

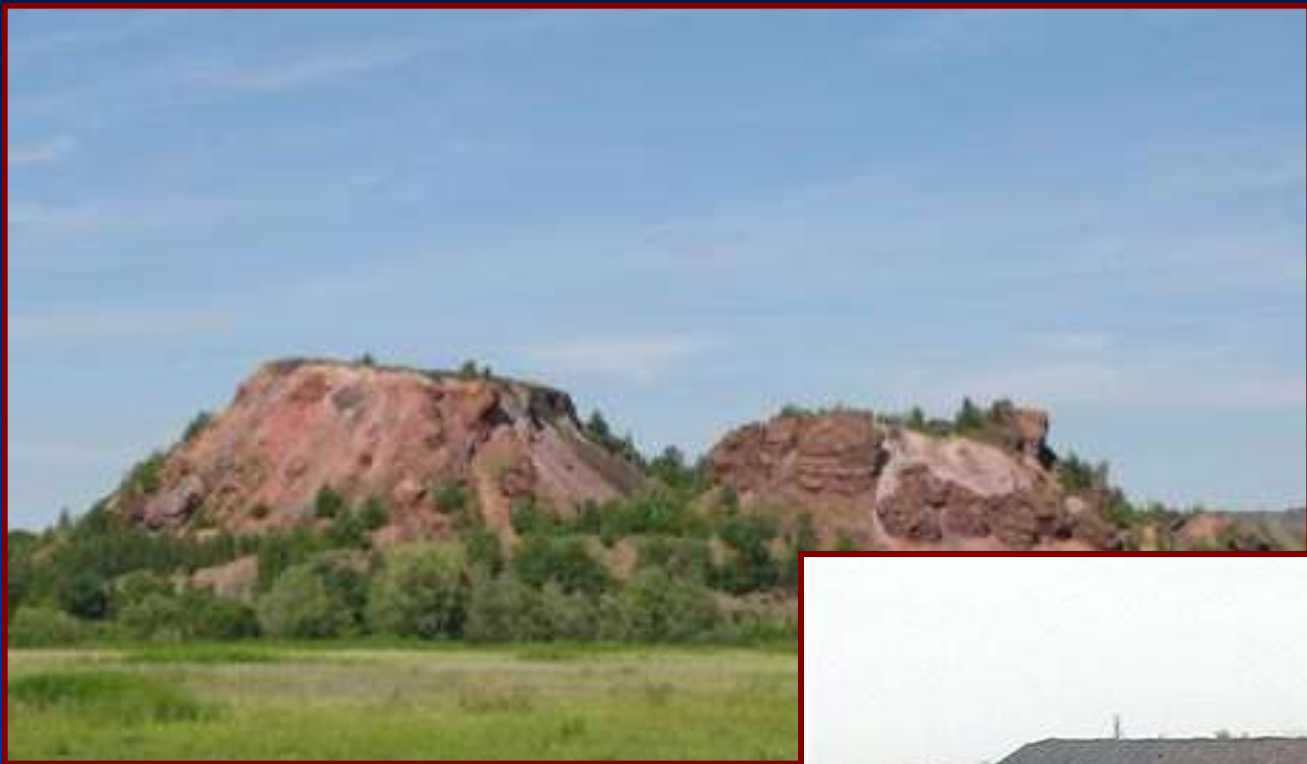
Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

