

чавуну –  $\sigma_B = 480-510$  МПа,  $\delta = 20-23\%$ , тоді як  $\sigma_B = 460-510$  МПа,  $\delta = 14-18\%$  при модифікуванні FeSiMg7.

Одержані наукові результати створюють передумови для розроблення нових марок високоміцних чавунів з високою пластичністю, що підвищують експлуатаційні характеристики виробів машинобудування.

**Буйволов В.І., Кивгило Б.В.**  
*(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)*  
**ЗАСТОСУВАННЯ І ОТРИМАННЯ БІМЕТАЛІЧНИХ  
МАТЕРІАЛІВ**

Сучасна техніка охоплює широку гаму матеріалів з найрізноманітнішими властивостями. Поряд з головним конструкційним матеріалом – металом, розширюється сфера застосування полімерів і кераміки. Однак вимоги, що висуваються до матеріалів новими галузями науки і техніки, постійно підвищуються.

Нерідко виникає потреба в матеріалах, що мають, здавалося б, несумісні властивості: високу міцність і низьку щільність, зносостійкість і електропровідність, жароміцність і теплопровідність. Жоден метал або сплав, полімер або кераміка не може забезпечити необхідний комплекс властивостей. Тільки поєднання декількох матеріалів в єдину структурну цілісність, створення композицій, дозволяє отримати абсолютно новий матеріал, властивості якого відрізняються від властивостей його складових.

Одним із таких матеріалів є біметал.

Велика кількість робіт присвячена вивченню цієї складової, однак по більшій мірі спостерігається відсутність даних за технологією отримання біметалевих виливків, немає систематизованого викладу теорії і технології їх одержання. Крім того, більшість робіт містять суперечливі практичні рекомендації, а відомості по зарубіжній літературі часто носять рекламний характер.

Застосування шаруватих металевих композицій дозволяє підвищити надійність і довговічність великого класу деталей і устаткування. В результа-

ті економії дорогих кольорових металів (Ni, Cr, Cu, Mo, Ti і ін.) скорочуються витрати на їх виготовлення. Використання шаруватих композицій сприяє розробці досконаліших конструктивних рішень при створенні сучасних машин, приладів, апаратів.

Існує ряд способів отримання шаруватих металевих композицій. Різні способи отримання біметалів не виключають, а взаємно доповнюють один одного. Розрізняють такі способи, як:

- оброблення тиском (прокатка, осадка, пресування, волочіння);
- зварювання вибухом;
- лиття;
- наплавлення;
- пайка;
- нанесення порошкових покриттів.

Суть методу отримання біметалів прокаткою полягає в спільній деформації листів, смуг, стрічок з'єднаних металом, зібраних в пакет. За допомогою методу осадки можна отримати багатошарові композиції невеликих розмірів. Пакет, зібраний із з'єднаних компонентів, нагрівають в печі, а потім поміщають між бойками преса і осаджують. Після цього отриману багатошарову заготовку піддають прокатці до готового розміру. При виробництві круглих і фасонних біметалевих профілів широко використовується метод гарячого пресування, заснований на спільному витіканні з'єднаних металів через матрицю.

Зварювання вибухом використовують для безпосереднього виготовлення багатошарових листів, смуг, циліндричних виробів, призначених для подальшої прокатки. Крім того, зварювання вибухом застосовують для облицювання деталей машин і конструкцій, нанесення порошкових покриттів на металеві поверхні.

Переваги виробництва біметалів за технологією зварювання вибухом:

- виготовлення біметалів традиційними методами неможливо;
- повністю зберігаються властивості металів;

– найбільш міцний зв'язок між матеріалами;

– відсутні слабкі ділянки, отримані в результаті впливу високих температур;

– швидко виготовляються і оперативність виконання замовлень;

Обмеження: розміри вихідних листів металу обмежені габаритами вантажних платформ автомашини, яка використовується для доставки металу на полігон.

За допомогою лиття виготовляють багатошарові заготовки для подальшого гарячого оброблення тиском. Ефективним способом для відливання двох- і тришарових заготовок товстолистового коррозійностійкого біметалу є заливання рідким металом пластини або стрижня, встановлених у виливниці.

Найпоширенішими методами отримання біметалів методом заливання є відцентрове лиття та послідовне заливання металів. Даний вид з'єднання металів менш чутливий до змінних і вібраційних навантажень.

Цей метод є найдавнішим способом, що застосовується для отримання різних видів біметалічних виробів. Метод засновано на отриманні двох або більше шарів злитків шляхом відливання одного або декількох шарів на твердий шар іншої композиції.

Метод отримання біметалів заливанням застосовується для отримання великих злитків масою до 13 т, і дрібних злитків масою кілька кілограмів.

Залежно від складу, форми і маси злитка, що вимагається, способів має варіант, який має сильне місцеве стиснення та значне сумарне стиснення. З'єднання біметалічного шару може відбуватися в процесі заливання та під час гарячого оброблення тиском.

Заливання рідким металом твердої пластини, поміщеної у виливницю, застосовується для отримання багатьох видів біметалів різного призначення. Зокрема, цей спосіб застосовується для отримання корозійностійких листових біметалів сталь + нержавіюча сталь, сталь + мідь, сталь + мідні сплави, для отримання термобіметалів, у яких один шар є сплавом на основі кольорових металів, для отримання провідникових біметалів сталь + мідь, для отримання

мання інструментального біметалу сталь + інструментальна сталь, для отримання зносостійкого смугового біметалу для відвалів плугів м'яка сталь + тверда криця, для отримання самозагострювального профільного біметалу для плужних лемешів сталь + інструментальна сталь, для отримання двошарового круглого прокату для виготовлення суднових гребних валів.

Метод наплавлення застосовують як для безпосереднього плакування деталей і заготовок, так і для отримання біметалевих заготовок для подальшої прокатки.

Процес наплавлення має високу продуктивність, забезпечує незначну глибину проплавлення основного металу.

Недоліки методу наплавлення:

- трудомісткість;
- необхідність використання додаткового оброблення для подання напавленої поверхні необхідної якості шлакоутворення.

Література:

1. Сиротенко Л.Д. Применение биметаллических материалов в машиностроении / Л.Д. Сиротенко, Е.С. Шлыков, Т.Р. Абляз // Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия. – 2013. – №669. – С. 1–3.

2. Осипенко Т.М. Спосіб виготовлення біметалів при з'єднанні його пластин потужним джерелом енергії: дис. канд. фіз.-мат. наук: 8.090208 / Осипенко Т. М. – Київ, 2018. – 85 с.

3. Пинаев В.Г. Опыт и перспективы применения биметаллов, полученных сваркой взрывом в судостроении и судоремонт [Электронный ресурс] / В.Г. Пинаев, В.М. Андрианов // ЗАО «Редукционно-охлажденные установки», г. Барнаул. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: [http://elib.altstu.ru/journals/Files/pa2017\\_01/pdf/091Pinayev.pdf](http://elib.altstu.ru/journals/Files/pa2017_01/pdf/091Pinayev.pdf).