

Гіпсокремнеземисті суміші з комплексним вогнетривким наповнювачем для лиття за моделями, що витоплюють

Представлено результати досліджень гіпсокремнеземистих формувальних сумішей з комплексним вогнетривким наповнювачем для виготовлення точних виливків кольорових металів. Використання термостійкої волокнистої добавки дає змогу армувати структуру суміші, за рахунок чого підвищується міцність гіпсокремнеземистих сумішей після тужавіння і газопроникність.

Ключові слова: гіпсокремнеземисті суміші, комплексний вогнетривкий наповнювач, термостійка волокниста добавка, міцність, газопроникність

Сьогодні ливарні виробництва, особливо ті, що не входять до складу машинобудівних підприємств в якості підлеглих структур, стали самостійними та самі обирають номенклатуру продукції з орієнтацією на ринкові потреби.

До факторів, що ускладнюють процес стабілізації та розвитку ливарних технологій слід віднести нестачу високоякісних вихідних матеріалів, в тому числі формувальних та стрижневих.

В ливарному виробництві виділяють наступні інноваційні тенденції:

- зменшення маси виливків;
- інтенсифікація промислового маркетингу;
- прискорення розвитку технологій, що являються перспективними для використання в малому та середньому бізнесі;
- ефективне використання потенціалу комп'ютерних технологій [1].

Для ливарного виробництва завжди були актуальними проблеми підвищення якості виливків та зниження їх дефектів. Для отримання точних виливків із сплавів кольорових металів використовуються гіпсокремнеземисті формувальні суміші [2].

Відомо, що для кожного сплаву, враховуючи метод виготовлення ливарної форми, підбирають формувальні суміші з комплексом необхідних технологічних і термомеханічних властивостей. Кінцева мета – отримання високоякісних, точних виливків з найменшими енергетичними та матеріальними затратами. Формувальна суміш в загальному вигляді – це комплекс матеріалів, які підібрані в установленому співвідношенні у відповідності до параметрів властивостей, що висуваються [3].

Гіпс є найпоширенішим мінералом в природі із групи сульфатів. Як мінерал він безколіоровий або білого, іноді жовтуватого чи навіть бурого кольору. У природі гіпс зустрічається переважно у вигляді двоводного сульфату кальцію – двогідрату $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, відомого як гіпсовий камінь [4].

Для комплексного наповнювача доцільним буде використання базальтових волокон. За хімічним складом базальти багаті на двооксид кремнію, вміст якого знаходиться в межах 40...54 %. Температурна межа використання базальтових волокон складає до

900 °С, гіроскопічність базальтових волокон – менше 1 %. Температура спікання базальтового волокна складає приблизно 1150 °С [5].

Хімічний склад базальтового волокна

Вміст, %								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	FeO
52,00	17,73	2,82	8,75	5,30	3,78	1,08	1,54	6,37

Мета досліджень – визначення впливу комбінованого наповнювача на властивості гіпсокремнеземистих формувальних сумішей. Поставлено наступні завдання:

- дослідити властивості сумішей з комбінованим наповнювачем;
- визначити оптимальну кількість компонентів комбінованого наповнювача, що додається до суміші;
- визначити оптимальний склад компонентів суміші.

Для контролю гіпсокремнеземистих формувальних сумішей, використовували стандартні методики.

Для описання об'єкту дослідження зручно користуватися кібернетичною системою, яка в нашому випадку має наступний вигляд.

