

УДК 621.757.06-52

МЕТОДИКА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ПРИ ЗМІШУВАННІ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

© Афтаназів І.С., Баранецька О.Р., 1999

ДУ «Львівська політехніка», кафедра «Технологія машинобудування»

Запропоновано класифікацію сумішей сипучих матеріалів і методику вибору обладнання та оптимальних технологічних процесів їх змішування. З врахуванням технологічних особливостей виробництва (дискретне чи неперервне перемішування, його тривалість) за розробленою методикою обирають найбільш придатний для тої чи іншої суміші тип змішувача.

Широка сфера застосувань сумішей сипучих матеріалів у багатьох галузях народного господарства як напівфабрикатів, так і у вигляді готової продукції зумовила велике розмаїття як технологічних процесів їх перемішування, так і обладнання, що використовується при цьому. Певною мірою це ускладнює вибір оптимальних як з точки зору забезпеченої якості сумішей, так і матеріальних затрат на їх приготування, технологій перемішування. Вирішенню цієї проблеми сприяла б науково-обґрунтована методика аналізу і вибору технологій перемішування сумішей, обладнання, яке з найменшими енергетичними затратами спроможне реалізувати ці технології, забезпечивши при цьому технічні вимоги щодо якості приготованих сумішей.

Основою цієї методики повинна бути класифікація широкої гами сумішей сипучих матеріалів за спільними характерними ознаками, аналіз і розподіл на певні групи технологій їх перемішування як за перервністю самого процесу, так за його тривалістю, дослідження як специфіки використання того чи іншого типу змішувачів для конкретної групи якості суміші, так їх переваг та недоліків з точки зору матеріальних і енергетичних затрат на експлуатацію.

У табл.1 наведено класифікацію сумішей сипучих матеріалів за їх характерними ознаками та якістю, запропонована система умовних позначень сумішей.

Наприклад, суміш, що піддається спіканню для формування виробів з вольфрам-кобальтових твердих сплавів, до складу якої входить 90 % карбіду вольфраму питомою вагою $\rho = 19 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$ та 10 % кобальту $\rho = 8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$ *, за наведеною класифікацією належить до типу А1 (за кількістю складників – малокомпонентна), В1 (за розмірами гранул окремих складників – співрозмірна), С2 (за відсотком вмісту окремих складників – нерівнозначного вмісту), Д2 (за рівнем питомої ваги складників – різнорівнева), тобто А1В1С2Д2.

*Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов.

Суміші сипучих матеріалів

Класифікаційні ознаки						Показники якості				
Позначення	Показники поділу	Позначення	Рівень показників		Умовне позначення якості сумішей	Відхилення від об'ємних співвідношень, %	Значення показників поділу	Умовне позначення сумішей AnBmCkDe		
			Назва	Рівень поділу						
А	За кількістю складників	п	1	малокомпонентні	до 3 складників	НВЯ	до 1%	А n = 1	A1B1C(1+2)D(1+2)	
			2	середня кількість	від 3 до 5 складників			В m = 1		
			3	багатокомпонентні	понад 5 складників			надвисока		С k = (1+2)
										Д e = (1+2)
В	За розмірами гранул окремих складників	m	1	співрозмірні	не різняться більше ніж вдвічі	ВЯ	до 5%	А n = (1+2)	A(1+2)B(1+2)C(1+2)D(1+2)	
			2	однопорядкові	в межах одного порядку			висока		В m = (1+2)
										С k = (1+2)
			3	неспіврозмірні	різняються понад порядок			Д e = (1+2)		
С	За відсотком вмісту окремих складників	k	1	однакового вмісту	різниця об'ємів не перевищує 100 %	СЯ	до 10%	А n = (1+3)	A(1+3)B(1+2)C(1+2)D(1+2)	
			2	нерівнозначного вмісту	об'ємні вмісти в межах одного порядку			середня		В m = (1+2)
										С k = (1+2)
			3	із переважанням вмістом	об'єм окремих складників понад порядок більший інших			Д e = (1+2)		
Д	За рівнем питомої ваги складників	e	1	однорівневі	різниця питомої ваги складників не перевищує 50 %	НЯ	до 20%	А n = (1+3)	A(1+3)B(1+3)C(1+3)D(1+2)	
								В m = (1+3)		
			2	різнорівневі	різниця питомої ваги складників перевищує 50 %			С k = (1+3)		
								Д e = (1+2)		

