

В. В. РИБКІН, В. В. КОВАЛЕНКО, Ю. Л. ЗАЯЦЬ, П. О. ПІШНЬКО, В. П. ЛИСНЯК,
Л. О. ЯРИШКІНА, С. В. ВАСИЛЬЄВА (ДІПТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДРІБНИХ ЗАПОВНЮВАЧІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ШПАЛ

В роботі проведено аналіз реакційної здатності та зернового складу дрібних заповнювачів для виробництва залізобетонних шпал.

Ключові слова: залізобетонні шпали, лужно-кремнієвокисла реакція, зерновий склад, пісок

З прадавніх часів чоловіча спільнота була стурбована якістю будівельних матеріалів та виготовлених з них будівельних виробів та різних споруд. Вчені різних країн знаходять зведення законів різних міст у середньовіччі та набагато раніше, де згадуються міри покарання за використання неякісних будівельних матеріалів. Нині необхідність вхідного контролю реакційної здатності партій дрібних заповнювачів на підприємствах-виробниках затверджено нормами ДСТУ Б.В. 2.7-76-98 «Пісок для будівельних робіт з відсівів руйнування скальних порід гірничозбагачувальних комбінатів України», п. 7.4 [1]. Крім того, характеристики якості вказані в сертифікатах якості цих матеріалів. Однак, вочевидь, маємо дуже часто незбіг фізико-хімічних властивостей матеріалів з такими за сертифікатом якості. Крім того, якість сировинних матеріалів найбільше впливає на динамічно важконавантажені вироби, такі як залізобетонні шпали. Недотримання норм стандартів щодо зернового складу провокує застосування більшої кількості води затворювання, ніж потрібно, застосування реакційноздатних пісків сприяє прискоренню лужно-кремнієвокислої реакції з утворенням додаткових фаз (продуктів реакції) навколо кожної частки піску, що руйнує бетон із середини протягом 2...5 років [2].

Тому *метою даної роботи* було виявлення фізико-хімічних властивостей дрібних заповнювачів для виробництва залізобетонних шпал.

Для виявлення реакційної здатності та зернового складу застосовано стандартні методики визначення цих характеристик в будівельних матеріалах.

В табл. 1 представлено результати визначення реакційної здатності піску та щебеню різних виробників. Результати отримані за стандартними методиками фотометричним та ваговим методами. Отримані за різними методами дані відрізняються за абсолютними величинами, але дозволяють зробити висновок про реакційну здатність заповнювачів.

З табл. 1 видно, що піски Ігнатпільського родовища та ВКП«Явір-Інвест», с. Велика Калинівка Хмельницького району є неоднорідними, але розробки нових карт дозволяють отримати продукцію в межах державних стандартів.

Таблиця 1

Реакційна здатність піску різних родовищ України

Найменування об'єкту дослідження	Модуль крупності	Хімічні методи визначення реакційної здатності гірничої породи і щебеню			
		Фотометричний розчинний SiO ₂ , ммоль/л		Ваговий розчинний SiO ₂ , ммоль/л	
1	2	3		4	
Пісок (жовтий, природний, мілкий). М. Нетішин, Хмельницьк. обл.	1,44	286,5	273,45	180,7	166,13
Пісок Хмельницької обл. виробн. «Явір-Інвесту»	1,53	3,84	3,84	-	-
Пісок (сірий, відсів), ТОВ «Гніванський гранітний кар'єр»	2,11	27,41	29,86	19,16	21,16
Пісок (жовтий) Іршанське род-ще	1,565	54,07	52,3	36,5	20,5
Пісок Ігнатинське родовище	1,565	63,82	60,76	52,33	48,5
Пісок річковий ПП «Юлія»	1,575	49,66	58,37	48,0	47,7
Пісок Дніпродзержинського річкового порту	1,79	45,68	47,87	-	-
Пісок Солов'їна роша	1,66	38,9	46,04	-	-
Пісок Дніпродзержинського річкового порту	1,79	43,22	44,14	-	-