Кафедра технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей

Кам'яно-керамічні вироби на основі відходів вуглевидобування

Рищенко М.І., Федоренко О.Ю.,
Міхеєнко Л.О., Миколаєнко С.М,

Відходи вугільної промисловості



Видобуток
1 т вугілля



140 м³
відходів

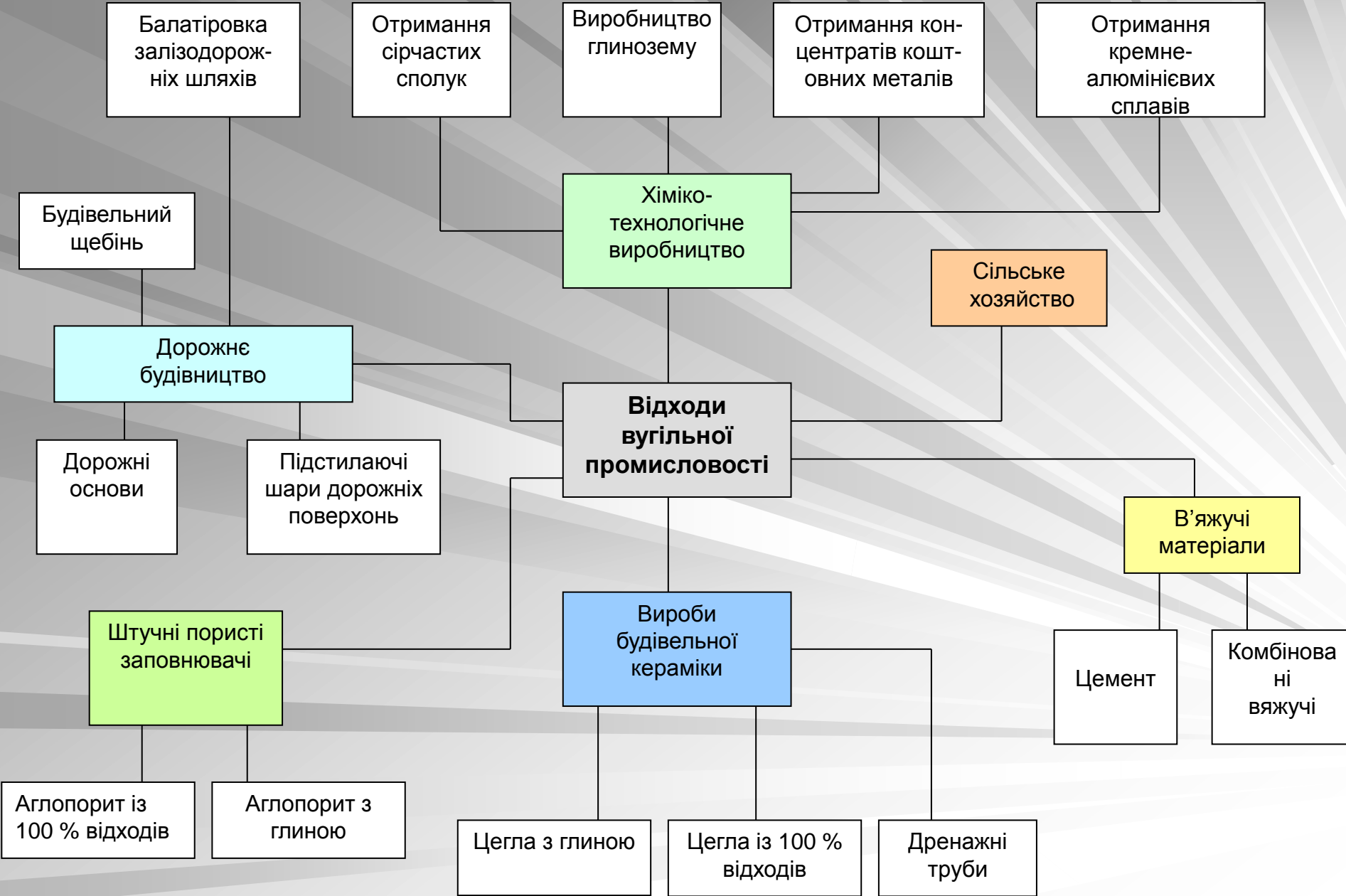


Збагачення
1 т вугілля



120 м³
відходів

Класифікація вуглевідходів за використанням



Мета роботи — вивчити можливість використання вуглевідходів в якості основної сировини для отримання кам'яно-керамічних виробів різного функціонального призначення

Задачі досліджень:

- ▶ визначити хімічний та мінеральний склад вуглевідходів;
- ▶ вивчити кераміко-технологічні та радіаційні властивості вуглевідходів;
- ▶ дослідити процеси, що відбуваються при термообробці вуглевідходів;
- ▶ розробити режим випалу виробів, отриманих на основі вуглевідходів
- ▶ визначити технологічні параметри формування виробів
- ▶ надати рекомендації щодо використання вуглевідходів в технології кам'яно-керамічних виробів

Радіаційні властивості вуглевідходів

Матеріал	Питомі радіоактивності нуклідів, Бк/кг (доля, %)			Сума питомих активностей Бк/кг	C _{эф} , Бк/кг	Клас застосування
	Ra-226	Th-232	K-40			
Вуглевідходи	58,0 (8,67)	63,0 (9,42)	548 (81,91)	669	187,11	1
Глини	59,7 (10,7)	54,9 (9,9)	442 (79,4)	557	169,0	1

$$C_{эф} = C_{Ra} + 1,31C_{Th} + 0,085C_K$$

де C_{Ra} , C_{Th} , C_K – питомі активності Ra-226, Th-232 і K-40, Бк/кг;

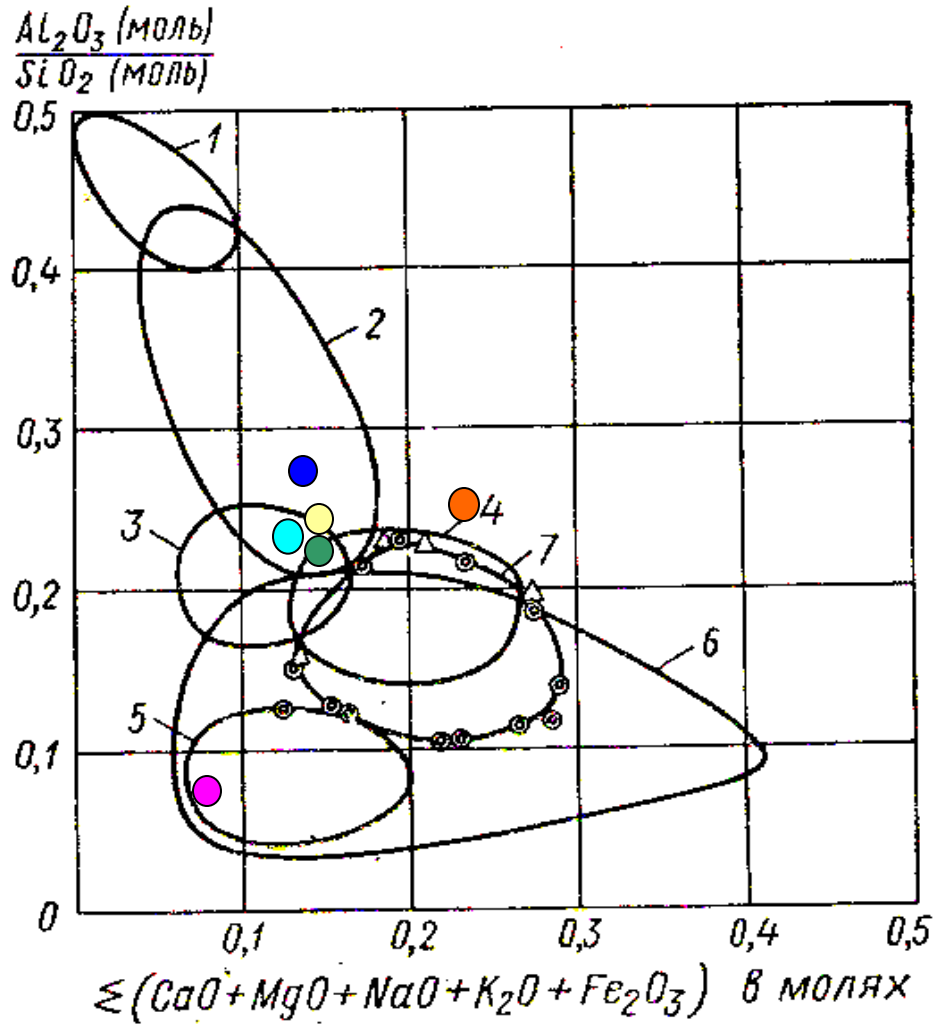
1,31 і 0,085 – коефіцієнти Th-232 і K-40 по відношенню до коефіцієнту Ra-226.



