

УДК 621.743

ВОГНЕТРИВКА СУМІШ ІЗ ФОСФАТОМ НАТРІЮ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИВАРНИХ СТРИЖНІВ

к.т.н., доц. Р.В. Лютий, к.т.н. Д.В. Кеуш, студ. А.Р. Пивошук, студ. М.В. Скирденко

Національний технічний університет України «КПІ» ім. І. Сікорського

E-mail: rvt2005@ukr.net

Роботу присвячено розробленню нових неорганічних зв'язувальних компонентів для виготовлення ливарних стрижнів, які зміцнюються при нагріванні. Показано, що сучасна технологія отримання таких стрижнів екологічно і економічно неприйнятна через використання дефіцитної і токсичної смоли. Натомість фосфатні зв'язувальні компоненти позбавлені даних недоліків, але вони недостатньо вивчені. Проаналізовано умови взаємодії карбонату натрію з ортофосфорною кислотою і успішно синтезовано новий зв'язувальний матеріал. Для його отримання стрижень необхідно нагріти до відносно невисокої (150 °C) температури. Розроблена суміш містить поширені недорогі матеріали, має високу міцність і термостійкість, забезпечує чітке відтворення внутрішніх порожнин у виливках.

Переважає кількість виливків із залізобуглецевих сплавів (порядку 80%) виготовляється із застосуванням разових піщаних форм і стрижнів. Основними задачами є підвищення геометричної точності виливків, зниження припусків на механічне оброблення, максимальне наближення вилівка до готової деталі.

У стрижневих сумішах, які зміцнюються при нагріванні, найбільше застосування як зв'язувальний компонент (ЗК) знайшла фенол-формальдегідна смола з додаванням 8...12% уротропіну. Недоліком є токсичність цього матеріалу, що призводить до перевищення норм виділення шкідливих речовин у ливарних цехах у 6...10 разів. Також продукт є дефіцитним, оскільки в Україні не виробляється.

Заміна смоли на технічний лігносульфонат не є перспективною, оскільки цей ЗК не забезпечує високої міцності стрижнів.

Рідке скло широко застосовується у ливарних цехах України та промислово розвинених країн. Але відомі недоліки щодо ускладненого вибивання стрижнів із виливків обмежують його застосування.

Отже, для забезпечення технологічного процесу виготовлення стрижнів при нагріванні необхідним є пошук нових нетоксичних та недефіцитних зв'язувальних матеріалів.

Багаторічний досвід показує, що основними вимогами до форми або стрижня завжди є належний рівень фізико-механічних та технологічних властивостей сумішей, які пов'язані із використанням зв'язувальним компонентом. Розроблення і удосконалення нових процесів, у свою чергу, базується на розробленні нових ЗК. Наприклад, із застосуванням фосфатів відкриваються великі можливості для удосконалення складу, створення нових варіантів сумішей і технологічних процесів, ефективних методів механізації і автоматизації.

Проте суміші з фосфатними ЗК не мають поширення, тому що недостатньо вивчені. Відомо лише дві суміші – залізо- і магнійфосфатна, компоненти для яких є дійсно дефіцитними.

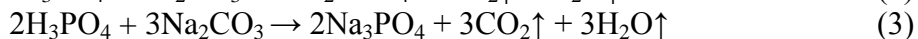
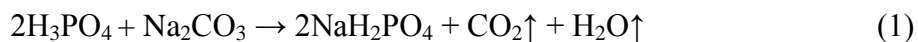
У результаті встановлення фізико-хімічних основ зміцнення фосфатних систем з'явилась можливість взаємозамінності матеріалів, які використовуються як компоненти сумішей. Таким чином, відпадає необхідність у застосуванні конкретного матеріалу, який в той чи інший час може стати дефіцитним.

У даній публікації наведено приклад створення нового ефективного фосфатного зв'язувального компонента.

Стрижневі суміші із заданими властивостями можна отримувати на основі двокомпонентної системи, яка складається з ортофосфорної кислоти та хімічної сполуки, яка після взаємодії з нею забезпечить утворення фосфату відповідного металу. Цими сполуками

можуть бути неорганічні солі металів – таких як магній, кальцій, марганець, алюміній а також натрій і калій.

