

ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІЩАНО-БЕНТОНІТОВИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ЛИВАРНИХ ФОРМ ПІСЛЯ БАГАТОРАЗОВОГО ВИКОРИСТАННЯ

к.т.н., доц. Р.В. Лютий¹, к.т.н. доц. М.М. Федоров², студ. С.В. Павлюх¹, студ. А.К. Бондар¹

¹Національний технічний університет України «КПІ» ім. І. Сікорського

²Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

E-mail: rvl2005@ukr.net

Досліджено вплив багаторазового використання формувальних піщано-бентонітових сумішей на зміну їх властивостей. Виконано порівняльний аналіз властивостей свіжої суміші та аналогічної композиції після тривалої роботи в ливарній лабораторії. Показано, що основними причинами поступового зниження показників якості (фізико-механічних та технологічних властивостей) є зміна гранулометричного складу: спікання та розтріскування зерен наповнювача, насичення суміші пилом та неактивною глинястою складовою. Для отримання виливків без дефектів необхідно регулярно контролювати властивості сумішей та при потребі піддавати їх відновленню.

Для серійного і масового виготовлення виливків із залізовуглецевих сплавів в усьому світі основним технологічним процесом є лиття у сирі піщано-бентонітові форми. Основним матеріалом, відповідальним за забезпечення високої якості ливарних форм і, як наслідок, виливків, є формувальна суміш. Вона використовується багаторазово, так само багаторазово піддається дії високих температур, при цьому з її компонентами відбуваються певні фізико-хімічні процеси, які з часом знижують якість суміші [1].

З точки зору можливості повторного використання вибиті з форм суміші можна поділити на три групи [2]:

- суміш, вибита з опок ($4...12 \text{ м}^3/\text{тонну}$ виливків, або $90...95\%$ усієї формувальної суміші). Значна частина її після перероблення використовується повторно;

- стрижнева суміш, вибита з виливків ($0,60...0,75 \text{ м}^3/\text{тонну}$ виливків). Через значне прогрівання стрижнів, основна частина цієї суміші спікається. Тому повторному використанню підлягає лише $30...60\%$, решта йде у відвал;

- суміш, видалена з поверхні виливків при їх очищенні ($0,16...0,35 \text{ м}^3/\text{тонну}$ виливків, або $5...10\%$ усієї формувальної суміші). Ця суміш повторно не використовується через значні зміни її властивостей.

Загальну кількість формувальних сумішей, які йдуть у відвал, необхідно компенсувати додаванням свіжих формувальних матеріалів – наповнювача і глини. Для машинобудівного литва кількість свіжих матеріалів дорівнює $0,7...0,9 \text{ м}^3/\text{тонну}$ виливків.

Для забезпечення стабільно високої якості виливків, які отримують на автоматичних лініях, необхідно щоб суміш, із якої виготовляють форми, мала ряд фізико-механічних і технологічних властивостей. Контролюють наступні характеристики [3]:

- міцність при стисканні (на стандартних циліндричних зразках діаметром і висотою по 50 мм). Мінімальне допустиме значення $0,05 \text{ МПа}$, найбільш високоякісні суміші мають $0,12...0,14 \text{ МПа}$;

- газопроникність (на стандартних циліндричних зразках). Мінімальним достатнім значенням є 90 умовних одиниць, а високим показником вважається понад 150 одиниць;

- обсипаемість (втрата маси стандартного циліндричного зразка за 60 с обертання у сітчастому барабані). Максимально допустиме значення $1,0\%$, а високоякісні суміші мають обсипатися не більше ніж на $0,5\%$;

- текучість (визначають за спеціальною пробою Орлова). Ця технологічна властивість відповідає за якісне ущільнення суміші навколо складних контурів моделей. Нормативним значенням для текучості є 50% , а для високоякісних сумішей вона має бути більшою за 80% ;

– формувальність – відповідає за чітке відтворення елементів рельєфу ливарних моделей. Ця характеристика має бути вище 50%, а для найбільш відповідальних виливків – 80%.

Крім даних властивостей, важливими показниками є вміст у суміші вологи і так званої глинястої складової. До глинястої складової, окрім глинястих мінералів, відносять усі частки, які мають розміри менші за 22 мкм. Її також поділяють на активну і неактивну частини. Активна має зв'язувальні властивості, а неактивна – шкідлива, її вміст у суміші необхідно мінімізувати.