Хімічний склад дослідних вуглевідходів

Номер проби та назва матеріалу	Масова частка компонента, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	в.п.п
1 - горілі породи	37,05	16,25	15,84	1,77	0,22	0,62	2,07	1,90	24,29
2 - алевроліти з відвалів	53,92	20,55	4,48	0,10	0,97	0,69	2,4	0,02	16,87
3 - поточний вихід (відходи флотації)	39,25	18,56	3,65	0,46	0,69	0,73	2,28	0,08	34,3
4 - поточний вихід (відходи гравітації)	56,68	20,54	6,57	0,27	1,78	1,03	1,85	1,21	10,08
5 - аргіліти з відвалів	80,62	10,9	2,21	0,05	0,38	0,27	0,93	0,05	4,59
6 - алевролітові сланці	52,13	19,85	5,42	0,55	1,28	0,71	2,34	0,19	17,53

Прогнозування області використання вуглевідходів за діаграмою Августініка

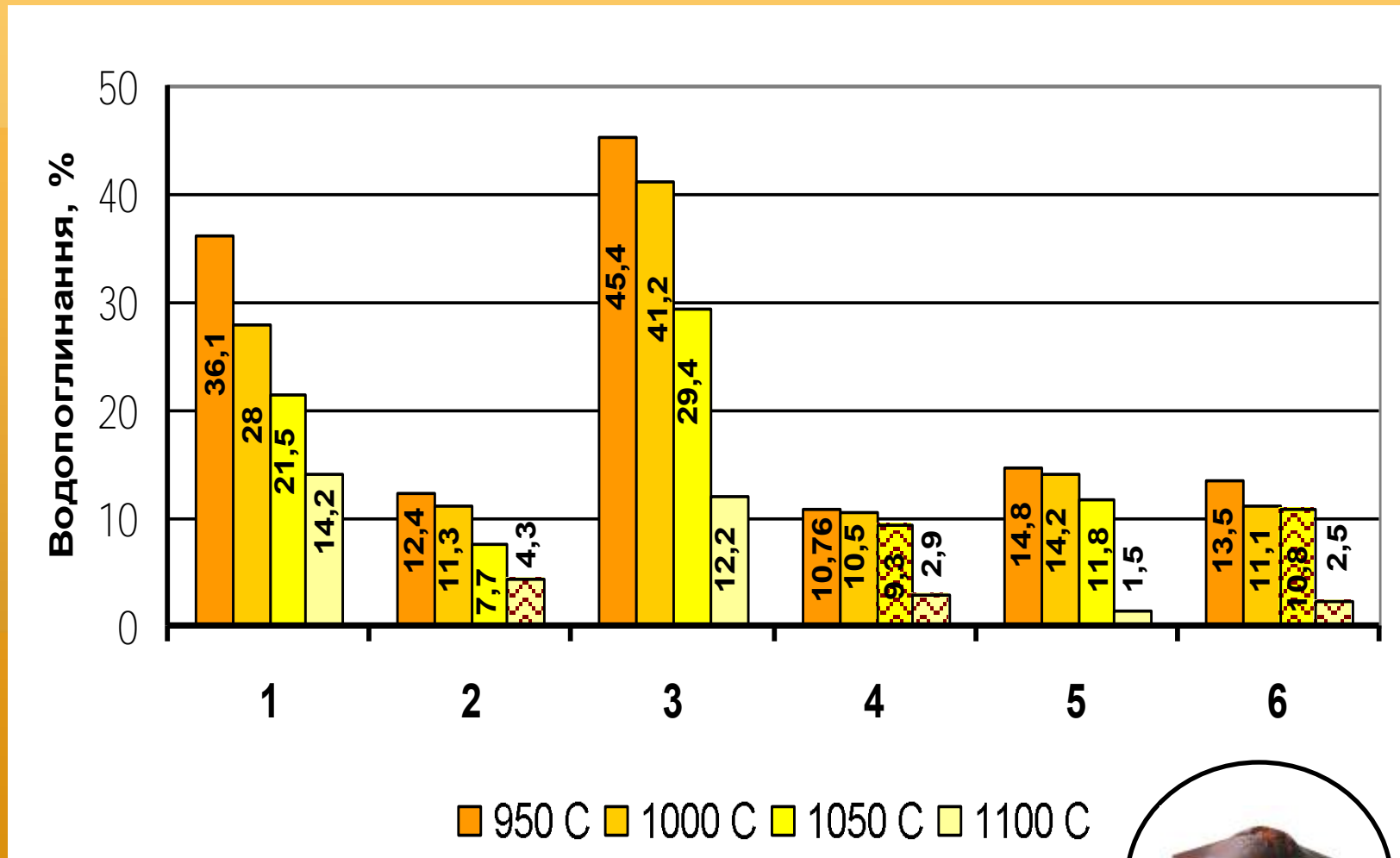


- 1 – шамотні вогнетриви
 - 2 – плитка для підлоги, каналізаційні труби, кислототриви, кам'яний товар
 - 3 – гончарні вироби
 - 4 – черепиця
 - 5 – мостовий клінкер
 - 6 – цегла
 - 7 – керамзит
-
- - горілі породи
 - - алевроліти з відвалів
 - - відходи флотації
 - - відходи гравітації
 - - аргіліти з відвалів
 - - алевролітові сланці