Закінчення табл. 1

Найменування об'єкту дослідження	Модуль крупності	Хімічні методи визначення реакційної здатності гірничої породи і щебеню			
		Фотометричний розчинний SiO ₂ , ммоль/л		Ваговий розчинний SiO ₂ , ммоль/л	
1	2	3		4	
Пісок ВКП «Явір-Інвест», с. Велика Калинівка Хмельн. р-н з розмиву нової карти	1,89	1,23	-	-	-
Пісок Ігнатинське родовище (жовтий)	1,53	61,06	81,48	42,83	84,17
Пісок Гричанський кар'єр (сірий)		64,0	55,48	29,5	26,33
Пісок Ігнатпільське родовище (жовтий)	1,495	51,44	64,62	49,33	45,83
-«-	1,52	57,39	60,76	-	-
Пісок Ігнатпільський розмив нової карти	1,72	1,53	-	-	-
Пісок Київського річкового порту	1,14	3,3	-	-	-
Пісок Кременчуцького річкового порту	1,56	25,5	19,7	26,0	19,83
-«- (Крячнівського родовища)	1,58	29,12	27,9	-	-
Пісок ВКП «Явір-Інвест» Славуґа-2	2,00	40,47	41,57	34,33	29,5
Пісок Горинь-Крупецького родовища ВКП «Явір-Інвест», с. Велика Калинівка Хмельн. р-н.	2,13	85,71	89,27	-	-
-«-	2,19	61,98	55,25	-	-

З результатів аналізу даних в табл. 1 виявлено, що з 12 досліджених родовищ піску з різних кар'єрів неприпустиме застосування природного піску Негішинського кар'єру Хмельницької області, у якого реакційна здатність майже у 6 разів перевищує допустимі державними стандартами норми. Цей пісок застосовувався у технологічному процесі виготовлення залізобетонних шпал на Гніваньському заводі. Недопустимо за нормами державного стандарту застосування ВАТ Коростеньським заводом ЗБШ

піску Гричанського кар'єру, де реакційна здатність піску перевищує норми стандарту до 63 % (відносних). Неприйнятне за діючими нормами застосування ДП Старокостянтинівським заводом ЗБШ піску Ігнатпільського піщаного кар'єру розробки старої карти, де виявлена фотометричним методом реакційна здатність кремнезему перевищує допустиме стандартом значення на 14,62 ммоль/л, але розроблення нової карти родовища дозволило отримати пісок з реакційною здатністю в межах норм стандарту. Не відповідає вимогам ГОСТ 2869.0-97 пісок річковий, що застосовується Запорізьким ЗАТ «ЗЗЗШ» ПП «Юлія».

Ретельний аналіз технологічних процесів виготовлення залізничних залізобетонних шпал виявив наявність у сировинному матеріалі – піску крупних до 3 см³ грудок ґрунту та глини у кількості до 1 % (мас.). Найбільш характерне це порушення технологічних норм на Гніваньському заводі залізобетонних шпал. Це не відповідає нормам ДСТУ В.А. 1.1-55-94 «Природні піски для виробництва будівельних матеріалів. Терміни та визначення» Перечень шкідливих факторів, п. 7.2 Шкідливі домішки, де діаметр часток глини у грудках повинен знаходитися у межах від 1,25 до 5,0 мм, та гумусу до 30 мм.

Дослідження зернового складу піску для оцінки придатності до застосування в будівельних розчинах та бетонах було проведено на зразках піску та гранітного відсіву, які надіслані заводами в якості сировинних матеріалів для виробництва залізобетонних шпал.

Розсів заповнювачів проводили відповідно державним стандартам за загальноприйнятою методикою. Результати розсівів та їх відповідність нормам ДСТУ представлено в табл. 2–8, рис. 1–3.

З аналізу модулів крупності піску видно, що багато родовищ задовольняють нормам державного стандарту $M_{кр} = 1,6...3,15$, але розміри часток – не завжди.

Для підвищення модуля крупності річкових пісків для виробництва залізобетонних шпал на ВАТ «Гніваньський завод спеціального залізобетону» використовує відсів «Гніваньського гранітного кар'єру».

Результати аналізу проб показав, що модуль крупності та фракційний склад відсіву не мають стабільних показників та потребують ретельних перевірок для попередження використання партій відсіву, що не задовольняють існуючим стандартам якості.

На рис. 1 видно, що результати розсіву відсіву не завжди задовольняють нормам ДСТУ.

**Результати розсіву відсіву «Гніваньського гранітного кар'єру» – постачальника
ВАТ «Гніваньський завод спеціального залізобетону»**

Залишки повні, %	Розмір сит, мм							Пройшло крізь сито 0,16, %
	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
1	0,51	26,56	42,89	63,92	75,43	85,67	93,86	
2	0	0	9,1	42,0	63,9	80,7	89,7	