Вибір матеріалів для проведення досліджень обумовлений наступним. Кварцовий пісок, як

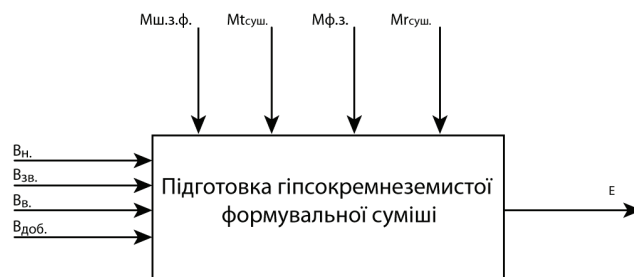


Рис. 1. Схема дослідження гіпсокремнеземистої суміші: вихідні фактори (параметри): V_n – витрати наповнювача, м.ч.; $V_{зв}$ – витрати зв'язувального компоненту, м.ч.; V_v – витрати води, м.ч.; $V_{доб}$ – витрати технологічної добавки, м.ч.; контрольовані фактори: $M_{ш.з.ф.}$ – швидкість заповнення форми, м/с; $M_{тсуш.}$ – температура сушки, °С; $M_{ф.з.}$ – форма зразка, $M_{тсуш.}$ – тривалість сушки, год.; E – очікуваний результат (міцність, текучість, час тужавіння, обсипаємість, міцність після термічної обробки)

крупнозернистий матеріал відносно пилоподібних складових суміші, рекомендовано вводити для покращення вогнетривкості суміші, і особливо газопроникності. Передбачений вміст наповнювача 32,5...70,0 м.ч.

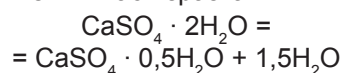
Високоміцний гіпс, як в'язучий матеріал, дає високу точність відбитку, низьку обсипаемість, високі показники міцності та ін. Нами передбачений, згідно джерела [6], вміст гіпсу: 20...30 м.ч.

Вміст води прийнято на рівні 35...45 м.ч.

Заплановано вводити до складу суміші грубе базальтове волокно. Вміст його в інтервалі 5...15 м.ч.

Термічний аналіз суміші «гіпс – грубе базальтове волокно» дає змогу одночасно визначати зміну маси зразка (ТГ – термогравиметрична крива), а також зміну ентальпії (ДТА – крива диференційно-термічного аналізу).

На дериватограмі (рис. 2) значення кривих при температурах 0...100 °С характеризують зміни кількості фізично зв'язаної вологи. Відбувається зневоднення гіпсу. При температурах 100...170 °С проходить розкладання двугідрата, що викликає поглинання тепла та зменшення маси зразка:



Далі, в інтервалі температур 170...200 °С відбувається подальша втрата гіпсом кристалізаційної (хімічно зв'язаної) води, причому в даному інтервалі температур починає утворюватись так званий розчинний ангідрид (CaSO_4), який при взаємодії з водою знову утворює напівгідрат. Цей процес характеризується втратою маси.

Аналіз кривої ДТА базальтового волокна показує, що основна зміна вигляду кривої починається при 620...750 °С. Ендотермічний пік, що передує основному кристалізаційному періоду, знаходиться в межах 660...775 °С. Максимальна швидкість кристалізації базальтового волокна має місце при 875...950 °С.

За термограмою можна визначити температуру пом'якшення волокна, вона складає 675...705 °С. Отже, для системи гіпс – грубе базальтове волокно можна запропонувати наступний режим прожарювання (рис. 3).

Гіпсові формувальні суміші належать до сумішей наливного формоутворення.

Текучість формувальної суміші має бути оптимальною, щоб забезпечити достатнє ущільнення форми [7].

На текучість формувальних сумішей впливає вміст гіпсу, води, піску, а також наповнювачів. Збіль-