Широке застосування у ливарних технологіях мають неорганічні солі натрію. Зокрема, карбонат Na_2CO_3 може взаємодіяти з ортофосфорною кислотою відповідно до реакцій:



Термодинамічний аналіз показує, що усі три варіанти можливі як при нормальних умовах, так і при нагріванні (рис. 1).

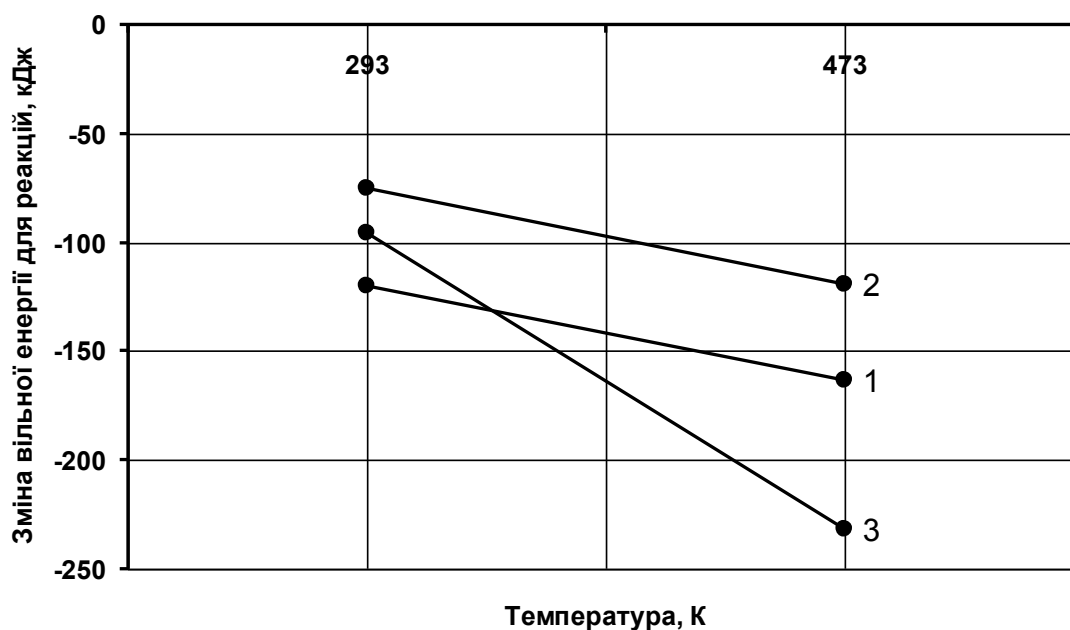


Рис. 1. Зміна вільної енергії для реакцій взаємодії карбонату натрію з ортофосфорною кислотою залежно від температури

Але зразки, виготовлені з даної суміші, навіть після витримки 24 год при нормальній температурі не зміцнюються. Це можна пояснити тим, що виділення води як продукту реакцій (1...3) може значно сповільнювати або унеможливити остаточне зміцнення зразків. Воду необхідно видалити, а це можливо, в першу чергу, при нагріванні понад $100\text{ }^\circ\text{C}$.

Міцність зразків сумішей при стисканні (рис. 2) є задовільною для виготовлення стрижнів за умови зміцнення в інтервалі $150\text{...}250\text{ }^\circ\text{C}$. Але, як видно, немає необхідності в піднятті температури понад $150\text{ }^\circ\text{C}$.

За графіками на рис. 1 можна встановити, що за таких умов (це 423 K) найбільш ймовірною реакцією з термодинамічної точки зору буде (3), при якій утворюється тризаміщений ортофосфат натрію.

Зміцнення даної суміші можна представити наступним чином. Під час перемішування компонентів кислота вступає у взаємодію із карбонатом натрію, але ця взаємодія відбувається настільки швидко, що утворений фосфат натрію залишається відокремленим від вогнетривкого наповнювача та не утворює із ним адгезійного зв'язку. Тому суміш не має міцності при нормальних умовах.