Переважаюча більшість будівельних клеючих сумішей (так звані сухі розчини), до складу яких входить 80% піску ($\rho = 2,7 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$), 10% цементу $\rho = 2,7 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$, 5 % вапна ($\rho = 2,7 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$) і 5 % гіпсу ($\rho = 2,3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$), це суміші типу А2 (середня кількість складників), В2 (однопорядкова за розмірами гранул), С2 (нерівнозначного вмісту), Д1 (однорівнева), тобто А2В2С2Д1.

Таблиця 2

Сфери застосування змішувачів сипучих матеріалів

№ п/п	Назва і позначення змішувача	Характеристики технологічних процесів дощільного застосування		Забезпечувана якість суміші		
		Перервність і продуктивність**	Тривалість циклу*	Якість суміші	Позначення групи суміші	
1	Оберткові барабани Б	Дв; Дс; Дн – дискретні високої, середньої, низької продуктивності	Дт – довготривалий, Ст – середньотривалий	Суміші всіх видів якості	НВЯ	А1В1С(1÷2)Д1
					ВЯ	А(1÷2)В(1÷2)С(1÷2)Д(1÷2)
					СЯ	А(1÷2)В(1÷2)С(1÷3)Д(1÷2)
					НЯ	А(1÷3)В(1÷3)С(1÷3)Д(1÷2)
2	Шнекові змішувачі Ш	Нв; Нс – неперервні високої і середньої продуктивності	Шп – швидкоплинний	Низької якості (НЯ)	А(1÷2)В(1÷2)С(1÷2)Д(1÷2)	
3	Лопатеві змішувачі Л	Дс; Дн – дискретні середньої і низької продуктивності	Ст – середньотривалий	високої якості (ВЯ), середньої якості (СЯ), низької якості (НЯ),	А(1÷2)В(1÷2)С(1÷2)Д1	
4	Міксери М	Дн – дискретні низької продуктивності	Ст – середньотривалий	середньої якості (СЯ)	А(1÷2)В1С1Д1	
				Низької якості (НЯ)	А(1÷2)В(1÷2)С(1÷2)Д1	
5	Вібраційні змішувачі В	Дс; Дн – дискретні середньої і низької продуктивності, Нв; Нс – неперервні високої і середньої продуктивності	Дт – довготривалий, Ст – середньотривалий, Шп – швидкоплинний	Суміші всіх видів якості	НВЯ	А1В1С(1÷2)Д(1÷2)
					ВЯ	А(1÷2)В(1÷2)С(1÷2)Д(1÷2)
					СЯ	А(1÷3)В(1÷2)С(1÷2)Д(1÷2)
					НЯ	А(1÷3)В(1÷3)С(1÷3)Д(1÷2)

Примітка.

* – Тривалість циклу змішування порції завантаження: Дт – понад 1,5 год, $0,5 \text{ год} \leq \text{Ст} \leq 1,5 \text{ год}$, Шп – до 0,5 год.

** – Технологічні процеси перемішування: Д – дискретний; Н – неперервний; н – низькопродуктивний (до 1 м^3 суміші за годину); с – середньодуктивний (від 1 до 10 м^3 суміші за годину); в – високопродуктивний (понад 10 м^3 суміші за годину).

Зрозуміло, що залежно від вартості виготовлених із сумішей виробів, призначення як самих сумішей, так і виробів з них, вимоги до якості сумішей суттєво різняться. Однак умовно і зрозуміло, що з великою часткою допущення, суміші сипучих матеріалів

можуть бути поділені на:

- надвисокої якості (НВЯ), відхилення від встановлених об'ємних чи масових співвідношень складників в яких не перевищується 1 % - $A(1 \div 2)B(1 \div 2)C(1 \div 2)D(1 \div 2)$;
- високої якості (ВЯ) – відхилення до 5% - $A(1 \div 2)B(1 \div 2)C(1 \div 2)D(1 \div 2)$;
- середньої якості (СЯ) – відхилення до 10% - $A(1 \div 3)B(1 \div 2)C(1 \div 2)D(1 \div 2)$;
- низької якості (НЯ) – відхилення до 20% - $A(1 \div 3)B(1 \div 3)C(1 \div 3)D(1 \div 2)$.