Вологість формувальних сумішей, як правило, підтримують у межах 3,0...3,5%, а вміст глинястої складової – не більше 10...12%.

У виробничих процесах, заснованих на роботі автоматичних формувальних ліній, обов'язково потрібно періодично проводити комплексний контроль названих властивостей сумішей з метою мінімізації дефектів виливків, які виникають з вини ливарних форм.

Проведено порівняльне дослідження усіх названих властивостей для двох формувальних сумішей. Проба першої суміші взята з автоматичної лінії ливарного цеху промислового підприємства, проба другої суміші – з ливарної лабораторії. Друга суміш багаторазово використовувалась без належного освіження. Результати визначення властивостей і їх порівняння з нормативними показниками наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Властивості формувальних сумішей і їх порівняння з нормативними показниками

Властивості	Перша проба	Друга проба	Нормативний показник
Вологість, %	3,27	6,17	3,0...3,5
Міцність, МПа	0,093	0,049	>0,050
Газопроникність, од	160	73	>90
Обсипаємість, %	3,34	0,31	<1,00
Текучість, %	74	32	>50
Формувальність, %	86	62	>50
Ущільнювальність, %	25	43	–
Глиняста складова, %	14,28	18,94	10...12

Із вище наведеної інформації видно, що друга проба суміші має незадовільні числові показники по ряду властивостей: вологість, міцність, газопроникність, текучість і вміст глинястої складової. Особливу увагу слід звернути на підвищену вологість у поєднанні з низькою газопроникністю. Використання такої суміші може призвести до утворення ряду газових дефектів у виливках.

Причиною незадовільного рівня властивостей є зміна зернового складу суміші після багаторазового контакту з рідким металом. На рис. 1 наведено гістограму зернового складу суміші другої проби, а на рис. 2 (а, б, в) – вигляд зерен під мікроскопом у початковому та відмитому від глинястої складової станах.

За результатами гранулометричного аналізу у програмі «GranN» визначено також середній діаметр зерен (0,199 мм) і коефіцієнт однорідності (28,5%). Ці показники значно відрізняються від аналогічних характеристик кварцового піску, із якого ця суміш була приготовлена. Середній діаметр його зерен 0,276 мм, а коефіцієнт однорідності 77%.

На загальному вигляді суміші (рис. 2, а) помітно, що вона є суцільною масою із досить крупних часток, які являють собою зліплені зерна піску, оточені глинястими плівками і пилом. Така суміш має понижені технологічні властивості, а значна кількість пилу і неактивної глини знижує її міцність і газопроникність до незадовільного рівня. У складі суміші також чітко помітні спечені грудки (рис 2, б), а зерна кварцового наповнювача мають складну форму (рис. 2, в), яка є наслідком їх розколу після багатьох сотень теплозмін.