Кераміко-технологічні властивості дослідних матеріалів

Властивості матеріалів	Номера проб					
	1	2	3	4	5	6
Твердість породи за Моосом	-	2,5	-	4,0	4,5	3,5
Коефіцієнт чутливості до сушіння	0,30	0,33	0,73	0,37	0,63	0,60
Повітряна усадка, %	-	1,5	1,0	0,5	1,0	1,0
Вогнева усадка при 1100 °С, %	12,3	8,0	13,6	7,8	4,93	7,1
Водопоглинання при 1100 °С, %	14,2	4,3	12,2	2,9	1,5	2,5
Уявна щільність при 1100 °С, г/см ²	1,62	2,14	1,88	2,27	2,32	2,20
Межа міцності на стиск при 1100 °С, МПа	24,6	43,2	22,3	34,3	85,2	17,4
Температура початку спікання, °С	1100	950	1100	950	950	950
Температура повного спікання, °С	-	1100	-	1100	1100	1100
Інтервал спікання, °С	-	75	-	85	95	50

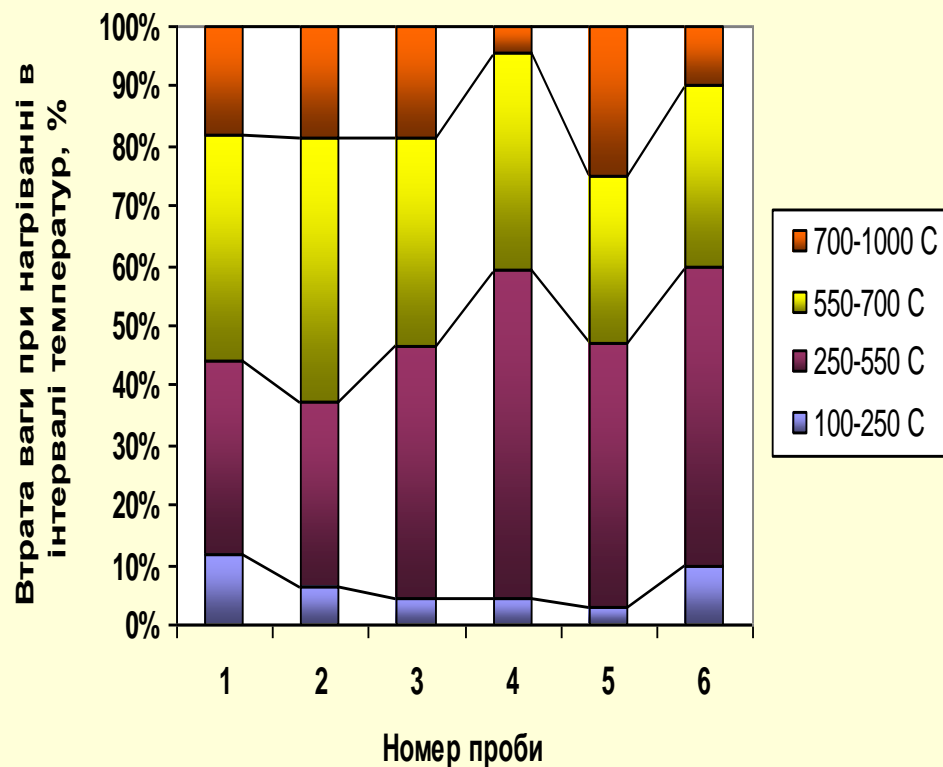
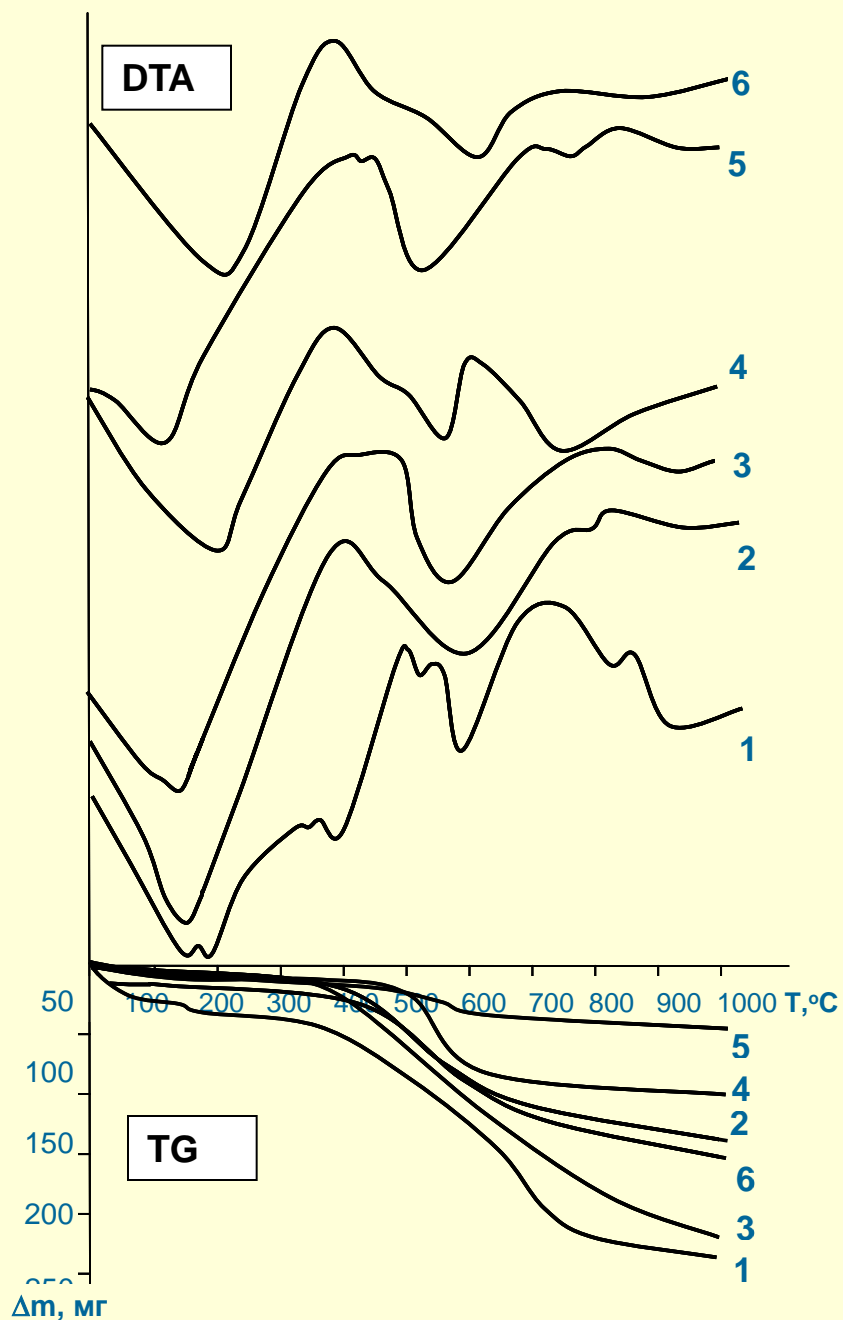
Дослідження спікання матеріалів