Так, вже згадувані суміші вольфрамо-кобальтових сплавів, як і переважаюча більшість сумішей порошкової металургії, це суміші надвисокої якості. Суміші керамічних і скляних виробів – суміші високої якості, суміші фрикційних і гальмівних накладок – суміші середньої якості, а переважаюча більшість будівельних сумішей – суміші низької якості.

У переважаючій більшості технології приготування сумішей сипучих матеріалів як в Україні, так і у високорозвинутих країнах світу (США, Англія, Німеччина, Японія тощо) зорієнтовані на застосування обертових змішувачів барабанного типу, змішувачів ротаційного типу з обертовими шнеками і лопатями, змішувачів міксерного типу та вібраційних змішувачів.

У табл.2 для кожного із типів змішувачів сипучих матеріалів подано інформацію про сферу доцільного їх застосування.

Блок-схему програми вибору оптимальних технологій і обладнання для змішування сумішей сипучих матеріалів на ЕОМ подано на рис.1.

Оператор 1 – ввід масиву вхідних даних (рис.1).

Оператор 2 передбачає аналіз крайових умов, обмежень і рекомендацій щодо непередбачених ситуацій, до яких належать:

1. Обмеження по технологічному процесу перемішування суміші (за групами якості).

- Для сумішей надвисокої якості (НВЯ):

а) доцільне застосування тільки дискретного низькопродуктивного (Дн) технологічного процесу перемішування;

б) необхідний довготривалий цикл змішування (Дм);

в) спроможне задовольнити вимоги технології обладнання – обертові барабани (Б) та віброзмішувачі (В).

- Для сумішей високої якості (ВЯ):

а) рекомендовано дискретне середньо- і низькопродуктивне (Дс і Дн) перемішування;

б) довго- і середньотривалі цикли змішування (Дм і См);

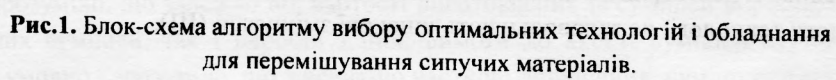
в) найбільш придатне обладнання – барабани, лопатеві і вібраційні змішувачі (Б, Л і В).

- Для сумішей середньої якості (СЯ):

а) доцільні для застосування дискретні середньо- і низькопродуктивні (Дс і Дн) та неперервні середньопродуктивні (Нс) технології перемішування;

б) середньо- і довготривале змішування (См і Дм);

в) вимоги технології не задовольняють шнекові змішувачі (Ш).



АВІС222

- Для сумішей низької якості (НЯ):

а) найбільш придатні дискретний високопродуктивний (Дв) та неперервні середньо- і високопродуктивні (Нв і Нс) технологічні процеси перемішування;

б) доцільні для використання швидкоплинні (Шп) і середньої тривалості (См) цикли змішування;

в) придатні всі види змішувачів.

Стосовно обладнання для перемішування сумішей, опираючись на попередній досвід їх промислового застосування, крайовими умовами, тобто певними обмеженнями на використання є:

- для обертових барабанів – недоцільне їх застосування для різнорівневих ($e = 2$) сумішей надвисокої якості (НВЯ) та багатокомпонентних ($n = 3$) середньої якості (СЯ);

- для шнекових змішувачів – обмежене їх застосування для сумішей низької якості (НЯ) із показниками $n = m = k = 3$, тобто багатокомпонентних, із неспіврозмірними гранулами окремих складників та переважаючим вмістом окремих складників;

- для лопатевих змішувачів – обмежене їх використання для різнорівневих ($e = 2$) сумішей високої, середньої та низької якості; багатокомпонентних ($n = 3$) середньої і низької якості; неспіврозмірних ($m = 3$) та із переважаючим вмістом ($k = 3$) низької якості;

- для міксерних змішувачів – недоцільне їх використання для сумішей середньої якості (СЯ) із показниками $n = 3$, $m = k = e = 2$ та сумішей низької якості (НЯ) із показниками $n = m = k = 3$, $e = 2$;

- для вібраційних змішувачів – недоцільне використання для дискретних високопродуктивних (Дв) процесів.