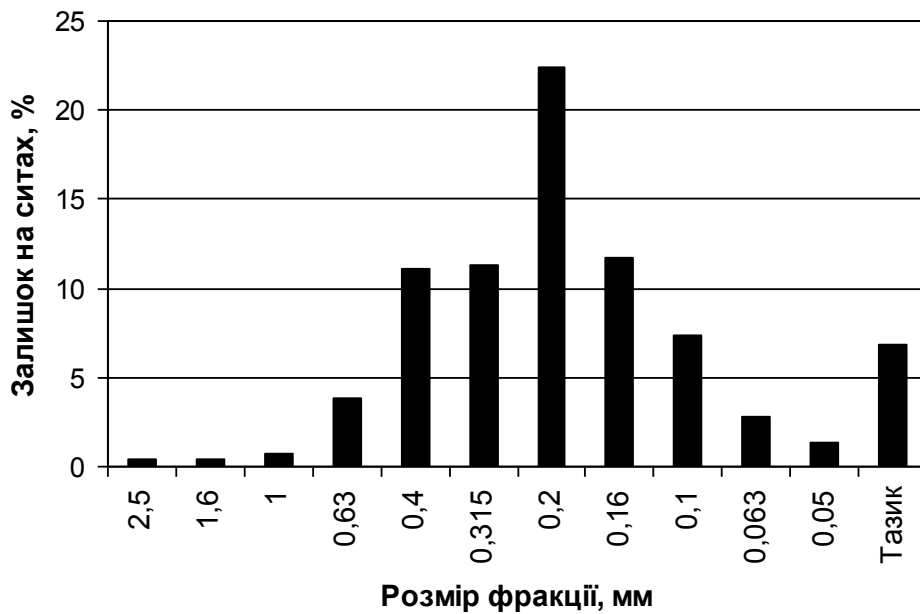


Рис. 1. Гранулометричний аналіз суміші з ливарної лабораторії

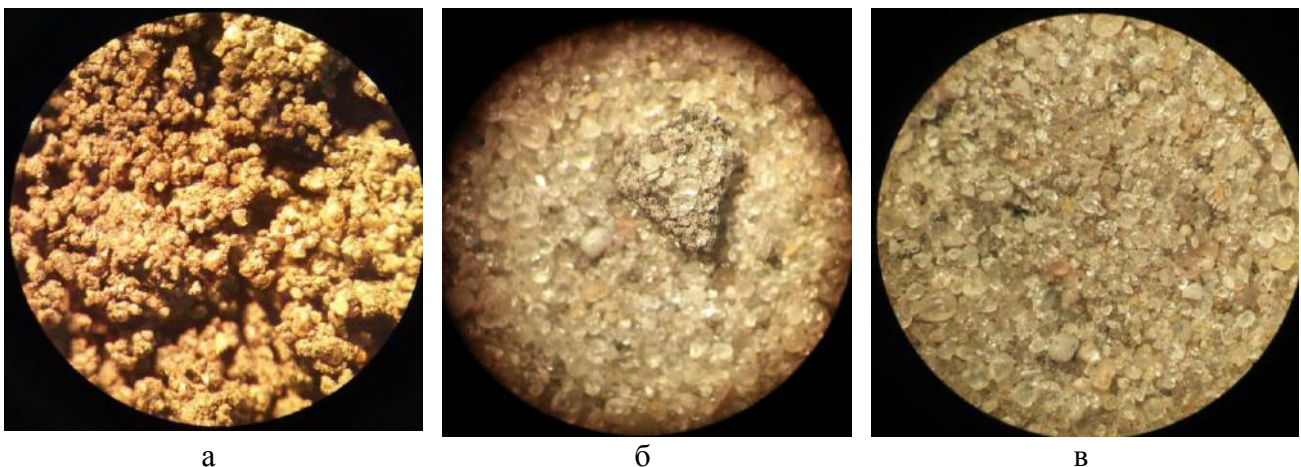


Рис. 1. Вигляд формувальної суміші під оптичним мікроскопом: а – у вихідному стані; б, в – після видалення глинястої складової за методикою ГОСТ 29234.1 – 91

Перша проба суміші (суміш з автоматичної лінії діючого ливарного цеху) має задовільні показники майже по усьому ряду властивостей (див. табл. 1). Це зумовлено її гранулометричним складом. По-перше, ця суміш не забруднена надлишковою глинястою складовою і пилом. По-друге, вона має відносно монозернистий склад (рис. 3).

Підтвердження цих висновків знайдено за допомогою програми «GranN». Було розраховано середній розмір зерна, який становить 0,226 мм, а коефіцієнт однорідності складає 58%. Ці дані відповідають рекомендаціям щодо формувальних сумішей, які використовують на автоматичних лініях. Досить високий коефіцієнт однорідності свідчить про низький рівень руйнування зерен наповнювача і забруднення суміші.

Розгляд проби цієї суміші під мікроскопом (рис. 4, а) показав, що вона складається із чітко відокремлених одне від одного зерен наповнювача, вкритих плівками глини. Така суміш здатна ущільнюватись за умови прикладання незначних зусиль, чітко відтворювати поверхню модельного оснащення і, як наслідок, забезпечувати високу якість виливків. Наповнювач суміші має округлу або напівкруглу форму, з мінімальною кількістю зруйнованих зерен та пилу (рис. 4, б).

