УДК 621.746.043
Дорошенко В.С.[1], Калюжний П.Б.[2]
[1]д-р. техн. наук, старш. наук. співр., ФТІМС НАН України, Київ
[2]канд. техн. наук, старш. наук. співр., ФТІМС НАН України, Київ

ЗМЕНШЕННЯ ТИСКУ ГАЗУ В ЛИВАРНІЙ ФОРМІ ПРИ ГАЗИФІКАЦІЇ МОДЕЛІ ТА ВУГЛЕЦЕВОГО ЗАЛИШКУ, ЩО ЗДАТЕН НАСИЧУВАТИ ВУГЛЕЦЕМ МЕТАЛ ВИЛИВКА

Спосіб лиття металу за газифікованими моделями (ЛГМ, Lost Foam Casting) попри ряду переваг, зокрема, чи не найнижчій собівартості виготовлення виливків масою 0,2-2000 кг і більше, має недолік щодо підвищення тиску газу (понад атмосферний) від газифікації моделі у порожнині форми (рис. 1), певної пульсації газового тиску і потреби витяжної вентиляції значної потужності при заливанні металу у форму. Під час заливання металу газ рекомендовано [1] підпалювати на поверхні невакуумованої форми (зверху з вантажами). Лиття у такі форми зі зв'язувальними компонентами в піску називають способом Full mold casting. Для вакуумованих форм газ всмоктує форма, пари і сажа з нього конденсуються у піску, а після виключення вакуумування форми потрібно включати вентиляцію, щоб газ не димів у цех.

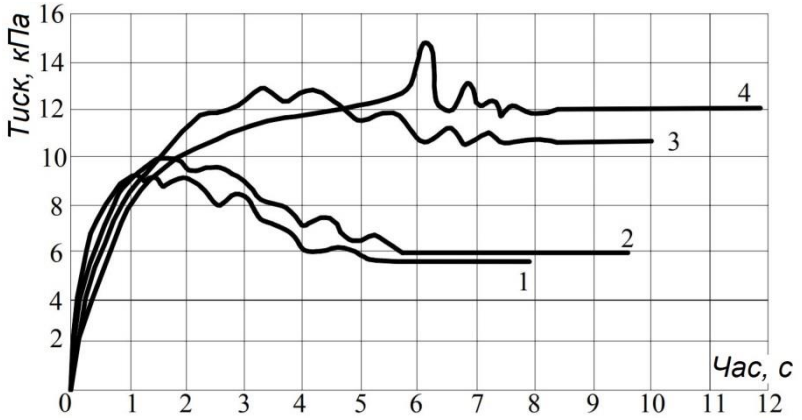


Рисунок 1 – Ріст тиску газу (понад атмосферний) при заливанні металом форми при таких показниках її газопроникності (од.) піску форми: 1 – 55, 2 – 50, 3 – 20, 4 – 10,5 [1].

Період пульсацій газу складає 0,3–1,5 с з першого піку від початку заливки форми металом. Цей пік іноді призводить до виплесків металу з ливникової чаші, загрожує появою дефектів виливків, а газові викиди ведуть до забруднення повітря цеху, для уникнення чого нами розроблено спосіб окислення (знешкодження) продуктів газифікації пінопластової моделі – газу з вуглеводнів шляхом спалювання їх приблизно з таким результатом, як горить природний газ на кухонній плиті.

Для цього нами запропонована, по суті, зміна парадигми газового режиму форми при ЛГМ від принципу (1) «всі гази пропустити крізь пори піску форми, а потім окремо очистити викиди газів і пісок для повторного застосування» [1] до принципу (2) «не пустити гази у форму, а вивести по каналах і спалити нагріті гази поза формою» [2]. За принципом (2) виконали в моделі канали виходу і подачі газу з трубками, які виходять на поверхню форми. Рішення таке. Коли розплав металу заливається та піднімається у формі і заміщує-газифікує модель, то крізь канал в моделі із контактної зони чи зазору між рідким металом і моделлю виводять продукти газифікації крізь випор на верхню поверхню форми. А для стабілізації потоку газу, згладжуючи пульсації (як на рис. 1), в цей зазор по вхідному каналу подають потік повітря. Для дистанційного підпалювання газу над вихідним отвором випора на поверхні форми ставлять електро-запальник, який включають в електромережу перед заливанням форми металом для запалювання газу, що виходить з отвору випора.