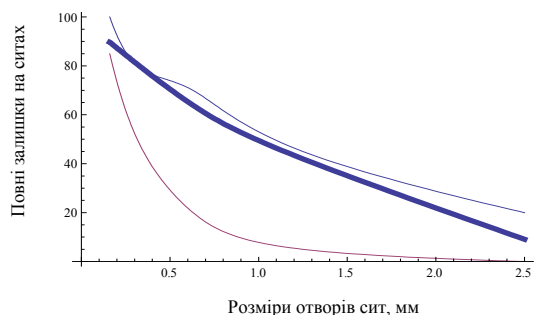


Рис. 1. Кількість повних середніх залишків на ситах гранітного відсіву «Гніваньського гранітного кар'єру» – постачальника ВАТ «Гніваньський завод спеціального залізобетону»

Середня щільність насипної маси відсіву складає 1,54 кг/л, модуль крупності 2,85. На рис. 1–2 та з табл. 2 видно, що результати розсіву гранітного відсіву не завжди задовольняють нормам ДСТУ.

Таким чином, друга партія відсіву не може використовуватися для виробництва залізобетонних шпал.

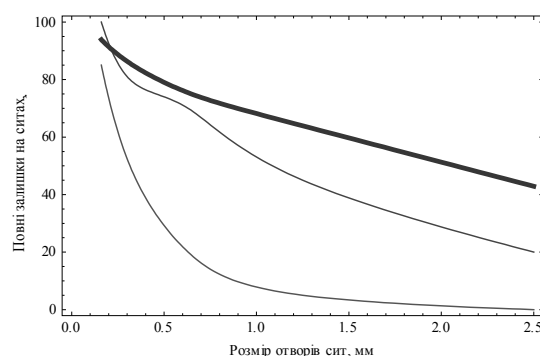


Рис. 2. Кількість повних середніх залишків на ситах відсіву Гніваньського кар'єру – постачальника «Гніваньського заводу спеціального залізобетону»

Наступним об'єктом уваги даної роботи стало дослідження зернового складу пісків Ігнатпільського та Іршанського родовищ (табл. 3, 4, рис. 3).

Середня щільність насипної маси піску першої проби складає 1,53 кг/л, модуль крупності – 2,03. Результати розсіву піску задовольняють нормам ДСТУ.

**Результати розсіву піску Ігнатпільського кар'єру – постачальника
ВАТ «Коростеньський завод залізобетонних шпал»**

Залишки повні, %	Розмір сит, мм							Пройшло крізь сито 0,16, %
	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
1	0	0	1,8	8,3	25,9	71,2	95,7	
2	0	0	1,6	6,3	22,8	68,5	95,4	
3	0	0	0	0,4	2,4	70,2	99,5	
4	0	0	0,4	2,4	15,0	69,5	95,2	

Середня щільність насипної маси другої проби піску складає 1,565 кг/л, модуль крупності – 1,95. Наявність часток більше 5 мм – до 1%. Результати розсіву піску задовольняють нормам ДСТУ.

Модуль крупності третьої проби піску складає 1,72, середня щільність насипної маси –

1,52 кг/л. На рис. 3 видно що результати розсіву піску не задовольняють нормам ДСТУ.

Модуль крупності піску четвертої проби складає 1,52, середня щільність насипної маси – 1,82 кг/л. Результати розсіву піску не задовольняють нормам ДСТУ. На ситах з розмірами отворів 2,5 та 1,25 мм залишається до 50% черепашок.

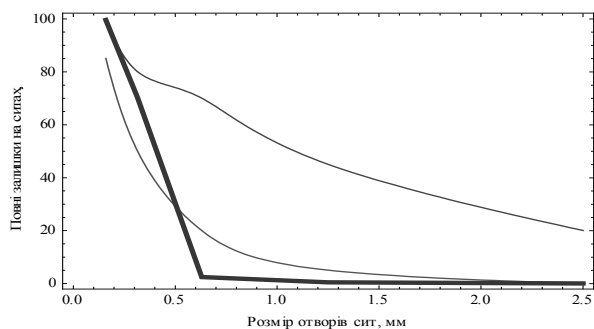


Рис. 3. Кількість повних середніх залишків на ситах третьої проби піску Ігнатпільського родовища

Аналіз зернового складу піску Іршанського родовища показав відповідність його нормам діючих стандартів (табл. 4).

Середня щільність насипної маси піску Іршанського кар'єру складає 1,53 кг/л, модуль крупності – 1,95.

Наступним об'єктом аналізу були піски Кременчуцького річкового порту. Кількість повних середніх залишків на ситах піску Кременчуцького річкового порту – постачальника ВАТ «Україна Промресурс» представлено в табл. 5.