- спучення зразків



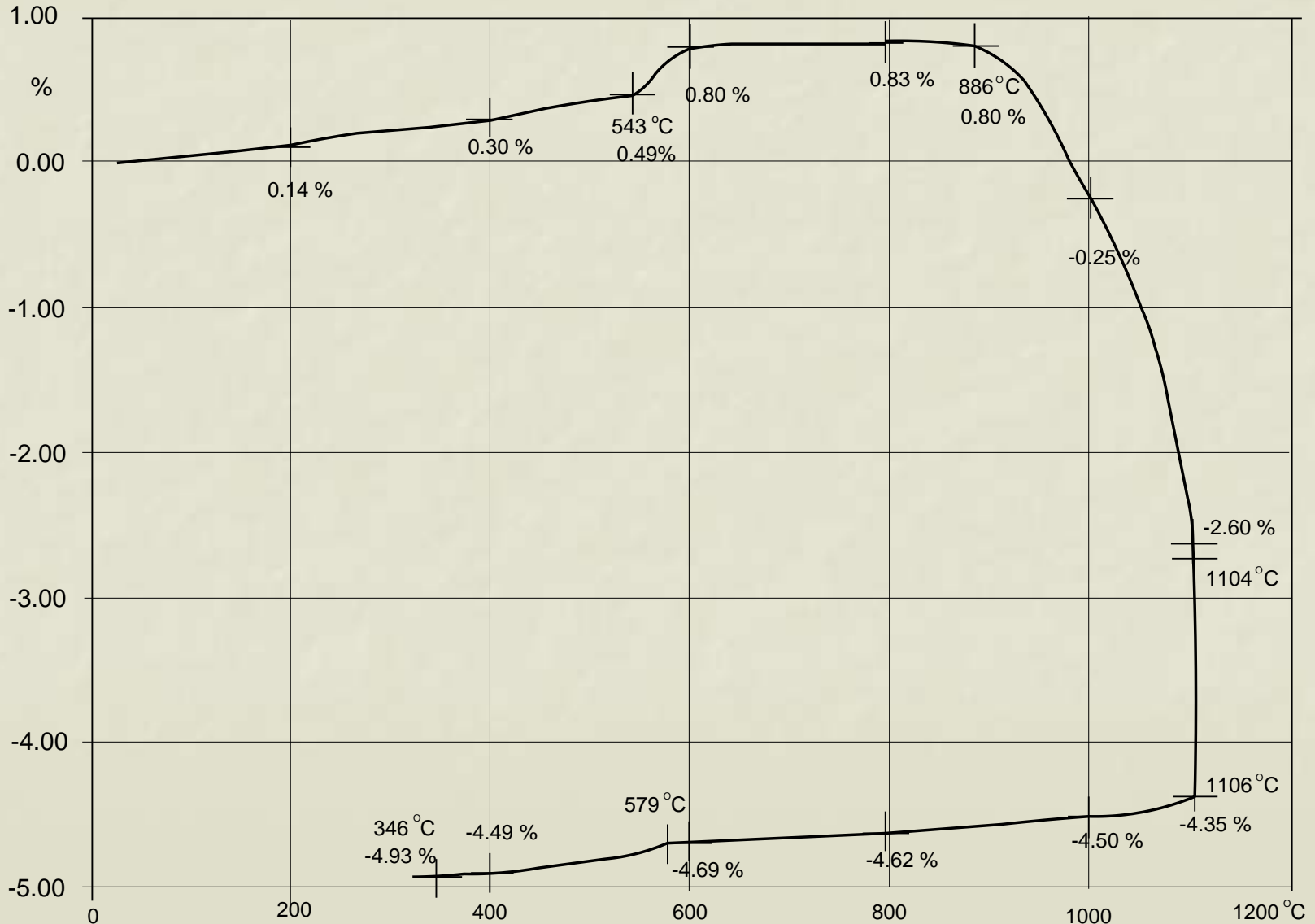
Дослідження процесів, що супроводжують термообробку вуглевідходів