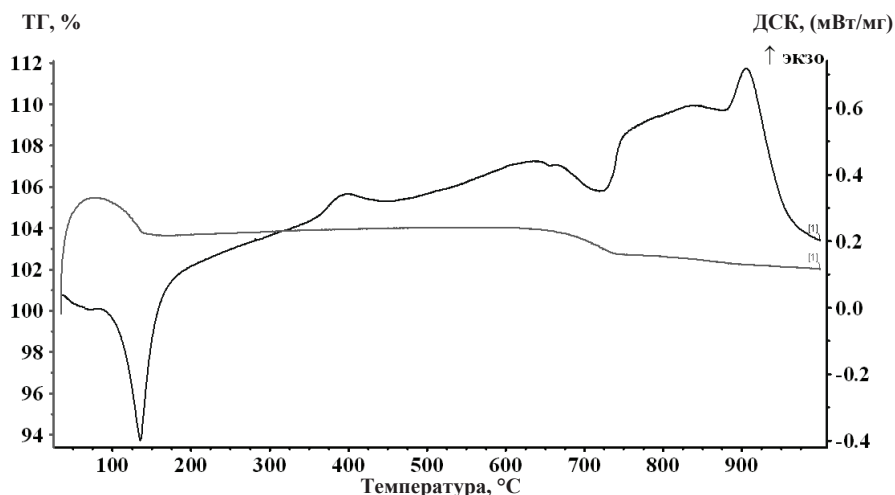


Рис. 2. Дериватограма системи гіпс-грубе базальтове волокно

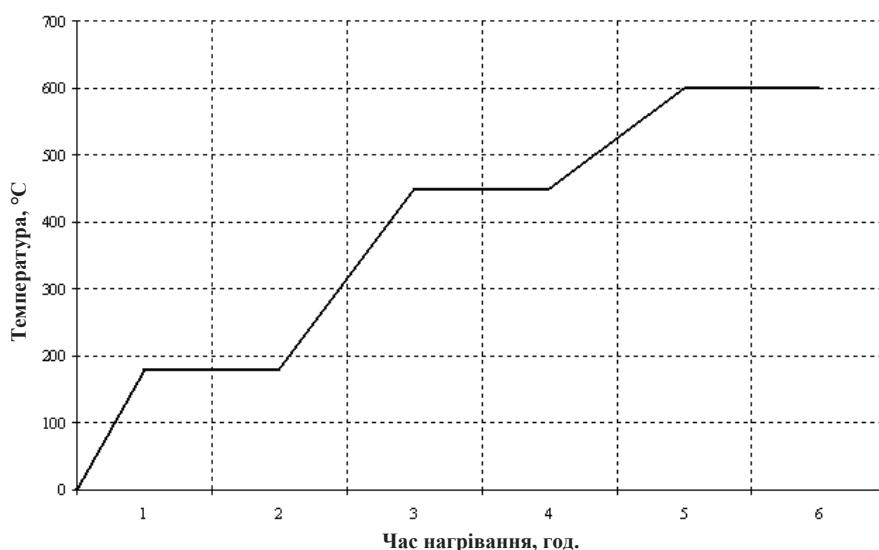


Рис. 3. Режим прожарювання форм із грубим базальтовим волокном

шення вмісту гіпсу приводить до зменшення текучості, оскільки основна частина води витрачається на утворення двогідрату із напівводного гіпсу. Суміш починає швидко тужавіти, а ріст новоутворених кристалів гіпсу сприяє зменшенню текучості суміші, при збільшенні вмісту грубого базальтового волокна текучість відповідно зменшується (рис. 5). Це пояснюється тим, що до складу суміші входить більше частинок між якими виникають сили тертя, призводячи до погіршення текучості суміші в цілому.

Добавки до наповнювачів використовують в основному у вигляді тонко дисперсних матеріалів (порошків), що підвищують густину суміші. Вони підвищують міцність суміші за рахунок активування системи наповнювач-зв'язувальний компонент.

Міцність через 1 год. повинна забезпечити можливість транспортування ливарної форми, а через 24 год. – витоплення моделей без деформації порожнини ливарної форми.

Очевидно, що із збільшенням вмісту грубого базальтового волокна міцність формувальної суміші через 1 год. підвищується. Це пов'язано із тим, що грубе базальтове волокно виконує роль армувальної добавки.

