

Лютий Р.В., Шейко О.І., Тишковець М.В., Люта Д.В.
(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ФОСФАТІВ НАТРІЮ В
ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ
E-mail: rvl2005@ukr.net

Матеріали на основі фосфатів посідають провідні місця за обсягами використання у різних галузях техніки. Це зумовлено їх доступністю, поширеністю, простотою методів отримання. Широке використання здобули фосфатні матеріали як мінеральні добрива (90% від усього обсягу), харчові добавки (ортофосфорна кислота – добавка Е338, триполіфосфат натрію $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ – Е451, метафосфат натрію $(\text{NaPO}_3)_n$ – Е452), активні компоненти у промислових і побутових мийних засобах тощо.

Важливою особливістю фосфатів є зв'язувальна здатність, яка проявляється у поєднанні з різними матеріалами. Це стало можливим, оскільки фосфор є елементом IV-ої групи та має в тетраедрі PO_4 d-p зв'язок при максимальній кількості d-орбіталей.

Триполіфосфат натрію (ТПФН), який входить до складу більшості пральних порошків і засобів для посудомийних машин, проходить крізь найсучасніші очисні системи і потрапляє у відкриті водойми, де діє як мінеральне добриво. Це призводить до бурхливого розквіту рослин, а потім – до старіння озер, річок і морів. Один грам ТПФН спричиняє зростання 5...10 кг ціанобактерій, у результаті чого зменшується вміст кисню у воді, утворюються токсичні речовини, що призводить до масової загибелі гідрофауни. Прісна вода стає непридатною для пиття і небезпечною для життя. Крім цього, щорічно тисячі тонн ТПФН потрапляють в моря.

Це є глобальною проблемою світової екології, але в Україні обсяги використання поліфосфатів натрію дуже значні. Очевидно, що вирішення екологічних проблем полягає в усуненні фосфатів із складу засобів побутової хімії. Припинити їх виробництво в цілому неможливо, оскільки вони є побічними продуктами синтезу фосфорних кислот та мінеральних добрив, і їхня щорічна кількість у найближчі роки значною мірою не зменшиться.

Гостро ставиться питання пошуку нових галузей застосування значних обсягів фосфатів натрію. Для недопущення або зменшення потрапляння небезпечних матеріалів до екосистеми, на нашу думку, ефективною може бути технологічна галузь із замкненим циклом. Прикладом такої галузі є ливарне виробництво, в якому фосфати натрію успішно використовують, наприклад, як зв'язувальні матеріали для приготування протипригарних фарб, технологічні добавки до піщано-бентонітових суспензій для зниження їх в'язкості, але їх не розглядають як зв'язувальні компоненти (ЗК) для формувальних і стрижневих сумішей.

Нами досліджено особливості структуроутворення у композиції триполіфосфату натрію (ТПФН) з ортофосфорною кислотою. Встановлено, що їх

взаємодія при температурі близько 200 °С призводить до утворення нової сполуки – двозаміщеного пірофосфату натрію $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, який має додаткові водневі зв'язки, що зумовлює підвищення адгезії до вогнетривкого наповнювача (наприклад, кварцового піску) і забезпечує значне підвищення міцності стрижневої суміші, порівняно із ТПФН.

У процесі виготовлення ливарних стрижнів, які зміцнюються при нагріванні, важливою з економічної точки зору є температура оснащення. На основі проведених досліджень запропоновано склад суміші, який містить вогнетривкий наповнювач, ЗК, виготовлений із ортофосфорної кислоти і ТПФН, та воду. Призначенням води у складі суміші є утворення розчину ЗК та забезпечення його адгезії до часток наповнювача. Суміш зміцнюється за рахунок дегідратації ЗК (видалення води) під час висушування. При цьому ЗК, виділяючись із розчину, утворює міцний каркас із затверділих плівок.

У процесі проведення досліджень встановлено, що суміш може зміцнюватись і при нормальній температурі, але цей процес довготривалий (понад 24 год). Нагрівання сприяє пришвидшенню видалення води. Максимальна міцність стрижневої суміші при стисканні (більше 2,5 МПа) досягається після висушування при температурі 150 °С.

Установлено, що міцність сумішей із ЗК, виготовлених із ортофосфорної кислоти і ТПФН, при його незначному вмісті 2,0...3,0% досягає високих значень – 2,3...2,5 МПа (табл. 1). При вмісті 4,0% ЗК показники міцності набувають стабільного рівня і майже не підвищуються при подальшому його додаванні.

Таблиця 1. Міцність при стисканні зразків стрижневої суміші залежно від вмісту ЗК на основі ТПФН

Вміст ЗК, %	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Міцність, МПа	2,35	2,90	3,10	3,25	3,35	3,45	3,60

На основі проведених досліджень запропоновано оптимальний склад формульованої і стрижневої суміші, до складу якої входять: ЗК (складається із 5,0 мас. ч. ТПФН та 1,0 мас. ч. H_3PO_4) – 3,0...4,0%, вода – 3,0%, кварцовий пісок – решта. Температура висушування – 150 °С. Установлено, що із цієї суміші можна виготовляти ливарні форми та стрижні, у т. ч. першого класу складності.

Проведено також лабораторні випробування, які показали перспективність використання суміші. Розроблений ЗК забезпечує високу міцність і термічну стійкість ливарних форм і стрижнів і дає змогу виготовляти виливки із чистою поверхнею із різних сплавів, у т. ч. із легованої сталі.

Отже, розроблення зв'язувального компонента дає змогу використовувати ТПФН у технологічному процесі виготовлення виливків, а саме для приготування формульованих і стрижневих сумішей. Це допоможе утилізувати шкідливий продукт та у подальшому буде сприяти збереженню екологічного середовища.