту.1. Розроблена теплофізична модель формування чавуно-магнієвого комплексу при введенні магнію в чавун. Відмітною особливістю даної моделі є використання теплофізичних процесів нагрівання, розплавлення і переходу магнію в пароподібний стан, а при охолоджуванні виливка враховується зміна тиску в чавуно-магнієвому комплексі і перехід магнію з пари в рідину з виділенням теплоти фазового переходу.
2. Експериментально встановлено зменшення щільності білого чавуну після модифікування на 0,21…0,46%. Металографічним методом виявлено утворення пор кулястої форми розміром від 3 до 5 мкм, які є зародками для подальшого утворення кулястого графіту.
3. Виведені розрахункові формули і встановлені закономірності процесу формування чавуно-магнієвого комплексу. Маса затверділого шару чавуну в ~14 разів більша за масу введеного в розплав магнію, а його товщина складає ~0,2 радіусу пароподібного включення магнію.
4. Встановлено, що в процесі твердіння виливка відбувається зменшення тиску в розплаві навколо чавуно-магнієвого комплексу і це є причиною порушення його розмірів. Тому із збільшенням тривалості кристалізації виливка і інтервалу температур твердіння ліквідус-солідус розмір кулястого включення у виливках збільшується.
5. Обґрунтовано процес послідовного зростання графіту в порожнину чавуно-магнієвого комплексу із зовнішньої поверхні в середину. Він обумовлений насиченням пароподібним магнієм затверділого шару чавуну і зниженням при цьому розчинності вуглецю, який виокремлюється в самостійну фазу на поверхні розподілу затверділий чавун - пароподібний магній. У свою чергу, виокремлення графіту на поверхні розподілу фаз створює градієнт концентрацій і спрямовану дифузію вуглецю із зовнішньої частини затверділого шару чавуну у внутрішню частину чавуно-магнієвого комплексу. При збідненні зовнішнього шару чавуну вуглецем відбувається підвищення температури початку плавлення і сповільнюється процес підплавлення оболонки чавуно-магнієвого комплексу.
6. Встановлено, що при охолоджуванні виливка до температури ~1103оСвідбувається процес переходу пароподібного магнію в рідкий стан, який супроводжується виокремлення в 20 разів більшої прихованої теплоти паротворення в порівнянні з прихованою теплотою переходу чавуну з рідкого в твердий стан, що зіставлюване з графітизуючим відпалом ковкого чавуну. Послідовне заповнення порожнини чавуно-магнієвого комплексу графітом сприяє відтисненню рідкої краплі магнію у вільний простір центральної частини комплексу.
7. З позиції розробленої теплофізичної моделі утворення кулястого графіту пояснено: збільшення швидкості ультразвукових коливань після модифікування магнієм, демодифікування при тривалій витримці розплаву в ковші і підвищеній кількості магнію, причини впливу хімічних елементів-демодифікаторів на утворення кулястого графіту, відсутність кулястого графіту при обробці рідкого чавуну магнієм в автоклаві в разі підвищення тиску більше 6105Па (6 атм).
8. У прокатних валках з високоміцного чавуну виявлені місця скупчення сульфідів магнію, підвищена концентрація яких призводить до утворення браку «чорні плями». За сірчаними відбитками і макроструктурою виконаний кількісний аналіз розподілу включень MgS (середній діаметр, площа, периметр) і встановлені зони зосередження усадкових раковин і пористості у виливку прокатного валка масою 2200 кг
9. Встановлено аномальне підвищення «чорних плям» на глибині 20…30 мм від поверхні тепловідведення в кокільній частині ливарної форми, які можуть бути виявлені в процесі експлуатації прокатного валка при його переточуваннях на менший розмір.
10. Металографічним аналізом і розрахунковими методами встановлено, що дрібні включення MgS (0,00170…0,00181 см на глибині до 20 мм від поверхні тепловідведення на шийках валка) можуть годинами витати в розплаві. Результати дослідження розподілу MgS на сірчаних відбитках і макроструктурах зразків від валка, а також розрахунки за формулами Стокса і Рабиновича показують, що у відомих літературних даних значення швидкості низхідних конвекційних потоків поблизу поверхні тепловідведення завищені у 8…11 разів.
11. Встановлено, що велика частина сульфідів магнію спливає в надлив валка, оскільки в усьому об'ємі нижньої шийки кількість MgS складає 0,17 %, бочки – 0,71 %, верхньої шийки – 1,72 % і в надливі – 48 %. Тому хімічний склад чавуну за вмістом сірки, наведений в паспорті валка, завищений, а для надливу - занижений. Запропоновано при шихтуванні плавок виливків з високоміцного чавуну враховувати підвищений у декілька разів вміст сірки в надливі і корегувати кількість магнію, що вводиться, при модифікуванні (акт впровадження на ВАТ «ДЗПВ»).
 |

 |