

- можливості Zoom не обмежують у кількості присутніх на конференції;
- можливість наглядно показувати схеми та приклади у віртуальному робочому просторі, за допомогою функції «віртуальна дошка»;
- створення окремих віртуальних кімнат для вирішення певних питань по міні-групах (наприклад така функція допомагає зручну проводити лабораторні роботи побригадно, при цьому викладач може переходити по цим кімнатах для контролю та допомоги студентам);
- безпека: при створенні конференції генерується не тільки посилання на неї, а ще й ідентифікатор та пароль, тому люди, які не мають бути присутні на ній, просто так не зможуть потрапити на конференцію;

Проте незважаючи на переваги додатку, що перераховані вище, ZOOM має і ряд недоліків, основні з яких перелічені нижче:

- обмеження часу конференції в 40 хвилин без преміум версії у організатора;
- дана платформа задовольняє не всі вимоги нашої спеціальності (комп'ютеризовані процеси лиття), адже заочне дистанційне навчання не може цілком і повністю замінити очного навчання;
- якість швидкості обміну даними, файлами та необхідними матеріалами залишає бажати кращого.

Незважаючи на недоліки, додаток ZOOM залишається одним із найкращих рішень у даній ситуації, оскільки надає можливість мільйонам людей проводити важливі конференції, навчатися та займатися справами не виходячи із будинку, що надзвичайно важливо в умовах пандемії.

Ковальчук О.Г., Ямшинський М.М, Федоров Г.Є.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОВЕРХНЕВОГО ЛЕГУВАННЯ ВИЛИВКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЧНИХ СУМІШЕЙ

E-mail: yamshinskiy@ukr.net

Дослідження процесу поверхневого легування виливків проводили з застосуванням покриттів матеріалів, які мають температуру плавлення на рівні температури сплаву із застосуванням заливання рідкого металу в порожнину досліджуваної форми на нанесені на стрижень легувальні покриття.

Для дослідів застосовувалися склади легувальних сумішей, наповнювачами яких були порошкоподібні феросплави на основі хрому, марганцю, титану, бору молібдену та інші.

Зв'язувальним компонентом в усіх сумішах є водний розчин рідкого скла густиною $1,05 \dots 1,10 \text{ г/см}^3$ в кількості $4,5 \dots 5,0\%$ (за масою) від сухих компонентів.

Дослідні форми заливали сталю 30Л за різних температур ($1570 \dots 1620 \text{ }^\circ\text{C}$).

Оброблення результатів експериментів показало, що при використанні легувальних покриттів на основі хрому і безвуглецевого ферохрому, при температурі металу, що заливається 1570...1590 °С легування не відбувалось, покриття форми тільки спікалось, а після вибивання з форми виливка легко відколювалось з його поверхні. Як на дослідних, так і на контрольних виливках, при заливанні форм металом з температурою 1620 °С проникнення металу тільки починалось: спостерігалось “пригорання” шару зерен легувального матеріалу товщиною до 0,5 мм, інша частина легувального покриття не просочувалась рідкою сталю і при ударі сколювалась. З підвищенням фракції та товщини легувального покриття встановлено, що за температури 1600 °С вже відбувалось просочування рідким металом.

У роботі зроблено спробу розрахувати мінімальне перегрівання металу основи залежно від товщини покриття.

Використання для поверхневого легування металевого хрому і безвуглецевого ферохрому не дало позитивних результатів: легувальне покриття не просочилось рідким основним металом і сколювалось з поверхні виливка незалежно від товщини виливка і температури металу, що заливається, в межах до 1620 °С. Тільки на зразках товщиною 60 мм за температури заливання 1620 °С під сколеним легувальним покриттям спостерігаються вкраплені в основний метал зерна хрому і ферохрому.

Встановлено суттєвий вплив на просочування основного металу виливка в пори легувального покриття: спостерігалась тенденція збільшення глибини проникнення рідкого металу зі збільшенням товщини виливка і температури металу, що заливається.

Фракція легувального покриття при прийнятих умовах експериментів суттєвого впливу на проникнення рідкого металу в пори покриття не зробила.

Це пояснюється тим, що рідкий метал змочує матеріал покриття. Тому зменшення розміру пор не збільшує капілярний протитиск у порах форми, а навіть навпаки, збільшує капілярне всмоктування. Одночасно діє й інший фактор: чим менше розмір пор, тим швидше може замерзнути плівка металу, адже вона тонше. Вплив цих двох чинників і дало цей експериментальний факт.

У проведених дослідях проникнення рідкого металу на всю глибину легувального покриття не відбувалося.

Причина цього була встановлена на дослідях по вимірюванню температури на межі розділу основний метал – легувальне покриття і покриття – ливарна форма.

Встановлено, що температура на межі виливок-покриття дуже швидко встановлюється на рівні 1397...1427 °С, тобто навіть нижче температури солідусу сталі 30Л. Проникнення металу може початися при температурі вище $T_{\text{сол}}$. Отже, в даному випадку були відсутні умови для проникнення в пори покриття на всю глибину.

Легований шар на дослідних зразках утворюється при часі витримки менше 5 с від початку заливання. Така швидкість легування може бути досягнута тільки при проникненні рідкого металу в пори легувального покриття, так як для плавлення необхідно значно більше часу.

Мікроструктура легувального шару, перехідної зони і основного металу виливка складається з нерозчинених зерен ферохрому, цементиту з мікротвердістю карбідної евтектики, невеликих ділянок троститу, темних глобулів оксидів та пор.

Перехід від легованого шару до основного металу плавний, зі сторони основного металу на глибину до 0,3 мм перліт і карбідна евтектика. Структура основного металу складається з пластичного перліту, невеликих ділянок фериту.