Таблиця 4

Результати розсіву піску Іршанського кар'єру – постачальника ВАТ «Коростеньський завод залізобетонних шпал»

Залишки повні, %	Розмір сит, мм							Пройшло крізь сито 0,16, %
	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
	0	0	1,5	9,0	25,4	63,9	95,1	

Таблиця 5

Результати розсіву піску Кременчуцького річкового порту та Крячинівського родовища Кременчуцького річкового порту

Залишки повні, %	Розмір сит, мм							Пройшло крізь сито 0,16, %
	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Кременчуцький річ. порт	0	0	0,7	2,0	10,5	69,5	96,8	
Крячинівське родовище	0	0	0	0	4,8	56,4	96,4	

Середня щільність насипної маси відсіву першої проби складає 1,56 кг/л, модуль крупності – 1,79. Наявність часток-черепашок розмірами від 2,5 мм до 10 мм – до 1 %.

Модуль крупності відсіву другої проби складає 1,58, середня щільність насипної маси – 1,56 кг/л. Результати розсіву піску не задовольняють нормам діючого стандарту.

Подібні результати аналізу отримано на розсівах піску ПП «Юлія» Запорізького річкового порту, ПП «Солов'їна роша» та Дніпродзержинського річкового порту. Але найменший зерновий склад має пісок Київського річкового порту. Він майже не зближується з допустимою стандартом областю (табл. 6).

Таблиця 6

Результати розсіву пісків різних родовищ

Залишки повні, %	Розмір сит, мм							Пройшло крізь сито 0,16, %
	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
ПП «Юлія»	0	0	0,8	8,1	14,9	63	96,2	
ПП «Солов'їна роша»	0	0	0,7	2,4	8,9	58,9	95,4	
Дніпродзержинський річковий порт	0	0	0,5	2,2	9,4	68,3	98,6	
Київський річковий порт	0	0	0,5	1,0	1,7	22,6	87,8	

Середня щільність насипної маси піску ПП «Юлія» складає 1,575 кг/л, модуль крупності – 1,83. Наявність часток черепашок розмірами від 2,5 мм до 10 мм – до 1 %.

Модуль крупності піску ПП «Солов'їна ро-ща» складає 1,66, середня щільність насипної маси – 1,55 кг/л. Результати розсіву піску не задовольняють нормам ДСТУ. На ситах 2,5 та 1,25 мм в остатку до 20 % (мас.) черепашок (CaCO₃), які в бетонній суміші при взаємодії з вуглекислим газом повітря утворюють розчинний у воді бікарбонат кальцію, який руйнує попередньо напружені конструкції.

Модуль крупності піску Дніпродзержинського річкового порту складає 1,79, середня щільність насипної маси – 1,56 кг/л. Результати розсіву піску не задовольняють нормам ДСТУ.

На ситах 2,5 та 1,25 мм залишається до 15 % (мас.) черепашок (CaCO₃).

Модуль крупності піску Київського річкового порту складає 1,14; середня щільність насипної маси – 1,49 кг/л. Результати розсіву піску не задовольняють нормам ДСТУ та навіть не зближуються з нормативними значеннями. На ситах наявні залишки ґрунту або водоростей: отвори сит 5–2,5–1,25 мм до 50 %, отвори сита 0,63 мм – до 30 %, отвори сита 0,315 мм – до 15 %.

Наступним об'єктом дослідження був пісок Славутського родовища. Результати розсіву піску Славутського кар'єру – постачальника «Старокостянтинівського заводу залізобетонних шпал» представлено в табл. 7.

Таблиця 7

Результати розсіву піску Славутського кар'єру – постачальника «Старокостянтинівського заводу залізобетонних шпал»

Залишки повні, %	Розмір сит, мм							Пройшло крізь сито 0,16, %
	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
	0	0	1,6	6,3	22,8	68,5	95,4	

Середня щільність насипної маси піску Славутського кар'єру складає 1,53 кг/л, модуль крупності – 1,97. Результати розсіву піску не задовольняють нормам ДСТУ.

Найбільш глибокий аналіз проведено на пісках різних карт та родовищ «Явір-Інвесту». Результати розсіву піску різних проб наведено в табл. 8.

Таблиця 8

Результати розсіву піску різних проб родовищ Явір-Інвесту

Залишки повні, %	Розмір сит, мм							Пройшло крізь сито 0,16, %
	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
1	0	0	2,1	8,6	29,2	73,7	96,5	
2	0	0	1,5	6,37	22,46	72,39	96,27	
3	0	0	2,7	12,58	31,08	72,92	94,5	
4	0	0	0,7	4,75	30,45	84,5	98,41	
5	0	0	1,0	4,5	15,3	71,6	96,7	
6	0	0	1,9	6,7	18,6	64,1	95,6	

Модуль крупності відсіву першої проби складає 2,1, середня щільність насипної маси – 1,505 кг/л. Результати розсіву піску задовольняють нормам ДСТУ. На ситах з розмірами отворів 5 та 2,5 мм наявні частки черепашок у кількості до 20 % об'єму.