Основною передумовою цих обмежень є технологічні складності у забезпеченні для вказаних видів сумішей, перш за все, належної їх якості.

Рекомендації на випадок непередбачених ситуацій:

а) якщо для встановленої групи якості суміші крайовими умовами непередбачено заданих (обумовлених) техзавданням тип виробництва вказаної продуктивності, в першу чергу замінюють продуктивність на ближчу із наявних у конкретному виробництві. Наприклад, для сумішей низької якості (НЯ) не рекомендуються дискретні середньо- і низькопродуктивні перемішування ($Дс$ і $Дн$). Тому у вхідних даних міняють їх на дискретне високопродуктивне ($Дв$);

б) якщо для встановленої групи якості суміші крайовими умовами непередбачено заданих (обумовлених) техзавданням тип виробництва – його замінюють (дискретний на неперервний чи навпаки). Наприклад, для сумішей НВЯ і ВЯ не рекомендуються неперервні процеси перемішування, тому їх замінюють у вхідних даних на дискретні;

в) якщо для встановлених продуктивності і типу виробництва крайовими умовами непередбачено задану (обумовлену) техзавданням тривалість циклу перемішування одної порції завантаження, її замінюють у вхідних даних на ближчу за числовим значенням. Наприклад, для дискретних високопродуктивних $Дв$ процесів перемішування непридатні довготривалі цикли $Дм$ змішування одної порції завантаження. Тому у вхідних даних їх слід замінити на цикли середньої тривалості.