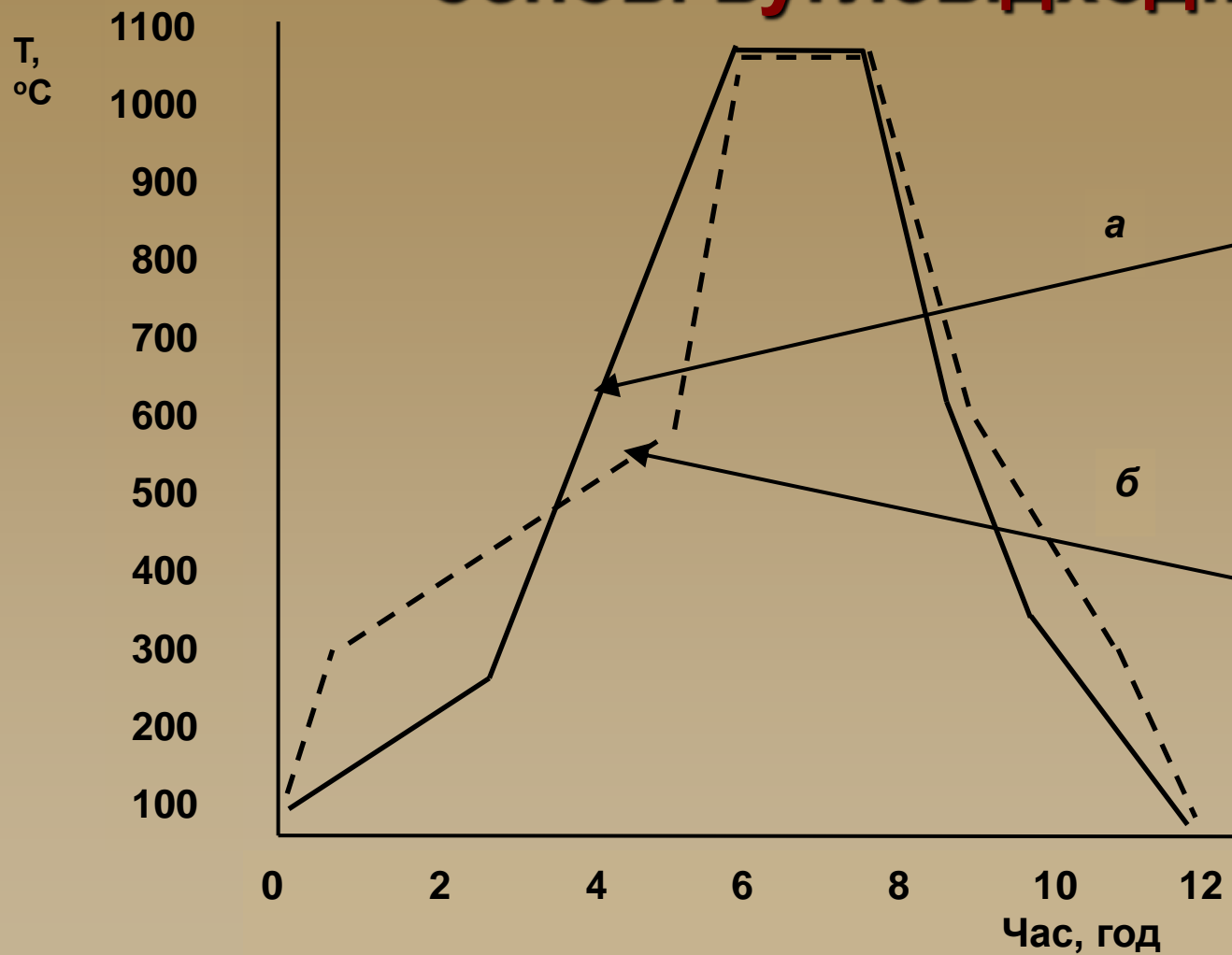
Характеристика теплових ефектів на кривих ДТА

Температури екзо- і ендо- ефектів на термограмах проб						Опис ефектів
1	2	3	4	5	6	
(-)160	(-)145	(-)140	(-)130	(-)135	(-)210	<p>Ендотермічні ефекти (-) в інтервалі температур 100-220 °С - видалення вільної вологи;</p> <p>Екзотермічні ефекти (+) в інтервалі 250-550 °С - окислення (вигорання) вуглистої речовини</p> <p>Ендотермічні ефекти (-) в інтервалі 570-615 °С - видалення конституційної води і руйнування кристалічних ґраток гідрослюд</p> <p>Екзотермічні ефекти (+) в інтервалі температур 640-820 °С – описані в літературі як другий екзоефект, властивий пісним видам вугілля, які містять фюзиніт</p>
(-)180	(+)400	(+)400	(-)200	(+)420	(+)380	
(+)260	(-)585	(+)480	(+)380	(+)440	(+)540	
(+)365	(+)710	(-)580	(+)500	(-)515	(-)615	
(+)400	(+)810	(+)800	(-)570	(+)725		
(+)500			(+)640	(+)820		
(+)550			(+)700			
(-)590						
(+)725						
(+)820						

Ділатометричні дослідження відходу вуглевидобування (зразок 5)