Таким методом для середніх і крупних виливків у стінках моделей з пінополістиролу знизу вверх (згідно позиції в піщаній формі) виконували два канали, під'єднували до них трубки (для подачі газу і як випор) прохідним діаметром від 6-10 мм, по першій подавали потік повітря, яке змішувалось з парогазовою фазою продуктів моделі та виходило крізь інший канал і випор. У вакуумованій формі газ може усмоктувати пісок форми і зменшувати тиск у зазорі, але подачею потоку повітря по вхідній трубці у цей зазор досягали стабільного вихідного струменя газу. При цьому кисень повітря, що подається, частково окислює парогазову фазу вуглеводнів моделі, а азот повітря витискає гази на вихід з форми для спалювання на її поверхні, що разом дає стабільний потік з форми газу, який горить факелом без запаху з повним знешкодженням.

Для накачки повітря при литті стальної деталі масою 105 кг верхній кінець трубки в дослідному випробуванні підключили до компресорного небулайзера CN-02 MY (виробництва Vega Technjlogies Inc, Тайвань), що продається для медичних інгаляцій. Цей компресорний прилад (з живленням від мережі 220 В) має гнучку трубку діаметром 5 мм та L = 2 м, по якій постачає до 8,0 л/хв повітря з робочим тиском 0,06-0,09 МПа. Як варіант, також мали компресор з продуктивністю 30 л/хв повітря та електро-

живленням 12 В. При практичній перевірці з початку заливання металу у форму за 1-2 с з'явилось полум'я над випором, запалене іскровим запальником, тоді дистанційно включили компресорний небулайзер і відсунули запальник від факелу полум'я, що утворилось і стабільно горіло протягом всього заливання тривалістю 44 с, під кінець потухло з ознаками появи розплаву металу у отворі випора на поверхні форми. Тоді одразу виключили компресорний небулайзер, за 2-3 с після цього долили метал у ливникову воронку і завершили заливку. Виливок отримали якісний. За розрахунком подавали повітря у форму не більше 25-30% від об'єму газу від газифікації моделі. Це мінімально охолоджувало метал, незначно збільшувало об'єм газу при частковому його окисленні (екзотермічна реакція) та підтримувало достатню його горючість.

Газовідвідні канали ДУ 6-10 мм за розробленим нами методом пропалювали у моделі рухом вздовж її стінки ручного електро-паяльника з нагрітим двоконтактним дротяним жалом (з кільцем чи спіраллю на кінці), яке заглиблювали в стінку моделі, а зовні вздовж моделі отримували щілину шириною до 1 мм і заклеювали її паперовою чи синтетичною смужкою. До ручки паяльника кріпили ролик, що котився по поверхні моделі відповідно до її вигинів для утворення каналів на глибину, рівну відстані між поверхнею ролика і нагрітим жалом. Видалення газу по каналах розширює застосування моделей з пінополімерами підвищеної густини і екструзійного полімеру, які виготовляють на 3D фрезерах, а також 3D друком. Такі моделі мають високі міцність і чистоту поверхні, що, відповідно, підвищує точність і чистоту поверхні виливків. Останній вид моделей рекомендовано одразу адитивно 3D друкувати з каналами і трубчастими виходами, які майже з першого до останнього металу, що заливають у форму, забезпечують продування з одночасним виведенням і спалюванням газів. Зниження тиску газів від термодеструкції моделі переважно вуглеводневого складу за рахунок виходу їх крізь випор, від продування часткове їх окислення в порожнині форми та спалювання дозволить в переважній більшості видалити з форми вуглецеві продукти термодеструкції, вивести їх і спалити, що значно знизить можливість навуглецювання виливків, зокрема, зі сталі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шуляк В. С. Литье по газифицируемым моделям. Санкт-Петербург : Профессионал, 2007. 405 с.

2. Спосіб лиття металу за моделями, що газифікуються, з окисленням продуктів газифікації: пат. 147217 Україна: МПК B22C 7/02, B22C 9/04. № u202007026; заявл. 02.11.2020; опубл. 24.04.2021, Бюл. № 16.