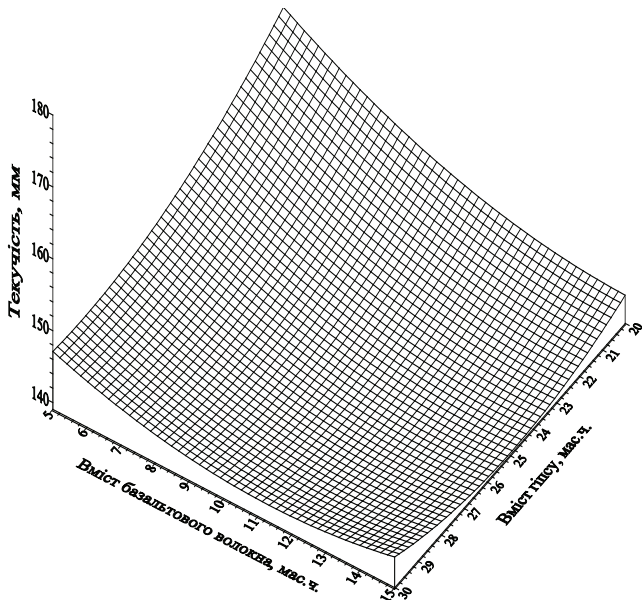


Рис. 4. Вплив вмісту гіпсу та базальтового волокна на текучість формувальної суміші

Продовгуваті частинки грубого базальтового волокна створюють своєрідний каркас у формувальній суміші, тим самим підвищуючи її міцність.

Каркас, який утворює базальтове волокно, приймає значну кількість навантажень, що діють на форми в процесі їх виготовлення, сушіння та заливання металом.

Доцільність використання грубого базальтового волокна полягає також у тому, що воно може замінити шкідливе канцерогенне азбестове волокно, яке використовується в ливарному виробництві.

Подібна залежність спостерігається також і для міцності через 24 год. (рис. 6).

Із графіків видно, що при збільшенні вмісту гіпсу міцність через 1 та 24 год. підвищується. Такий характер залежності пояснюється тим, що дрібнодисперсна фракція, розташовуючись рівномірно між крупнішими зернами кварцового піску, утворює жорсткий каркас у суміші. Міцність гіпсу підвищується поступово під час перетворення напівгідрату в дигідрат, наростання її закінчується після кристалоут-

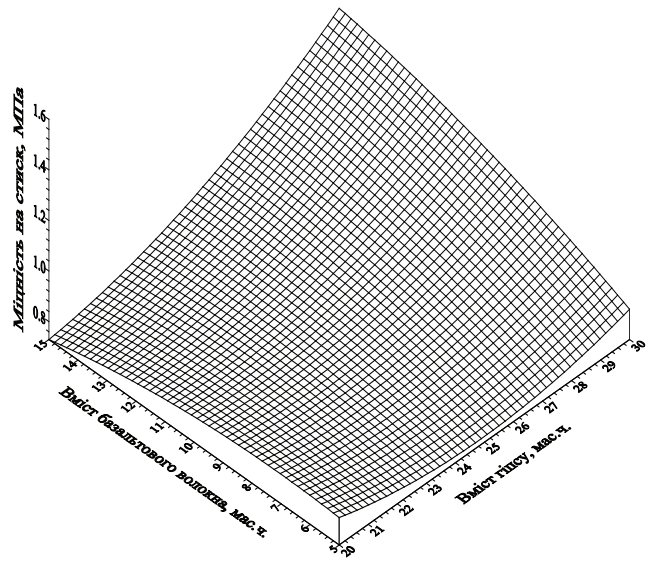


Рис. 6. Вплив вмісту грубого базальтового волокна та гіпсу на міцність формувальної суміші через 24 год

ворення, приблизно через добу після приготування суміші. Тому гіпсові форми небажано відразу ж після тверднення піддавати сушінню чи прожарюванню, щоб не зменшити їхню міцність.

У зв'язку з тим, що у формувальній суміші, що складається з реальних частинок наповнювача (в нашому випадку – кварцовий пісок марки $ЗК_4O_1O_3$) різноманітної форми, теоретично можна передбачити лише загальний характер впливу кількості зв'язувального компонента і розміру зерен наповнювача на міцність формувальних сумішей в сирому стані.