На підставі експериментальних даних, металографічних дослідів легованого шару і металу виливка можна зробити висновок, що процес поверхневого легування відбувається за рахунок його проникнення в пори покриття. Вирішальна роль в цьому випадку відводиться тепловій стороні процесу. За дослідними даними, температура металу основи повинна бути значно вище температури його кристалізації.

Для того, щоб стало можливим утворення поверхнево-легованого шару за рахунок проникнення основного металу в пори покриття, необхідно щоб були дотримані дві умови: по-перше, температура поверхні покриття повинна бути вище температури нульової рідкотекучості основного металу; по-друге, щоб тиск металу на межі з покриттям перевищував критичний, при якому почнеться проникнення. В нашому випадку метал контактує з формою, яка складається із зерен феросплаву, тому кут змочування повинен бути менше 90°, тобто просочування може відбуватись при будь-якому, навіть нульовому тиску.

Для встановлення можливості виконання першої умови необхідно мати температуру поверхні на розділі метал-форма, яка залежить від теплофізичних властивостей контактних матеріалів, а також від величини конвекції рідкого металу. За літературними даними, відповідно до основ теорії теплопровідності, розраховано рівняння для визначення мінімальної температури перегрівання сталі залежно від наведеної товщини виливка, для забезпечення початку просочування:

$$\Delta T_n = \frac{40,5}{\sqrt[3]{r}}$$

Як видно з рис. 1, для того, щоб почалося просочування рідкого металу в пори легувального покриття, необхідно визначити мінімальне перегрівання металу вище температури його кристалізації. Воно значно зменшується зі збільшенням товщини (наведеного розміру) виливка.

Для виливка із сталі 30Л (середня температура кристалізації $T_{кр} = 1495$ °С) товщиною 60 мм, мінімальна температура заливання, щоб почалося просочування основного металу в пори покриття, становить 1615 °С. Фактично при $T_{зал} = 1620$ °С проникнення тільки починалося. Таким чином, маємо задовільний збіг розрахункових і експериментальних даних.

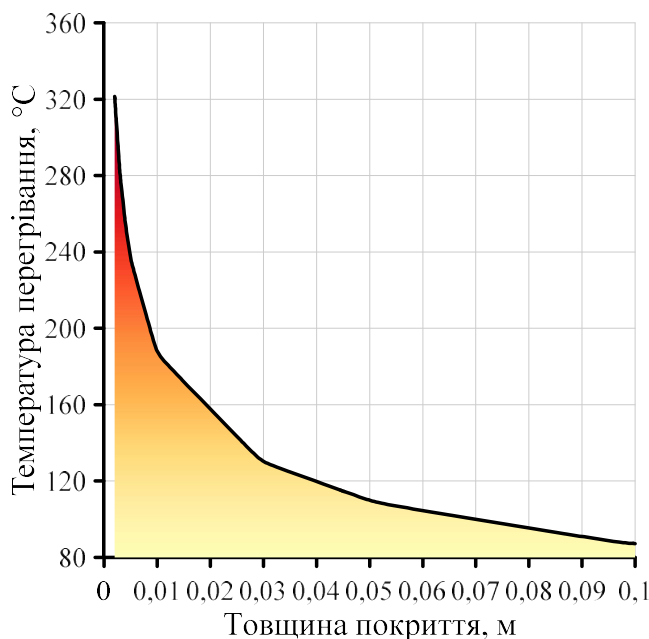


Рис. 1. Необхідна мінімальна величина перегрівання сталі для початку проникнення в пори легувального покриття

Узагальнюючи експериментальні і розрахункові дані по поверхневому легуванню, можна зробити висновок, що основною умовою для успішного протікання процесу є високе перегрівання ($\Delta T = 87 \dots 320$ °C для товщини 0,05 і 0,1 відповідно) основного металу над лінією ліквідусу.

Для отримання легованого шару необхідної товщини перегрівання металу повинно бути вище мінімального.

На підставі теорії теплопровідності з урахуванням конвекції в рідкому металі залежно від товщини покриття і виливка, із збільшенням товщини виливка і зменшенням товщини покриття величина перегрівання може бути трохи зменшена.

Кондрашова С.Г.¹, Саприкін Є.В.¹, Наумик В.В.²
(¹Бердянський машинобудівний коледж НУ «Запорізька політехніка», м. Бердянськ; ²НУ «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя)

ВПЛИВ СКЛАДУ СУМІШІ, ЩО НАСИЧУЄ, НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ДИФУЗІЙНОГО МЕТАЛІЗОВАНОГО ШАРУ НА СІРОМУ ЧАВУНІ ТА СТАЛІ

E-mail: naumik@zntu.edu.ua

Одним із видів надання особливих властивостей поверхневому шару є дифузійне поверхнєве легування сталей та сплавів різними елементами.

Захист поверхневого шару шляхом дифузійного легування виявляється не лише ефективним, але іноді і єдиним способом отримання необхідних властивостей виробу, оскільки тільки при цьому способі має бути досягнута абсолютна суцільність шару і висока концентрація легувальних елементів в поверхневому шарі, що особливо важливо для захисту виробів в агресивних середовищах.

Проведені дослідження показали, що експлуатаційні властивості деталей з сірого чавуну (корозійна стійкість, жаростійкість, опір зносу) можуть бути підвищені (у 10...15 разів) за рахунок дифузійного насичення поверхневого шару одним або декількома елементами з групи: Cr, Ti, Cd, Al, Mn, Si.

Встановлено, що рівень експлуатаційних характеристик деталей з сірого чавуну, підданих дифузійній металізації, визначається сукупністю параметрів