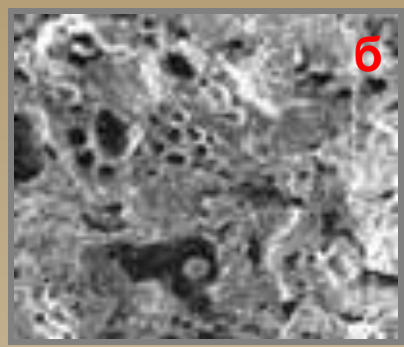
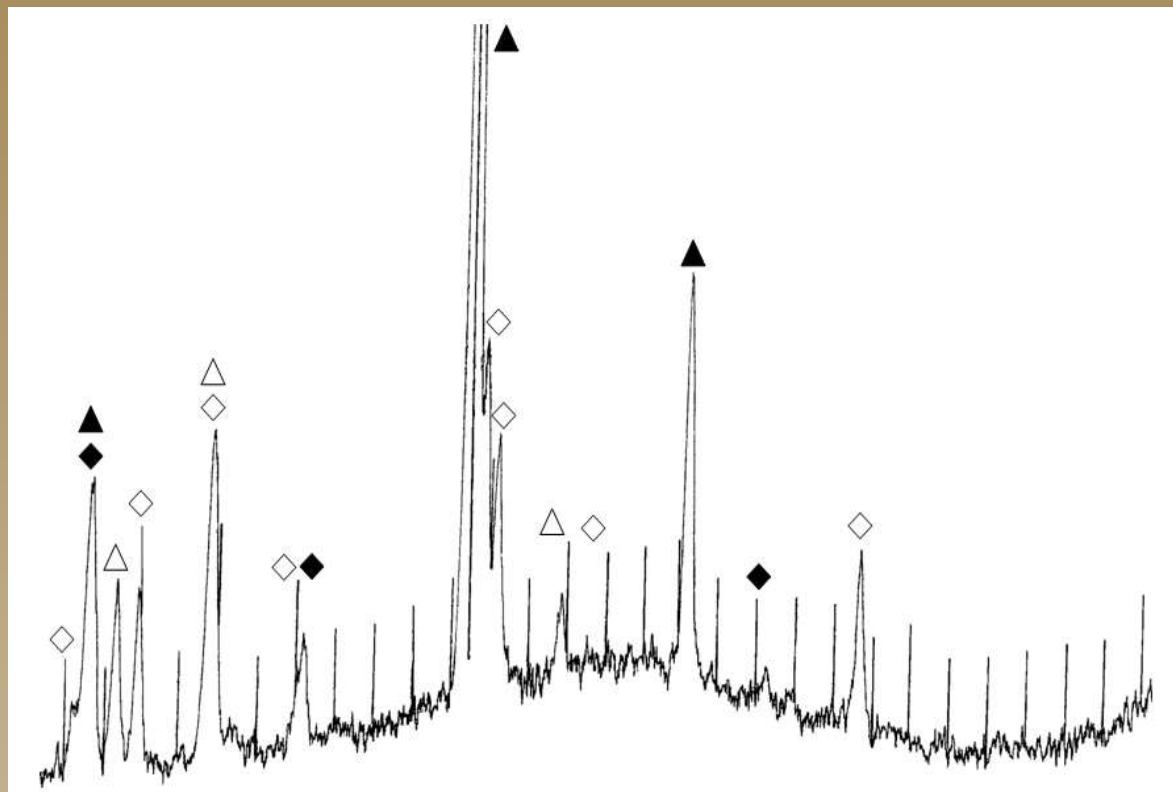


Розробка режиму випалу виробів на основі вуглевідходів



Режими випалу: а – традиційний; б - запропонований

Структура та фазовий склад продуктів випалу



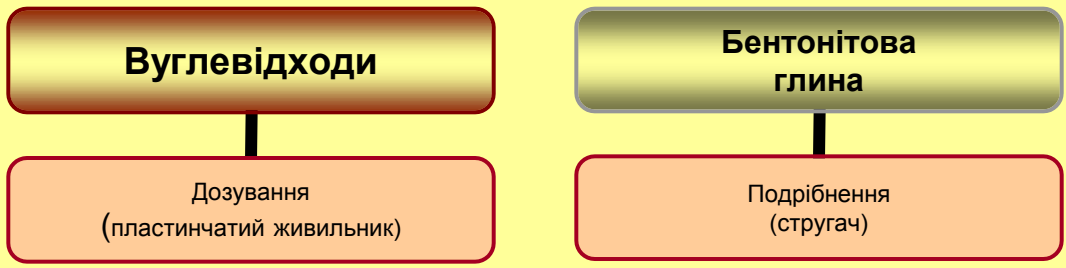
△ - муліт ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$); ◆ - кварц (SiO_2);
◇ - гематит ($\alpha-Fe_2O_3$); ▲ - герциніт ($FeAl_2O_4$)