Суміші при взаємодії з металом, під час заливання, повинні мати, перш за все, поверхневу міцність, необхідну для протидії потоку рідкого металу. Іншими словами, ерозійна стійкість поверхневого шару форми повинна бути вища, ніж тиск та сила тертя металу на її поверхні. Ця умова може бути виконана, якщо термічне розширення наповнювача нижче, ніж здатність зв'язувального компонента пластично деформуватися при нагріванні до температури поверхневого шару форми. Низька загальна міцність форми в нагрітому стані призводить до її руйнування під дією напору металу, що в свою чергу призводить до утворення засорів у виливках.

Прожарювання зразків формувальної суміші проводили згідно запропонованих режимів (рис. 3).

Основний дефект виливків при неякісній формі – засміченість. Для його попередження форма повинна мати достатню загальну та поверхневу міцність, щоб ефективно протистояти напруженням, що виникають, без деформації та руйнування.

Поверхнева міцність характеризується ступенем обсипання. Для отримання виливків без засмічення обсипання сумішей повинна наблизитися до нуля [7].

Очевидно, що при збільшенні вмісту гіпсу обсипання зменшується, оскільки гіпс як зв'язувальний компонент забезпечує об'єднання складових суміші в одну систему.

Формувальна суміш являє собою статистичну систему зерен різної величини, які розташовані в

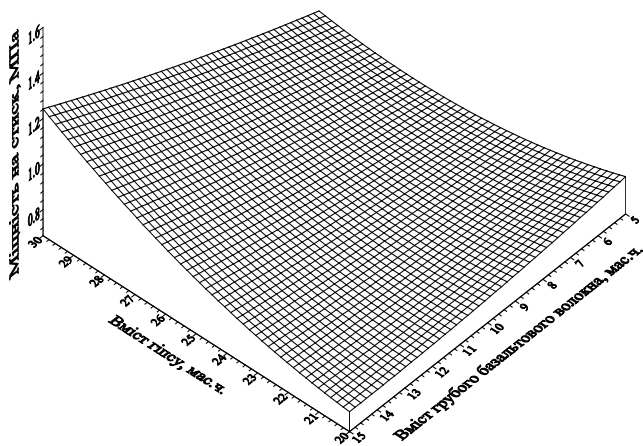


Рис. 5. Вплив вмісту базальтового волокна та гіпсу на міцність формувальної суміші через 1 год.

просторі і з'єднані рідким зв'язувальним матеріалом. Вказаний конгломерат характеризується різними властивостями, а також різним характером і числом контактів, які залежать від кількості гіпсу.

Отже можна зробити висновок, що із збільшенням вмісту грубого базальтового волокна обсіпання зменшується, оскільки міцний каркас із даного компоненту суміші утримують зерна піску в поєднанні з гіпсовим зв'язувальним компонентом. Оптимальний вміст грубого базальтового волокна при цьому складає 10...12 м.ч., гіпсу – 25...28, піску – 58...64. Як показали досліди, вода суттєво не впливає на обсіпання формувальної суміші.

Для попередження газових раковин, обумовлених формою, суміш повинна мати мінімальну газотворність та достатню газопроникність [7].

Поряд з іншими факторами гранулометричний склад наповнювача визначає газопроникність сумішей. Зерна піску розташовуються таким чином, що забезпечують газопроникність суміші. Тому необхідно використовувати наповнювачі, зокрема як в даних дослідженнях, що складаються із частинок тонкого помолу в поєднанні із значною кількістю крупнішої фракції [5].

Вибір оптимального складу формувальної суміші

З проведених досліджень стає зрозумілим наступне: базальтове волокно в якості вогнетривкого наповнювача підвищує міцність формувальної суміші за допомогою армувальних властивостей. Вміст компонентів має бути оптимальним і чітко контролюватись для досягнення необхідних механічних та технологічних властивостей гіпсокремнеземистих формувальних сумішей.

Рекомендований склад гіпсокремнеземистої формувальної суміші з комбінованим наповнювачем (табл. 1).

