

**БУДІВНИЦТВО**

УДК 691.8.666.94

**О.Д. Дятлов, к.т.н., доц.**

*Житомирський інженерно-технологічний інститут*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРИВАЛОСТІ ВИПАЛУ  
І РОЗМІРУ ФРАКЦІЙ КАРБОНАТНО-КРЕМНЕЗЕМИСТОЇ ПОРОДИ  
НА ВМІСТ ВІЛЬНИХ І ЗВ'ЯЗАНИХ ОКИСЛІВ КАЛЬЦІЮ ТА МАГНІЮ  
ТА ОКИСЛІВ КРЕМНІЮ У ВИПАЛЕНІЙ ПОРОДІ**

*Наведені результати експериментальних досліджень впливу тривалості випалу та розміру фракцій карбонатно-кремнеземистих порід на вміст CaO + MgO (вільн.), CaO + MgO (зв'яз.), SiO<sub>2</sub> (вільн.), SiO<sub>2</sub> (зв'яз.) у випаленій породі.*

**1. Вплив тривалості випалу карбонатно-кремнеземистих порід на вміст CaO + MgO (вільн.), CaO + MgO (зв'яз.), SiO<sub>2</sub> (вільн.), SiO<sub>2</sub> (зв'яз.) у випаленій породі**

Фракції карбонатно-кремнеземистих порід розміром 15 см п'яти складів (табл. 1) випалювались в муфельній електронній печі при температурі 900 °С протягом 1, 2, 4 та 6 годин.

*Таблиця 1*

*Хімічний склад карбонатно-кремнеземистих порід*

№	№ проб.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO
1	I	46,45	0,05	2,54	0,32	0,22	0,02	0,59
2	II	38,80	0,05	3,13	0,27	0,27	0,02	0,78
3	III	31,08	0,06	2,15	0,22	0,22	0,02	0,69
4	IV	22,48	0,01	1,13	0,29	0,29	0,02	0,29
5	V	10,78	0,02	1,28	0,18	0,18	0,06	0,59

*Продовження табл. 1*

№	№ проб.	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	П.П.П.	Сума
1	I	26,14	0,22	0,35	0,03	0,06	1,65	21,80	100,38
2	II	29,95	0,30	0,31	0,03	0,02	1,62	24,98	100,51
3	III	34,98	0,34	0,30	0,06	0,03	1,25	28,54	100,01
4	IV	41,37	0,27	0,11	0,09	0,06	0,74	32,77	99,58
5	V	47,78	0,31	0,11	0,07	0,05	0,51	38,14	100,20

Подрібнення випаленої породи до розмірів 20–30 мм виконувалось за допомогою шокової дробарки. Розмелювання породи виконувалось в кульовому однокамерному млині. Ступінь подрібнення випаленої помеленої карбонатно-кремнеземистої породи контролювався за допо-

гою сит з розмірами квадратних отворів 0,315 мм. Через отвори даного сита порода проходила повністю.

Вміст  $CaO + MgO$  (вільн.),  $CaO + MgO$  (зв'яз.),  $SiO_2$  (вільн.),  $SiO_2$  (зв'яз.) і втрати ваги при випаленні визначались в лабораторії силікатного аналізу Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка (табл. 2, рис. 1 і рис. 2).

Результати досліджень показали, що із збільшенням тривалості випалу карбонатно-кремнеземистих порід від 1 до 6 годин вміст  $CaO + MgO$  (вільн.) збільшується на 8,87 % (I-й склад), на 10,39 % (II-й склад), на 12,24 % (III-й склад), на 14,69 % (IV-й склад) і на 17,69 % (V-й склад); вміст  $CaO + MgO$  (зв'яз.) збільшується на 2,76 % (I-й склад), на 3,25 % (II-й склад), на 3,81 % (III-й склад), на 4,47 % (IV-й склад) і на 5,36 % (V-й склад).