(x 60):
а – клінкерні вироби;
б – тонкокам'яні вироби

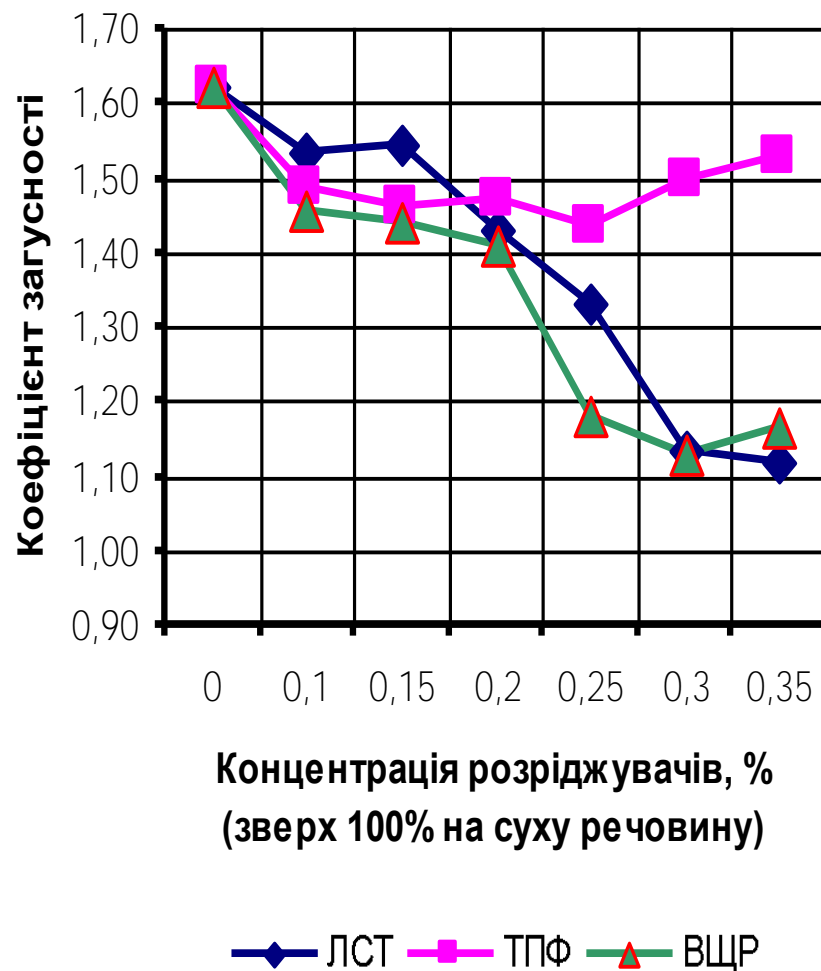
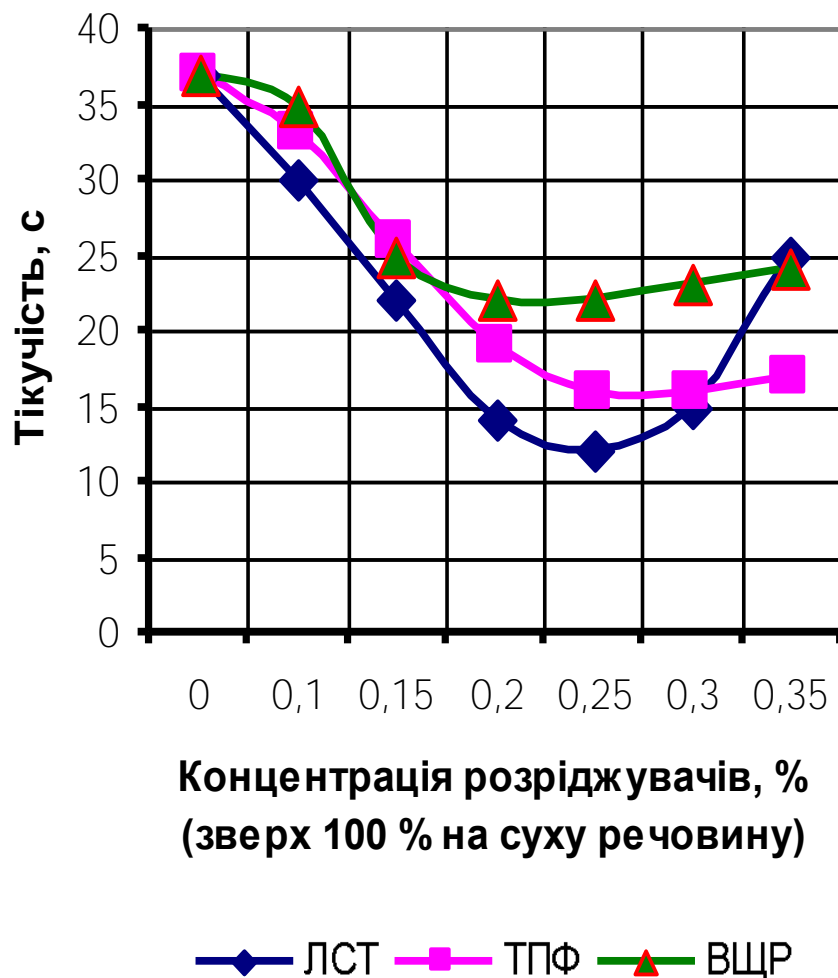
Технологічна схема ВИГОТОВЛЕННЯ клінкерної цегли напівсухим методом



Технологічна схема ВИГОТОВЛЕННЯ черепиці пластичним МЕТОДОМ



Реологічні властивості шлікеру



Вуглевідходи

Подрібнення
(щогова дробарка)

Вода

Розріджуюча
Добавка (ЛСТ)

Мокрий тонкий помел
(кульовий млин)

Зберігання шлікеру
(ємність з мішалкою)

Формування
(лиття в гіпсові форми)

Підв'ялювання
видливок

Зачистка, оправка
напівфабрикатів

Сушка
(камерна сушарка)

Випал
(муфельна піч)



Технологічна
схема
виготовлення
тонкокам'яних
виробів
господарчо-
побутового
призначення

Лабораторні зразки кам'яно-керамічних виробів на основі вуглевідходів

Грубокам'яні вироби



Клінкерна цегла

напівсухого пресування

Водопоглинання 3,5-4,8 %

Міцність на стиск 80-87 МПа

Морозостікість 80-100 циклів

Тонкокам'яні вироби



Побутові вироби пластичного та шлікерного формування

Водопоглинання 0,5-1,0 %

Міцність на згин 26-30 МПа

ВИСНОВКИ

- Хіміко-мінеральний склад та технологічні властивості відходів вуглевидобування дозволяють отримати щільноспечені керамічні матеріали при зниженій температурі випалу (1100 °C), що свідчить про їх перспективність для виготовлення кам'яно-керамічних виробів різного функціонального призначення.
- Використання вуглевідходів унеможлиблює випал виробів, отриманих на їх основі, за традиційними режимами. При надмірному вмісті у відходах вуглистої речовини (більше 5 %) необхідним є використання запропонованого режиму випалу.
- При виготовленні виробів методом екструзії для поліпшення формувальних властивостей мас доцільним є використання бентонітової глини в кількості 3 мас. %.
- Низька рухливість шлікерів з вуглевідходів вимагає регулювання їх реологічних властивостей. У випадку формування напівфабрикатів методом шлікерного лиття потрібно додавання розріджуючої добавки – лігносульфонату натрію (0,25 % зверх 100 %).
- Впровадження запропонованих технологій дозволить не лише отримати високоякісні клінкерні керамічні матеріали та тонкокам'яні вироби господарчо-побутового призначення, а й утилізувати скупчення вуглевідходів, що утворювалися роками.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