Підпрограма вибору типу(типів) змішувачів

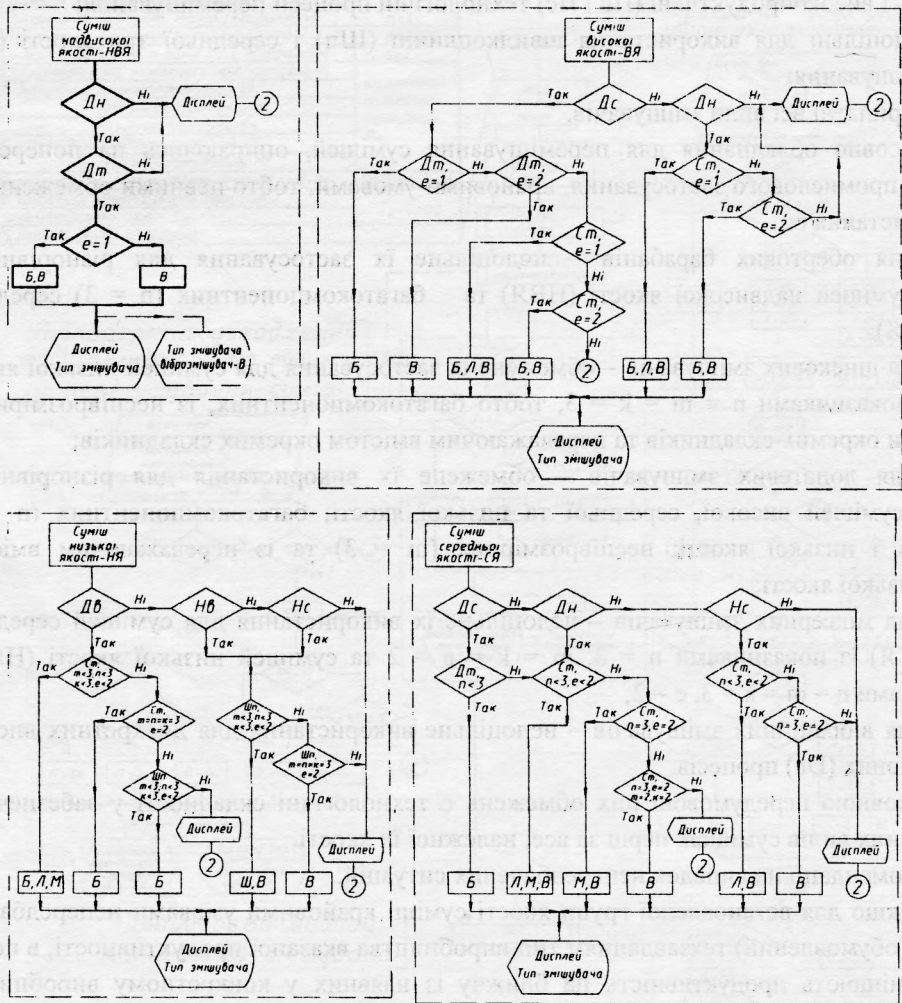


Рис.2. Блок-схема алгоритму вибору обладнання для перемішування сипучих матеріалів.

Оператор 3 – “Підпрограма визначення групи якості суміші” на підставі перебору показників класифікаційних ознак підгруп поділу суміші забезпечує визначення групи якості суміші. При цьому за сформованими масивами значень підгруп показників (P_i , G_i , Q_i та V_i) поетапним перебором суміші присвоюється тільки та група якості, яка є у кожному із вказаних масивів.

Оператор 4 – “Підпрограма узгодження типу технологічного процесу перемішування” для визначеної в операторі 3 групи якості суміші на підставі технічного завдання за вхідними даними встановлює умовне позначення характеру перемішування

(дискретне чи неперервне), підгрупу його продуктивності. При цьому, якщо для визначеної групи якості крайовими умовами та обмеженнями (оператор 2) не рекомендується передбачений технічним завданням тип технологічного процесу перемішування, проводиться його корекція.

За допомогою блока оператора 5 для дискретних процесів перемішування визначають умовне позначення тривалості перемішування одної порції завантаження на підставі числових даних технічного завдання. Для неперервних процесів перемішування сумішей цей крок пропускають, оскільки його здійснено у попередній підпрограмі (оператор 4).

Оператор 6 – “Підпрограма вибору типу (типів) змішувача” для встановлених в операторі 3 групи якості суміші з врахуванням обмежень і рекомендацій (оператор 2) та визначених характеристик технологічного процесу перемішування (оператори 4 і 5) забезпечує вибір для заданої суміші одного чи декількох найбільш придатних рівнозначних типів змішувачів. У випадку рекомендації декількох типів змішувачів, вибір конкретного з них здійснюють на підставі аналізу наявного на підприємстві обладнання, його вартості і затрат на експлуатацію тощо (рис.2).

Оператор 7 забезпечує вивід на дисплей, а в разі потреби роздрук результатів (рис.1).

Приклад вибору проілюстрованого потовщеними лініями на блок-схемах для суміші вольфрамо-кобальтових твердих сплавів порошкової металургії, склад якої наведено вище. Додатковим стовпцем із потовщеними лініями для цієї суміші подано у вхідних даних інформацію про технологічний процес перемішування, а у вихідних 0150 результати вибору. Пунктиром у підпрограмах виділено їх кінцеву інформацію на екрані дисплея за даним прикладом.

Можливість застосування обчислювальної техніки значною мірою спрощує вибір оптимальних технологій і обладнання для перемішування сумішей, прискорює його, зводить до мінімуму небезпеку невдалого вибору.

УДК 539.3

МОДИФІКАЦІЯ РІВНЯНЬ ПЕРЕМІЩЕНЬ ДЛЯ ПРОСТОРОВИХ КОНТАКТНИХ ЗАДАЧ

© Римар О.М., 1999

ДУ «Львівська політехніка», кафедра «Нарисна геометрія та графіка»

Досліджена можливість модифікації систем переміщень для просторових контактних задач заміною коефіцієнтів, що враховують фізико-механічні властивості тіл, перед членами функцій для переміщень. В основу досліджень покладено принцип Лагранжа та теорему Клайперона.