При збільшенні тривалості випалу карбонатно-кремнеземистих порід з 1 до 6 годин вміст  $SiO_2$  (вільн.) зменшується на 1,13 % (I-й склад), на 1,32 % (II-й склад), на 1,73 % (III-й склад), на 2,25 % (IV-й склад) і на 2,65 % (V-й склад); вміст  $SiO_2$  (зв'яз.) збільшується на 1,13 % (I-й склад), на 1,32 % (II-й склад), на 1,73 % (III-й склад), на 2,25 % (IV-й склад) і на 2,65 % (V-й склад).

Таблиця 2

*Залежність між тривалістю випалу карбонатно-кремнеземистих порід і вмістом  $CaO + MgO$  (вільн.),  $CaO + MgO$  (зв'яз.),  $SiO_2$  (вільн.),  $SiO_2$  (зв'яз.) у випаленій породі*

№ з/п	Склад	Розмір фракцій	Тривалість випалу, год.	Втрати ваги при випалі, %				
					$CaO + MgO$ (вільн.)	$CaO + MgO$ (зв'яз.)	$SiO_2$ (вільн.)	$SiO_2$ (зв'яз.)
1	I	15	1	11,28	10,54	3,28	45,11	1,34
2			16,24	15,17	4,72	44,52	1,93	
3			18,98	17,73	5,52	44,19	2,26	
4			20,77	19,43	6,04	43,98	2,47	
1	II	15	1	12,32	11,54	3,61	37,33	1,47
2			17,52	16,42	5,14	36,71	2,09	
3			21,28	19,94	6,24	36,26	2,54	
4			23,40	21,93	6,86	36,01	2,79	
1	III	15	1	13,44	12,81	3,99	29,27	1,81
2			19,30	18,39	5,73	28,48	2,60	
3			23,64	22,53	7,02	27,90	3,18	
4			26,28	25,05	7,80	27,54	3,54	
1	IV	15	1	14,78	14,42	4,39	20,27	2,21
2			21,26	20,73	6,31	19,30	3,18	
3			26,82	26,18	7,96	18,48	4,00	
4			29,83	29,11	8,86	18,02	4,46	
1	V	15	1	16,28	15,86	4,81	8,41	2,37
2			23,42	22,82	6,92	7,37	3,41	
3			30,48	29,70	9,00	6,34	4,44	
4			34,43	33,55	10,17	5,76	5,02	

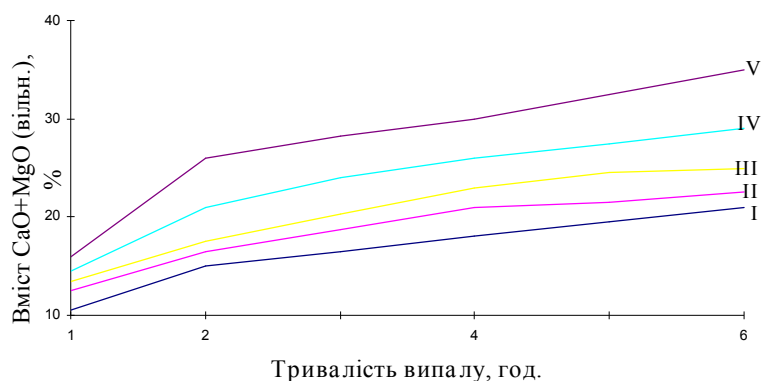


Рис. 1. Залежність між тривалістю випалу карбонатно-кремнеземистих порід і вмістом CaO + MgO (вільн.) у випаленій породі