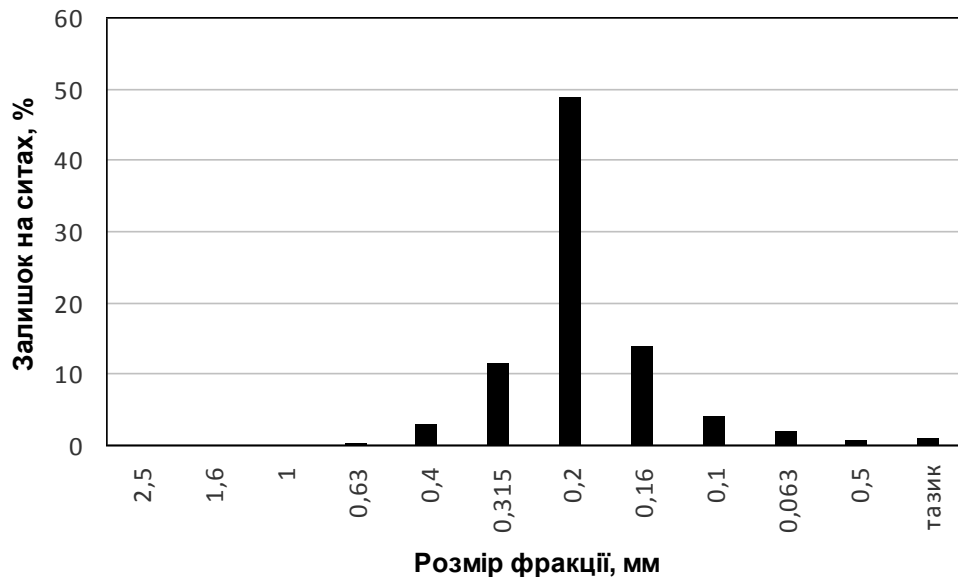


Рис. 3. Гранулометричний аналіз суміші з автоматичної лінії ливарного цеху

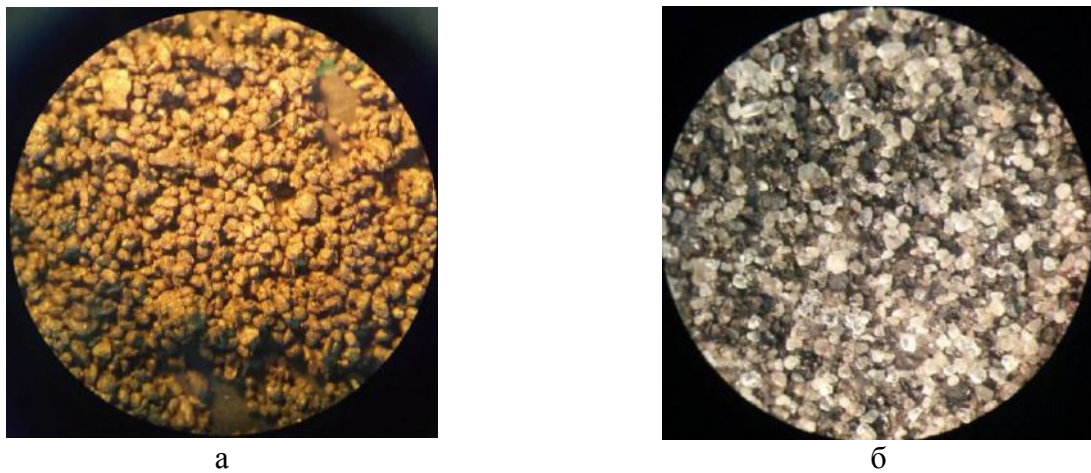


Рис. 4. Вигляд формувальної суміші під оптичним мікроскопом: а – у вихідному стані; б – після видалення глинястої складової за методикою ГОСТ 29234.1 – 91

Зважаючи на встановлену значну зміну властивостей формувальної суміші після її багаторазового використання, для підтримання належної якості литва її необхідно періодично піддавати регенерації або відновленню. Крім цього, варто проводити регулярний контроль фізико-механічних та технологічних властивостей для підтримання їх на належному рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Болдин А.Н., Давыдов Н.И., Жуковский С.С. и др. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия. – М.: Машиностроение, 2006. – 507 с.
2. Дорошенко С.П. Формувальні суміші: Навчальний посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 140 с.
3. Федоров Н.Н., Гаврилова Е.А., Кочоева Т.М. Комплексная оценка технологических свойств производственных песчано-бентонитовых смесей для формовки по-сырому / Нові матеріали і технології в машинобудуванні. – К. НТУУ «КПІ», 2015. – С.139 – 140.