Продуктами хімічної реакції, крім фосфату натрію, є вуглекислий газ і вода. Газ виділяється під час приготування суміші, а вода залишається у її складі. Далі починається розчинення фосфату натрію у воді, і утворений розчин поступово оточує тонким шаром зерна наповнювача, тоді вже з'являються адгезійні зв'язки. Але для зміцнення плівок ЗК

необхідним є нагрівання понад 100 °С, оскільки температура випаровування води із розчину ЗК, очевидно, вища за цю позначку. В результаті вилучення вологи плівки фосфату натрію зміцнюються і утворюють когезійні зв'язки, які і забезпечують загальну міцність суміші. Завищена температура (понад 200 °С) призводить до зниження міцності внаслідок інтенсивного випаровування води і порушення цілісності зв'язувальних плівок, аналогічно як у сумішах з іншими водорозчинними ЗК.

Враховуючи такий механізм зміцнення суміші, вважаємо за доцільне додавання у неї води як окремого компонента. Її функція – розчинення утвореного фосфату натрію, зниження в'язкості цього розчину і більш рівномірне розосередження його на поверхні часточок наповнювача.

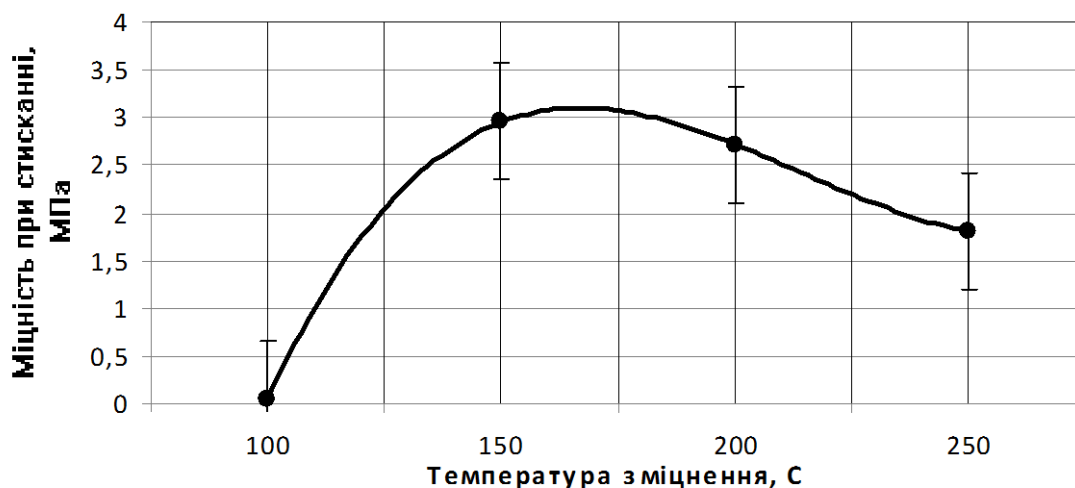


Рис. 2. Залежність міцності зразків суміші від температури

Для встановлення вірного співвідношення компонентів стрижневої суміші прийнято, що для здійснення реакції (3) на 2 моль кислоти необхідно додати 3 моль карбонату натрію. Врахувавши концентрацію кислоти (85%), отримали, що на 1 мас. ч. кислоти необхідно додавати 1,5 мас. ч. Na_2CO_3 .

Для забезпечення міцності стрижневої суміші на рівні 2,5...3,0 МПа вміст кислоти має становити 2,5...3,0%, карбонату натрію – 2,0...2,5%, додавання 1,5...2,0% води є також доцільним.

Із суміші наведеного складу виготовлено два стрижні (2-го і 3-го класів складності) для отримання виливка «Корпус клапана» із алюмінієвого сплаву АК7 (рис. 3). Отримано виливки належної якості, стрижні легко видалено із них, дефекти відсутні.



Рис. 3. Виливки, отримані з використанням розробленої стрижневої суміші