При запропонованому оптимальному складі формувальної суміші має наступні показники властивостей суміші (табл. 2).

Таблиця 1

Гіпсокремнеземиста формувальна суміш

Вміст компонентів, м. ч.			
гіпс	пісок	базальтове волокно	вода
24...27	58...66	12...14	41...43

Таблиця 2

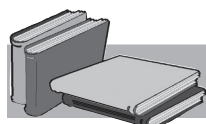
Властивості формувальної суміші

Текучість, мм	Міцність на стиск, МПа			Обсіпання, %	Газопроникність, один.
	через		після прожарювання		
	1 год.	24 год.			
150...160	0,86...0,91	1,21...1,30	0,68...0,75	0,21...0,43	84...110

Висновки

Результатом експериментів стало визначення властивостей гіпсокремнеземистих формувальних сумішей, до складу яких входять гіпс, кварцовий пісок, грубе базальтове волокно. На основі отриманих даних оптимізовано склад формувальної суміші.

Досліджено вплив вмісту комбінованого наповнювача на міцність, текучість, обсіпання, газопроникність сумішей, що має забезпечити зменшення браку виливків з вини ливарної форми.



ЛИТЕРАТУРА

1. Яновский А. О стабилизации и перспективах развития литейного производства Украины / А. Яновский // Литейное производство. – 2005. – № 2. – С. 32-34.
2. Воронин Ю. Ф. Комплексное решение вопросов повышения качества литых заготовок / Ю. Ф. Воронин, В. А. Камаев // Там же. – 2005. – № 2. – С. 7.
3. Бречко А. А. Формовочные и стержневые смеси с заданными свойствами / А. А. Бречко, Г. Ф. Великанов. – М.: Машиностроение, 1982. – 231 с.
4. Кремнев О. А. Тепломассообменные процессы в производстве гипсовых и гипсобетонных строительных материалов / О. А. Кремнев, И. М. Пиевский; Отв. Редактор Дикий Н.А.; АН УССР. Ин-т технической теплофизики. – К.: Наук думка, 1989. – 188 с.
5. Махова М. Ф. Исследование влияния некоторых факторов на свойства штапельных базальтовых волокон теплоизоляционного назначения: дис. ... канд. техн. наук / М. Ф. Махова – К.: 1969. – 212 с.
6. Евлампиев А. А. Общие положения и рекомендации при выборе процессов приготовления и составов формовочных смесей / А. А. Евлампиев, Е. А. Чернышов, А. В. Королёв // Литейное производство. – 2005. – № 8. – С. 10-13.
7. Дорошенко С. П. Формувальні суміші: Навч. Посібник / С. П. Дорошенко. – К.: ІЗМН, 1997. – 140 с.

Аннотация

Кочешков А. С., Кириленко Г. Ю.

Гипсокремнеземистые смеси с комплексным огнеупорным наполнителем для литья по выплавляемым моделям

Представлены результаты исследований гипсокремнеземистых формовочных смесей с комплексным огнеупорным наполнителем для изготовления точных отливок из цветных металлов. Использование термостойкой волокнистой добавки позволяет армировать структуру смеси, за счёт чего повышается прочность гипсокремнеземистых смесей после схватывания и газопроницаемость.

Ключевые слова

гипсокремнеземистые смеси, комплексный огнеупорный наполнитель, термостойкая волокнистая добавка, прочность, газопроницаемость

Summary

Kocheshkov A., Kirylenko G.

Gypsum and silica complex mixture of refractory filler for models accurate castings

The results of research gypsum and silica molding compounds, with complex refractory filler for manufacturing precision castings of nonferrous metals, are presented. Use heat-resistant fibrous additives enables reinforced structure of the mixture, thereby increase the strength gypsum and silica mix after hardening and gas permeability.

Keywords

gypsum siliceous compounds, complex refractory filler, thermal-resistant fiber addition, strenght, gas permeability

Поступила 23.09.2015