**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»). | |