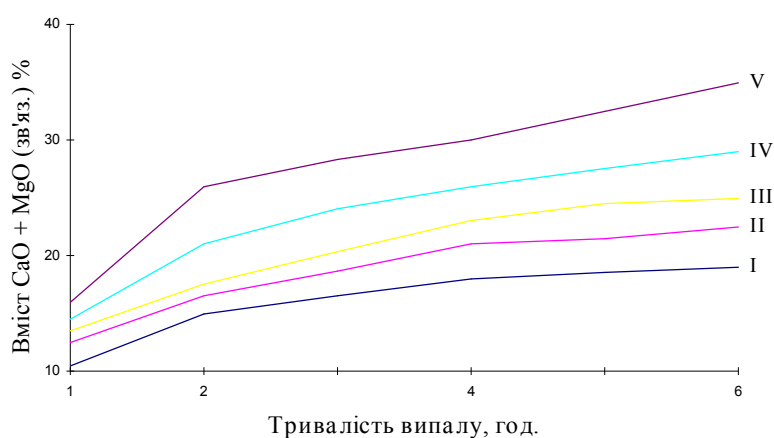


Рис. 2. Залежність між тривалістю випалу карбонатно-кремнеземистих порід і вмістом CaO + MgO (зв'яз.) у випаленій породі

## 2. Вплив розміру фракції карбонатно-кремнеземистої породи на вміст CaO + MgO (вільн.), CaO + MgO (зв'яз.), SiO<sub>2</sub> (вільн.), SiO<sub>2</sub> (зв'яз.) у випаленій породі

Фракції карбонатно-кремнеземистої породи розмірами 3, 5, 7, 10, 12 і 15 см п'яти складів (табл. 1) випалювались в електричній муфельній печі при температурі 900 °С протягом 4-х годин. Фракції випаленої породи розмірами 3, 5, 7, 10, 12 і 15 см подрібнювались до розмірів 20–30 мм за допомогою шокової дробарки.

Розмелювання породи виконувалося в кульовому однокамерному млині. Ступінь подрібнення випаленої розмеленої карбонатно-кремнеземистої породи контролювався за допомогою сита з розмірами квадратних отворів 0,315 мм. Через отвори даного сита розмелена порода проходила повністю.

Вміст CaO + MgO (вільн.), CaO + MgO (зв'яз.), SiO<sub>2</sub> (вільн.), SiO<sub>2</sub> (зв'яз.) і втрати ваги при випаленні визначались у названій вище лабораторії силікатного аналізу (табл. 3, рис. 3 і рис. 4).

Таблиця 3

Залежність між розмірами фракцій випаленої карбонатно-кремнеземистої породи і вмістом CaO + MgO (вільн.), CaO + MgO (зв'яз.), SiO<sub>2</sub> (вільн.), SiO<sub>2</sub> (зв'яз.) у випаленій породі (температура випалу – 900 °С, тривалість випалу – 4 год.)

№ з/п	Склад	Розміри фракцій пород, см	Втрати ваги при випалі, %	Вміст, %			
				CaO + MgO (вільн.)	CaO + MgO (зв'яз.)	SiO <sub>2</sub> (вільн.)	SiO <sub>2</sub> (зв'яз.)
1	I	3	20,72	19,34	6,02	43,98	2,47
2		5	20,21	18,87	5,88	44,04	2,41
3		7	19,77	18,47	5,75	44,10	2,35
4		10	19,36	18,08	5,67	44,14	2,31
5		12	19,15	17,88	5,56	44,17	2,28
6		15	18,98	17,73	5,52	44,19	2,26
1	II	3	23,24	21,80	6,82	36,03	2,77
2		5	22,66	21,24	6,65	36,09	2,71
3		7	22,20	20,81	6,51	36,15	2,65
4		10	21,64	20,27	6,34	36,22	2,58
5		12	21,38	20,03	6,27	36,25	2,55
6		15	21,28	19,04	6,24	36,26	2,54
1	III	3	25,84	24,63	7,67	27,59	3,49
2		5	25,25	24,07	7,50	27,67	3,41
3		7	24,68	23,52	7,33	27,75	3,33
4		10	34,10	22,97	7,15	27,83	3,25
5		12	23,81	22,71	7,07	27,87	3,21
6		15	23,64	22,53	7,02	27,90	3,18
1	IV	3	29,31	28,62	8,70	18,11	4,37
2		5	28,68	28,02	8,52	18,20	4,28
3		7	28,20	27,44	8,36	18,27	4,21
4		10	27,59	26,94	8,19	18,36	4,12
5		12	27,22	26,58	8,08	18,42	4,06
6		15	26,82	26,18	7,96	18,48	4,00
1	V	3	33,62	32,75	9,92	5,88	4,90
2		5	32,81	31,96	9,69	6,00	4,78
3		7	32,23	31,40	9,52	6,09	4,69
4		10	31,35	30,54	9,25	6,21	4,57
5		12	30,92	30,14	9,13	6,28	4,50
6		15	30,48	29,70	9,00	6,34	4,44

