

лановитий інженер та ще і як керівник, зумів підібрати хороших фахівців, організувати роботу. Корольова можна охарактеризувати як людину дуже наполегливу, сильну духом, для якої нема нічого неможливого, це, той тип людей, які бачать ціль та не бачать перешкод.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є теж нащадком Корольова і бере участь безпосередньо в космічній програмі європейських навчальних закладів. Фахівці і студенти КПІ створили і передали для виведення на орбіту три зразки штучних супутників "Політан 1-3". Наразі триває підготовка Політан-4.

Висновки. Відбувається величезна конкуренція в космічній галузі. Після довготривалої паузи США усуває роль провідного монополіста Росію і повертається до будівництва і застосування одноразових та багаторазових вже не тільки челноків, але ще і вперше багаторазових ракетноносіїв, Україна входить в десятку найпотужніших космічних держав і зобов'язана не зменшити власний вплив, задля цього має збільшувати зусилля щоб не втратити промислові, інженерні і наукові надбання, яких вдалося здобути у тому числі в першу чергу завдяки нашому співвітчизнику С.П. Корольову.

Література:

1. <http://childlibr.org.ua/wp-content/uploads/2017/08/Людина-Всесвіту.-С.-Корольов.pdf>
2. <http://heroes.profi-forex.org/ua/korolov-sergij-pavlovich>
3. <http://mykniga.com.ua/biograph/sergij-korolov-biografiya-fakti-z-zhittya.html>
4. http://www.ebk.net.ua/Book/synopsis/ukrainska_elita/part2/050.htm

Лютий Р.В., Скирденко М.В., Люта Д.В.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ФОРМУВАЛЬНИХ І СТРИЖНЕВИХ СУМІШЕЙ

E-mail: rvl2005@ukr.net

Перспектива розширення обсягів литва зумовлена потребами різних галузей техніки і господарства, які використовують литі деталі. Розвиток машинобудування, енергетики, транспортної та будівельної промисловості, електроніки, суднобудування та залізничної галузі, медицини, космонавтики, архітектури та мистецтва ґрунтується на досягненнях первинної ланки – ливарного виробництва.

У свою чергу, в процесах литва використовують застарілі технології і матеріали, які не дають змоги підвищення якості продукції і наближення її до вимог і потреб споживачів.

Матеріали для виготовлення ливарних форм працюють в екстремальних умовах – вони мають витримувати високі температури та навантаження під час заливання рідкими сплавами, і тому кількість цих матеріалів обмежена. Особливу роль покладено на зв'язувальні компоненти (ЗК), від яких залежить міцність; ерозійна, хімічна та термічна стійкість форми, а

в кінцевому підсумку – якість готових литих деталей. Тому розробленню і дослідженню ЗК присвячено багато наукових робіт.

Таблиця 1. Загальна характеристика розроблених стрижневих сумішей

Індекс суміші	Складові компоненти, які утворюють зв'язувальну систему	Температура зміцнення, °С	Фізико-хімічні процеси і зв'язувальний компонент у готовій суміші	Рік розроблення	Додаткова інформація
1	Пилоподібний кварц + H ₃ PO ₄	300	SiO ₂ + 2H ₃ PO ₄ → SiP ₂ O ₇ + 3H ₂ O (пірофосфат кремнію)	2004	ЗК утворюється під час теплового зміцнення суміші
2	Триполіфосфат натрію Na ₅ P ₃ O ₁₀ + H ₃ PO ₄	150	2Na ₅ P ₃ O ₁₀ + H ₃ PO ₄ → 5Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇ + H ₂ O (пірофосфат натрію)	2012	Попередньо змішують Na ₅ P ₃ O ₁₀ з H ₃ PO ₄ і витримують при 150°С. Готовий сухий продукт додають у суміш
3	Сульфат марганцю MnSO ₄ ·5H ₂ O + H ₃ PO ₄	150	Встановлюється	2017	Попередньо змішують MnSO ₄ ·5H ₂ O з H ₃ PO ₄ і витримують при 150°С. Готовий сухий продукт додають у суміш
4	Карбонат натрію Na ₂ CO ₃ + H ₃ PO ₄	150	Na ₂ CO ₃ + H ₃ PO ₄ → Na ₃ PO ₄ (Na ₂ HPO ₄ , NaH ₂ PO ₄) + H ₂ O + CO ₂ (суміш фосфатів натрію)	2014	ЗК утворюється під час теплового зміцнення суміші
5	Сульфат алюмінію Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O + H ₃ PO ₄	200	За складною схемою з утворенням: Al ₂ (SO ₄) ₃ ·16,5H ₂ O-сульфат Al Al ₂ (HPO ₄) ₃ -фосфат Al	2015	Попередньо змішують Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O з H ₃ PO ₄ і витримують при 150°С. Готовий сухий продукт додають у суміш
6	Хлорид калію KCl + H ₃ PO ₄	250	KCl + H ₃ PO ₄ → K ₃ PO ₄ + 3HCl (Інформацію не підтверджено)	2014	ЗК утворюється під час теплового зміцнення суміші
7	Нітрат алюмінію Al(NO ₃) ₃ ·9H ₂ O + H ₃ PO ₄	200	Al(NO ₃) ₃ ·9H ₂ O + H ₃ PO ₄ → 2AlPO ₄ + 3N ₂ O ₅ + 21H ₂ O (фосфат алюмінію)	2015	ЗК утворюється під час теплового зміцнення суміші
8	Сульфат заліза FeSO ₄ ·7H ₂ O + H ₃ PO ₄	200	Встановлюється	2017	ЗК утворюється під час теплового зміцнення суміші
9	Дистен-силіманіт + H ₃ PO ₄	300	Al ₂ SiO ₅ + H ₃ PO ₄ → Al ₂ (HPO ₄) ₃ + SiO ₂ + 3H ₂ O (аморфний фосфат алюмінію)	2015	ЗК утворюється під час теплового зміцнення суміші

Відомо понад 100 різних ЗК для формувальних і стрижневих сумішей.