Модуль крупності піску другої проби складає 2,0, середня щільність насипної маси – 1,50 кг/л. Результати розсіву піску задовольняють нормам ДСТУ. На ситі з отворами 5 мм

наявні великі частки черепашок та на ситах з отворами 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 мм наявні від 20 до 30 % черепашок.

Модуль крупності піску третьої проби складає 2,13, середня щільність насипної маси – 1,51 кг/л. Результати розсіву піску задовольняють нормам ДСТУ. На ситі з отворами 5 мм наявні великі частки черепашок та на ситах з отворами 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 мм наявні від 20 до 30 % черепашок.

Модуль крупності піску четвертої проби складає 2,19, середня щільність насипної маси – 1,56 кг/л. Результати розсіву піску задовольняють нормам ДСТУ. На ситах з отворами 2,5; 5, та 1,25 мм кількість черепашок складає 30...50 %.

Модуль крупності піску п'ятої проби складає 1,89, середня щільність насипної маси – 1,48 кг/л. Результати розсіву піску не задовольняють нормам ДСТУ. На ситі 5 утримуються шматки черепашок діаметрами до 30 мм. На ситах 2,5, 1,25, 0,63 мм залишається до 10 % (мас.) CaCO_3 , який в бетонній суміші при взаємодії з вуглекислим газом повітря утворює бікарбонат кальцію розчинний у воді, що неприпустимо для попередньо напружених конструкцій.

Середня щільність насипної маси піску шостої проби складає 1,44 кг/л, модуль крупності – 1,87. Наявність часток більше 5 мм – до 1 %. Результати розсіву піску не задовольняють нормам ДСТУ.

З аналізу зернового складу піску родовищ «Явір-Інвесту» можна зробити висновок, що він не є однаковим та змінюється при відборі з нової карти розробок. Тому необхідно проводити вхідний контроль кожної партії піску на підприємствах виробників залізобетонних шпал.

Висновки

1. Виявлено, що піски різних родовищ України мають нестабільний хімічний та зерновий склад. Для виробництва залізобетонних

шпал неприпустимо застосування природного піску без вхідного контролю на підприємствах-виробниках

2. Наявність значного відсотку черепашок у складі піску знижує його реакційну здатність, але в бетонній суміші при взаємодії з вуглекислим газом повітря черепашки утворюють бікарбонат кальцію розчинний у воді, що неприпустимо для попередньо напружених конструкцій.

3. Недотримання норм стандартів щодо зернового складу провокує застосування більшої кількості води затворювання, ніж потрібно, застосування реакційноздатних пісків сприяє прискоренню лужно-кремнієвокислої реакції з утворенням додаткових фаз (продуктів реакції) навколо кожної частки піску, що призведе до руйнування бетону із середини протягом 2...5 років.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДСТУ Б.В. 2.7-76-98 «Пісок для будівельних робіт з відсівів руйнування скальних порід гірничозбагачувальних комбінатів України» [Текст] / К.: Держ. комітет з буд-ва, арх-ри та житл. політики України. – К.: Вид-во стандартів, сор. 1999. – 9 с. – (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи).
2. Штарк, И. Долговечность бетона [Текст] / И. Штарк, Б. Вихт. – К.: Оранта, 2004.

Надійшла до редколегії 14.11.2011.

Прийнята до друку 17.11.2011.

В. В. РЫБКИН, В. В. КОВАЛЕНКО, Ю. Л. ЗАЯЦ, П. А. ПШИНЬКО, В. П. ЛИСНЯК,
Л. А. ЯРЫШКИНА, С. В. ВАСИЛЬЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ

В работе проведен анализ реакционной способности и зернового состава мелких заполнителей для производства железобетонных шпал.

Ключевые слова: железобетонные шпалы, щелочно-кремниевокислая реакция, зерновой состав, песок

V. V. RYBKIN, V. V. KOVALENKO, Yu. L. ZAYATS, P. O. PSHIN'KO, V. P. LISNYAK,
L. O. YARYSHKINA, S. V. VASILYEVA

RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SMALL FILLERS FOR PRODUCTION OF FERRO-CONCRETE SLEEPERS

The paper is dealt with an analysis of the reactivity of small fillers and their grain composition for the production of ferro-concrete sleepers.

Keywords: ferro-concrete sleepers, alkalinity-silicoacid reaction, grain composition, sand