При збільшенні розміру фракцій карбонатно-кремнеземистої породи з 3 до 15 см вміст CaO + MgO (вільн.) зменшується на 1,61 % (I-й склад), на 1,86 % (II-й склад), на 2,10 % (III-й склад), на 2,44 % (IV-й склад) і на 3,05 % (V-й склад); вміст CaO + MgO (зв'яз.) зменшується на 0,50 % (I-й склад), на 0,58 % (II-й склад), на 0,65 % (III-й склад), на 0,74 % (IV-й склад) і на

0,92 % (V-й склад); вміст SiO<sub>2</sub> (зв'яз.) зменшується на 0,21 % (I-й склад), на 0,23 % (II-й склад), на 0,31 % (III-й склад), на 0,37 % (IV-й склад) і на 0,46 % (V-й склад).

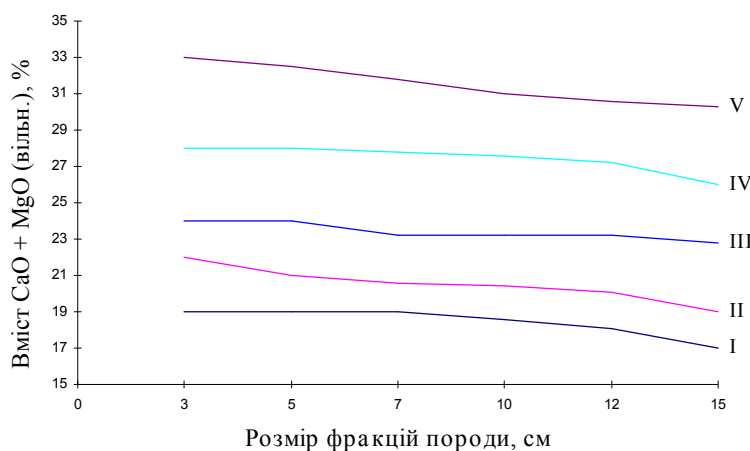


Рис. 3. Залежність між розмірами фракцій карбонатно-кремнеземистої породи і вмістом CaO + MgO (вільн.) у випаленій породі

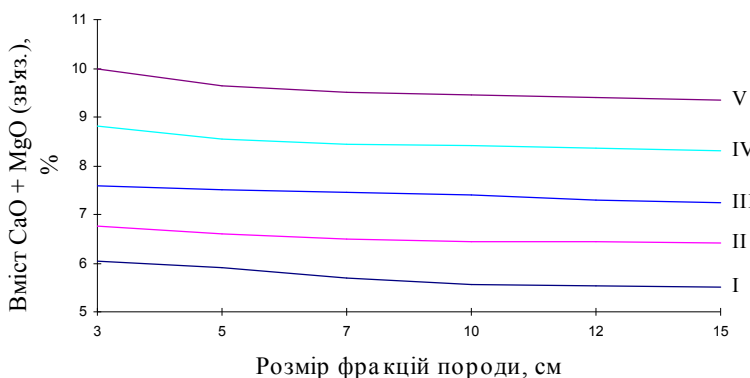


Рис. 4. Залежність між розмірами фракцій карбонатно-кремнеземистої породи і вмістом CaO + MgO (зв'яз.) у випаленій породі

### 3. Висновки

1. При збільшенні тривалості випалу карбонатно-кремнеземистих порід від 1 до 6 годин вміст CaO + MgO (вільн.) збільшується на 8,87 % (I-й склад), на 10,39 % (II-й склад), на 12,24 % (III-й склад), на 14,69 % (IV-й склад) і на 17,69 % (V-й склад); вміст CaO + MgO (зв'яз.) збільшується на 2,76 % (I-й склад), на 3,25 % (II-й склад), на 3,81 % (III-й склад), на 4,47 % (IV-й склад) і на 5,36 % (V-й склад)