Для успішної реалізації у ливарних цехах процесів виготовлення форм і стрижнів, особливо якщо мова йде про впровадження нових матеріалів, необхідно чітко усвідомлювати сутність фізико-хімічних процесів, які відбуваються під час зміцнення суміші.

Таблиця 2. Класифікація зв'язувальних компонентів за характером зміцнення

Інд.	Характер зміцнення	Зв'язувальні компоненти	Затверджувач або режим зміцнення
1.	Поліконденсація (полімеризація)	- синтетичні смоли	- кислоти, аміни, SO ₂ , CO ₂ , ефіри; - нагрівання 200...250 °С
		- рослинні масла - нафтові масла - сланцеві масла	- нагрівання 180...240 °С
		- полістирол	- нагрівання 150...270 °С
		- полівінілацетат - полівінілбутираль	- самотвердні
2.	Гелеутворення	- рідке скло	- CO ₂ , двокальцієві силікати, ефіри; - нагрівання 200...220 °С
		- ЛСТ	- CrO ₃
		- етилсилікат	- вода
3.	Гідратація	- цемент	- вода
		- гіпс	- вода
		- металофосфати (комбінації H ₃ PO ₄ з оксидами металів)	- Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , MgO
4.	Видалення вологи	- полісахариди	- нагрівання 160...220 °С
		- глина бентонітова	- нагрівання 150...180 °С
		- глина каолінова	- нагрівання 200...350 °С
		- ЛСТ	- нагрівання 180 °С
		- пеки, бітуми	- нагрівання 200...250 °С
		- алюмінат Na	- нагрівання 150...200 °С
		- сульфати Al і Mg	- нагрівання 150...200 °С
		- оксинітрати Al, Ca, Cr	- самотвердні
		- пірофосфат Na (№2)	- нагрівання 150 °С
		- MnSO₄·5H₂O+H₃PO₄(№3)	- нагрівання 150 °С
- фосфосульфат Al (№5)	- нагрівання 200 °С		
5.	Хімічна реакція з утворенням нової сполуки	- пірофосфат Si (№1)	- нагрівання 300 °С
		- карбонат натрію + H₃PO₄ (№4)	- нагрівання 150 °С
		- фосфат K (№6)	- нагрівання 250 °С
		- фосфат Al (№7, 9)	- нагрівання 200 °С
6.	Розплавлення і кристалізація	- солеві ЗК - солекерамічні ЗК	- плавлення або спікання при 500...1000 °С

Це необхідно для розроблення методів впливу на дані процеси з метою керування властивостями форм, а через них і підвищення якості литва.

У роботі використано суміші з неорганічними ЗК, які відносяться до фосфатного класу, але характеризуються оригінальними схемами зміцнення. Ці схеми розроблено і досліджено у попередніх роботах кафедри ливарного виробництва КПІ ім. І. Сікорського. Їх загальну характеристику представлено у вигляді табл. 1. Наповнювач у всіх сумішах – Дніпровський річковий пісок на основі кварцу марки $3K_5O_3O3$.

Ці суміші принципово відрізняються від раніше відомих тим, що вони не містять затверджувачів. Їх зміцнення відбувається не самочинно, а при тепловому обробленні і зумовлено взаємодією ортофосфорної кислоти H_3PO_4 з конкретною добавкою (SiO_2 ; Na_2CO_3 ; KCl та іншими). В окремих випадках (суміші №№ 1 і 9) у цій взаємодії бере участь вогнетривкий наповнювач.

До зміцнення формувальних (стрижневих) сумішей із різними ЗК призводять фізико-хімічні процеси, які також широко вивчені і систематизовані різними дослідниками. На основі аналізу цих процесів розроблено різноманітні схеми зміцнення, керування властивостями сумішей на етапах приготування, формування і заливання, способи регенерації або відновлення властивостей.

Проте на сьогодні загальноприйнятої класифікації сумішей за механізмом зміцнення не існує, і це стримує розвиток науки і технології в цьому напрямку.

Нами розроблено класифікацію формувальних і стрижневих сумішей, яка охоплює усі відомі на сьогодні способи і процеси їх зміцнення, у т.ч. ті, які застосовано в роботах нашої кафедри (табл. 2). Зв'язувальні компоненти, які є результатом наших розробок, виділено жирним шрифтом.

На основі проведених дослідів та аналізу наявної інформації отримано нові наукові дані, які значною мірою розширюють уявлення щодо процесів зміцнення стрижневих сумішей. Результати експериментів покладено в основу уточненої класифікації сумішей за фізико-хімічними процесами, які зумовлюють зміцнення форм і стрижнів.

Максюта І.І., Квасницька Ю.Г., Нейма О.В., Михнян О.В.

(ФТІМС НАН України, м. Київ)

ОЦІНКА ВПЛИВУ ГУСТИНИ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ НА ШВИДКІСТЬ РОЗЧИНЕННЯ ЛИВАРНОЇ МОДЕЛІ

E-mail: neima_alex@ukr.net

Для отримання якісних виливків типу лопаток газотурбінних двигунів з жароміцних сплавів способом лиття в оболонкові керамічні форми за моделями, що розчинюються і випалюються рекомендовано використовувати пінополістирол (ППС) підвищеної густини ($35...40 \text{ кг/м}^3$). Однак, з підвищенням щільності різко збільшується