

налет удаляется с поверхности отливки вместе с ее охлаждением, а разная степень усадки при охлаждении горячих металла и остатков удаляемых песчаных слоев на отливке способствует их легкому отделению, что допустимо также для железоуглеродистых отливок, выбитых в аустенитном состоянии из песчано-глинистых форм по-сырому. Охлаждение отливки в абразивно-закаливающей среде доступно для автоматизации, в т. ч. с роботами-манипуляторами. Такая абразивноструйная обработка горячей отливки из аустенитного состояния также экономит время и энергоресурсы производства методом взаимного дополнения операций (закалка + очистка). Для точного контроля температуры начала закалки горячей отливки можно помещать ее в камеру для короткой изотермической выдержки. Задача быстрого удаления горячей отливки из литейной формы с подачей на ТО представляет собой некую инженерно-технологическую проблему. Если «классическая» основная проблема (1) технологии литейной формы – оптимальное упрочнение формовочной смеси для получения отливки требуемого качества. То для ЛТО-процесса также важно решение обратной проблемы (2) быстрого разупрочнения песчаной формы для извлечения горячей отливки для ТО. Методика моделирования упрочнения формовочной смеси для решения проблемы (1) предложена по схеме (рис. 1) на основе монографии «Формовочные процессы» / Б. Б. Гуляев, О. А. Корнюшкин, А. В. Кузин, 1987. Связи «задача-модель» показаны стрелками. Для решения проблемы (2) быстрого разупрочнения смеси нами предложено использование аналогичных моделей с доведением математического аппарата и расчетных зависимостей (главным образом, из механики сплошной среды) до конкретных инженерно-технологических применений.

**Дорошенко В.С.**

**(ФТІМС НАН України, м. Київ)**

**ПОЄДНАННЯ РІЗНИХ ЗВ'ЯЗУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У СКЛАДІ  
ФОРМУВАЛЬНИХ І СТРИЖНЕВИХ СУМІШЕЙ**

**E-mail: doro55v@gmail.com**

Актуальність зменшення відходів і декарбонізації промисловості полягає в заміні органічних технологічних матеріалів на неорганічні для зменшення викидів CO<sub>2</sub> і глобального потепління. Важливою проблемою ливарного виробництва є створення екологічно безпечних формувальних та стрижневих піщаних сумішей. У ФТІМС НАНУ створена під керівництвом проф. Шинського О. Й. піщана суміш зі зв'язувальним матеріалом з відходів пінополістиролу (ППС), яка відрізняється тим, що в суміш ще додають 1,0...1,5% мас. рідкого скла, а виріб із неї у сирому стані до видалення з оснастки продувають вуглекислотою (пат. 88670 UA, опубл. 2009). Переваги цієї суміші в тому, що вона сприяє утилізації відходів ППС, компонент якого дає високу міцність суміші на рівні сумішей з органічними смолами. Така суміш легко вибивається, а поєднання органічного зв'язувального з рідким склом дає

достатню сиру міцність стрижню, щоб його видалити з оснастки і завдяки підсушці при температурі порядку 120 °С отримати високоміцну суміш, висушивши розчинник ППС. Без додання рідкого скла такі стрижні раніше сушили на драйерах. За аналогією з розглянутою сумішшю, виникла ідея щодо піщаних металофосфатних сумішей, стрижні з якими проходять теплову сушку [1]. Такі суміші від поширених неорганічних піщано-рідкоскляних сумішей відрізняють вища термостійкість, краща здатність до вибивання та більш безпечні умови утилізації відходів. А, оскільки багато стрижневих сумішей мають органічні зв'язувальні (зокрема, смоляні, більш дорогі за вартістю) з пов'язаними з ними газовими й твердими забрудненнями робочої зони і навколишнього середовища, то останні неорганічні суміші мають переваги. Ортофосфорну кислоту, введена в суміш авторами [1], навіть застосовує харчова промисловість як добавку (Е338) при виробництві газованої води як регулятора кислотності тощо. Щодо поєднання двох зв'язувальних матеріалів у складі піщаних сумішей, то додатково до багатообіцяючих металофосфатних має перспективу рідке скло, зокрема за CO<sub>2</sub>-процесом, аналогічно піщаній суміші з ППС, або прототипи сумішей з гіпсом чи цементом, як гідратаційних в'язучих, що утворюють в контакт з водою кристалогідрати.

У ФТІМС НАНУ відпрацьовано ряд сумішей з кристалогідратами для виготовлення піщаних оболонкових форм за крижаними моделями. Досліджено швидкість тверднення сумішей шляхом вистоявання, помірною (40...100 °С) нагрівання, застосування прискорювачів тверднення чи додавання до складу суміші цементу швидкісного тверднення марки «Аквафікс». Додавання цементу в суміші стрижнів для лиття залізобетонних сплавів сприятиме покращенню вибивальності, для лиття кольорових сплавів таку роль виконуватиме гіпс, а їх поєднання здатне регулювати цю немаловажну технологічну характеристику.

Таким чином, створення комбінованих (гібридних) на основі піщано-фосфатних сумішей шляхом поєднання чи взаємного доповнення різних неорганічних зв'язувальних матеріалів у складі сумішей має певні перспективи і потребує експериментальної перевірки та відпрацювання способів їх замішування і застосування в піщаних формах та стрижнях. Такі суміші за технологічними характеристикам будуть наближатись до самотвердних, а їх неорганічний склад матиме екологічні переваги над сумішами з органічними компонентами при наближенні до показників міцності останніх.

#### Література:

1. Лютий Р.В., Тишковець М.В., Люта Д.В. Дослідження процесів зміцнення стрижневих сумішей з ортофосфорною кислотою і алюмовмісними матеріалами різного класу // *Physics and chemistry of solid state*. - 2020. - V. 21, N 1. - P. 176-184.