2. При збільшенні відношення (CaO + MgO)/SiO<sub>2</sub> з 0,57 до 4,48 в карбонатно-кремнеземистій породі вміст CaO + MgO (вільн.) у випаленій породі збільшується з 18,08 % (I-й склад) до 30,54 % (V-й склад), а вміст CaO + MgO (зв'яз.) – з 5,67 % (I-й склад) до 9,25 % (V-й склад).

3. При збільшенні розміру фракцій карбонатно-кремнеземистої породи з 3 до 15 см (температура випалу дорівнює 900 °С, тривалість випалу – 4 год.) вміст CaO + MgO (вільн.)

збільшується з 1,61 (I-й склад) до 3,05 (V-й склад), вміст  $CaO + MgO$  (зв'яз.) – з 0,50 (I-й склад) до 0,92 (V-й склад).

4. Карбонатно-кремнеземиста порода, випалена при температурі 900 °С протягом 4-х годин, складається в основному із окислів кальцію та магнію (18,08–30,54 %), силікатів, алюмінатів, феритів кальцію та магнію (10,84–15,47 %), дегідратованого карбонату кальцію (45–50 %), кремнезему (6,21–44,14 %), дегідратованих природних гідросилікатів (тобермариту, океніту, ксонатліту (3–5 %) та інших сполук.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Бутт Ю.М., Рашкович Л.Н. Твердение вяжущих веществ при повышенных температурах. – М.: Стройиздат, 1965.
2. Дятлов О.Д. Цінна сировина для безцементних виробів // Сільське будівництво. – № 6. – К.: Будівельник, 1973.
3. Дятлов А.Д. Новое вяжущее для бесцементных бетонов // Сб. “Новое в технологии бетона” (Тезисы докладов) / VI Всесоюзная конференция молодых ученых и специалистов. – М., 1974.
4. Дятлов А.Д. Минерало-петрографические исследования карбонатно-кремнеземистых пород Приднестровья // Сб. “Наука и техника” / Материалы научно-технической конференции. – Житомир, 1975. – Вып. 2.
5. Дятлов О.Д. Вплив складу і точності помелу вапняно-кремнеземистого в'язучого на міцність при стиску зразків щільного силікатного бетону // Вісник ЖІТІ. – 1997. – № 5. – С. 187.
6. Дятлов О.Д. Дослідження кінетики процесів твердіння вапняно-кремнеземистого в'язучого на основі карбонатно-кремнеземистих порід Придністров'я // Вісник ЖІТІ. – 1998. – № 8/Технічні науки. – С. 211–218.
7. Кржеминский С.А., Судина Н.К., Кройчук Л.А., Варламов В.П. Автоклавная обработка силикатных изделий. – М.: Стройиздат, 1974.
8. Лукьянович В.М. Электронная микроскопия в физико-химических исследованиях. – М.: Изд. АН СССР, 1960.
9. Слободяник И.Я., Дятлов А.Д. Исследование карбонатно-кремнеземистых пород Приднестровья как сырья для получения бесцементных бетонов // Сб. рефератов НИР. – Серия 18, № 27–28. – М.: Изд-во ВНИЦ Центра, 1972.
10. Harker R.J., *J. Am. Cer. Soc.*, 47, 521–529, 1964.
11. Taylor H.F.W. Proc. Sixth. Nat. Conf. Clays and Clay Minerals, Berkely, 1959.
12. Taylor H.F.W. A Review of Autoclaved Calcium Silicates, preprint, Internat. Symp. An Autoclaved Calcium Silicate Buid. Prod., London, 18–21, May, 1965.

ДЯТЛОВ Олександр Дмитрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування та конструювання машин Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– вивчення властивостей карбонатно-кремнеземистих порід Придністров'я та будівельних матеріалів на їх основі.

Подано 25.12.1999.