

Аналіз вмісту газів (кисню, азоту, водню), вуглецю і сірки в твердому металі проводився на аналізаторах фірми «Леко» (США): RO-17, TN15, RH2, CS-144. Відносна помилка не перевищувала 10%. Нижня межа визначуваних концентрацій (мас. частка елементів, %) за киснем, азотом і воднем становить $(1 - 2) \cdot 10^{-4}$ і $4 \cdot 10^{-6}$, за вуглецем та сіркою – $1 \cdot 10^{-4}$. Швидкість потоку розплаву приймалася рівною 0,01 м/с, щільність розплаву жароміцного сплаву $8,7 \text{ кг/м}^3$, в'язкість розплаву, $0,64 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ при температурі заливання $1560 \text{ }^\circ\text{C}$. В процесі моделювання отримано розподіл швидкостей руху частинок розплаву в перетинах гідроканалів. При масі виливків 10 кг, швидкості 1,1 кг/с, оптимальну результативність очищення від сірки вдалося отримати при висоті фільтру 20 мм і діаметрі 50 мм (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив комплексного рафінування (модифікування + фільтрування) на рівень забрудненості сіркою (% мас.) виливків сплавів

Сплави	Вміст сірки у шихтових заготовках	Вміст сірки у виливках після рафінування	Вміст сірки у тиглі (до/після фільтрування)	Вміст сірки у фільтрі (до/після фільтрування)
СМ88У	0,0017	0,0008	0,0029/0,0092	0,0004/0,0019
СМ104	0,0019	0,0009	0,0027/0,0089	0,0005/0,0022

Кивгило Б.В., Ямшинський М.М.
(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)
**ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЗМОЧУВАННЯ ТА СПОСІБ
 ВИГОТОВЛЕННЯ БІМЕТАЛУ СТАЛЬ-АЛЮМІНІЙ**

Виготовлення виливків способом литтям на тверду заготовку передбачає ряд проблем – такі як незмочуваність з наступними проблемами, які витікають. Незмочуваність твердої металевої заготовки відбувається за рахунок отримання окисненого шару заготовки з утворенням окисних плівок, які мають високі температури плавлення і мають властивість захищати метал від

подальшого окиснення. Такий ефект добре захищає вироби під час експлуатації деталі, і погано при хімічному, термічному, механічному з'єднанні твердої заготовки з розплавом. Велика кількість дослідників вивчає проблему виготовлення біметалевих виливків [1-5]. Однак мало інформації в літературних джерелах щодо біметалевих виливків зі сталі та алюмінію із стабільним бездефектним перехідним шаром, а якщо отримують то це, як правило лабораторний спосіб. Однак у роботі [1] проведено дослідження по з'єднанню алюмінієвого сплаву зі сталевією заготовкою трьома способами оброблення твердої заготовки. Циліндричні сталеві вставки обробляли з використанням різних методів оброблення поверхні: алюмінієве гаряче занурення, нанесення модифікатора поверхні та модифікатора поверхні + алюмініування. Виливки без оброблення поверхні були виготовлені за тих же експериментальних умов. Технології оброблення поверхні наступні:

а) гаряче алюмініування: циліндричні сталеві вставки занурювали в розплав алюмінієвого сплаву ZL114A при 780 °С протягом 200 с. Потім сталеві вставки швидко поміщали всередину металевої форми для заливання;

б) модифікатор поверхні покриття: циліндричні сталеві вставки занурювали в розчин хлориду амонію при 80 °С протягом 600 с з наступним сушінням при 120 °С. Сталеві вставки розміщували всередині металевої форми для заливання;

в) модифікатор поверхні + алюмініування: спочатку обробляли циліндричні сталеві вставки з використанням технології (б), а потім за технологією (а).

Аналіз отриманих зразків дозволив зробити наступні висновки.

Технологія алюмініування трохи покращила з'єднання у біметалевому виливку порівняно з необробленими виливками, де спостерігався зазор на межі розділу, що призводило до поганого з'єднання шарів.

Нанесення модифікатора поверхні покриття покращило несумісні з'єднання між сталлю та алюмінієм, а зазор на межі розділу значно зменшився. Результати дифузії елементів вказують на механічне зчеплення між сталлю і алюмінієм.

Нанесення модифікатора поверхні у поєднанні з алюмініванням сприяє змочуванню та покращанню якості з'єднання.

Металографічний аналіз показав [1], що поєднання двох технологій дозволяє отримувати бездефектний перехідний шар.

Загальними недоліками більшості технологій виготовлення двошарових виливків є необхідність попередньої підготовки металевої вставки або виплавляння різних сплавів, що потребує двох плавильних агрегатів. Крім того реалізація такої технології у виробництві потребує чіткої синхронізації процесів виплавляння сплавів та їх заливання.

Аналіз літературних джерел дозволяє нам розширити можливості пошуку різноманітних модифікаторів з метою отримання різнорідних біметалевих виливків різного функціонального призначення.

В подальшому цей напрямок дослідження потребує розвитку для зменшення витрат на оброблення металевої вставки.

Література:

1. Jiang, Wenming, Fan, Zitian, Li, Chi, Improved steel/aluminum bonding in bimetallic castings by a compound casting process. Journal of Materials Processing Technology <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2015.06.032>
2. Bouche', K., Barbier, F., Coulet, A., 1998. Intermetallic compound layer growth between solid iron and molten aluminium. Mater. Sci. Eng. A 249, 167-175.
3. Bouayad, A., Gerometta, Ch., Belkebir, A., Ambari, A., 2003. Kinetic interactions between solid iron and molten aluminium. Mater. Sci. Eng. A 363, 53-61.
4. Hajjari, E., Divandari, M., Razavi, S.H., Homma, T., Kamado, S., 2012. Microstructure Characteristics and Mechanical Properties of Al 413/Mg Joint in Compound Casting Process. Metall. Mater. Trans. A 43A, 4667-4677.
5. Liu, Y., Bian, X.F., Zhang, K., Yang, C.C., Feng, L., Kim, H.S., Guo, J., 2014. Interfacial microstructures and properties of aluminum alloys/galvanized low-carb on steel under high-pressure torsion. Mater. Des. 64, 287-293.