

УДК 658.7.011.1.012.12:658.286.2:629.4

**М.І. СОКУР**, д-р техн. наук

(Україна, Кременчук, Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського),

**В.С. БІЛЕЦЬКИЙ**, д-р техн. наук

(Україна, Харків, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"),

**Д.П. БОЖИК, Ю.В. ШЕВЧУК, І.М. СОКУР**

(Україна, Кременчук, Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського)

### ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ І РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ПРИРОДНОГО БУДІВЕЛЬНОГО КАМЕНЮ

*Актуальність роботи.* Україна займає провідне місце в світі по запасах природного будівельного каменю [1]. Через всю територію України з північного заходу на південний схід пролягає Український кристалічний щит (УКЩ). Ширина його частини, яка безпосередньо виходить на поверхню, складає 200 км, а довжина близько 1000 км. Саме в цій смузі і сконцентровано основні родовища будівельного каменю. Таких великих масивів кристалічних гранітних порід, які виходять майже на поверхню, всього два у світі, в районі УКЩ і в Карелії. Тому природно, що в Україні набула широкого розвитку галузь виробництва будівельних матеріалів із природного будівельного каменю. Значення цієї галузі надзвичайно важливе для країни, так як будівництво є індикатором стану економіки держави. Актуальність проблеми розвитку будівельного комплексу країни підтверджують законодавчі акти "Про регулювання містобудівельної діяльності" від 17.02.2011 р. № 30-3 8-VI [2], та "Про запобігання впливу світової фінансової кризи на розвиток будівельної галузі та типового будівництва" від 25.11.2008 року № 800-IV[3].

Таким чином дослідження стану і розвитку виробництва будівельних матеріалів із природного будівельного каменю є актуальною науково-технічною проблемою.

*Матеріали і результати досліджень.* В даний час Державним балансом запасів будівельного каменю України враховано більше 700 родовищ із загальними запасами понад 9,3 млрд м<sup>3</sup> [4]. При сьогоdnішньому рівні виробництва, забезпеченість України запасами складає близько 280 років.

Із загальної кількості розвіданих родовищ розробляється більше 300 родовищ із загальними запасами 4,6 млрд м<sup>3</sup>, (або 50% розвіданих запасів) категорії А, В, С1. Запаси категорії С2 складають 310,27 млн м<sup>3</sup>. За даними Геологічної служби України, станом на початок 2011 р. запаси будівельного каменю були розміщені на території України нерівномірно з перевагою в областях, що знаходяться на кристалічному щиті:

– у Житомирській області залягає 604,7 млн м<sup>3</sup> запасів (46 родовищ), що становить 13,2% від їх загального обсягу;

– у Кіровоградській – 574 млн м<sup>3</sup> (27 родовищ, 12,6% від загального обсягу

## **Загальні питання технологій збагачення**

розроблюваних запасів);

– у Запорізькій області – 556,8 млн м<sup>3</sup> (14 родовищ, 12,2% від загального обсягу розроблюваних запасів);

– у Полтавській області – 456,8 млн м<sup>3</sup> (11 родовищ, 10% від загального обсягу розроблюваних запасів).

На ці чотири області припадає 48% запасів родовищ, що розробляються, що становить 2,2 млрд м<sup>3</sup>, а роботи з видобутку будівельного каменю ведуться на 98 родовищах (32% від їх загальної кількості). Кількість родовищ будівельного каменю в Україні приведено на рис. 1, а запаси на рис. 2.

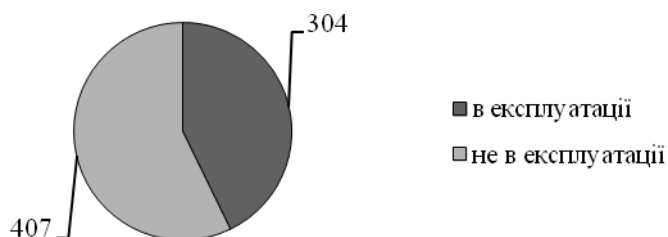


Рис. 1. Кількість родовищ будівельного каменю в Україні (млн м<sup>3</sup>)

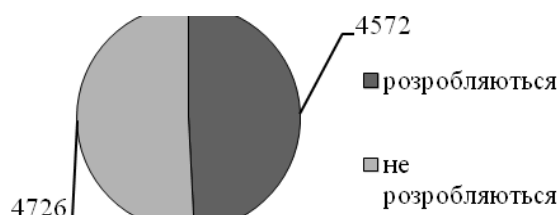


Рис. 2. Запаси будівельного каменю в Україні (млн м<sup>3</sup>)

Середній показник освоєння родовищ в Україні становить 81%. В цілому по областях він коливається в рамках 71-93%, що свідчить про перспективи та можливості подальшої видобутку будівельного каменю на території України. Найбільші за своїми запасами родовища будівельного каменю знаходяться в Донецькій, Житомирській, Запорізькій, Полтавській та інших областях. Найбільшими запасами розроблюваних родовищ є Каранське (граніт), Куксунгурське (гнейс), Горішне Плавнівське (Плагіограніт), Лутугинське (пісковик), Заваллівське (кальцифір) і Бридок Лівобережний (вапняк). У структурі запасів будівельного каменю переважає граніт, запаси якого складають 64,3% (або 2,94 млрд м<sup>3</sup>). Крім того, у структурі запасів присутні плагіограніт – 6,84% (0,31 млрд м<sup>3</sup>), піщаник – 5,4% (0,25 млрд м<sup>3</sup>), гнейс – 5,2% (0,24 млрд м<sup>3</sup>) і вапняк – 3,9% (0,19 млрд м<sup>3</sup>). На інші породи припадає 11% від загальних запасів розроблюваних родовищ в Україні. За даними Державного комітету статистики України,

загальний обсяг виробництва будівельного каменю склав близько 63,1 млн тонн. Динаміка розвитку даного ринку відповідає динаміці розвитку ринку будівельних матеріалів та будівельної галузі в цілому. Стрімкий розвиток ринку нерухомості, а також будівництва доріг, призвів до зростання ринку будівельного каменю у докризовий період (2004-2008 р.) в середньому на 12% рік. Після спаду виробництва каменю в 2009 р. на 33,8%, зростання відновилося у 2010 році – обсяги видобутку збільшилися на 10,3%. Виробництво будівельного каменю має істотну сезонність. Мінімальні періоди виробництва спостерігаються в з 2009-2010 р. в зимовий період більшість заводів простоє, тоді як до кризи заводи працювали і накопичували запаси. Основні обсяги українського виробництва припадають на Житомирську область (26%), які в досліджуваному періоді збільшуються як в абсолютному вираженні, так і у відносному. Іншими великими постачальниками будівельного каменю є Полтавська (12%) та Рівненська області (13%). Концентрація видобутку пов'язана з споживанням і наявністю ресурсів у тих чи інших областях, що обумовлено геологічною структурою України.

Нами виконано аналіз виробництва щебеню і піску в Україні. Одним з найбільш поширених будівельних матеріалів в Україні є щебінь. Він широко застосовується в житловому будівництві, особливо в новітніх сучасних технологіях зведення житлових будинків. Щебінь є незамінним будівельним матеріалом і при спорудженні промислових будівель, так як є обов'язковим основним компонентом в бетонних сумішах. Щебінь є майже єдиним незамінним матеріалом при будівництві і ремонті залізничних доріг. А, враховуючи той факт, що Україна (як і інші країни Європи) має густу мережу залізних шляхів, то споживання щебеню в цій галузі надзвичайно велике.

Загальна технологія виробництва щебеню включає видобуток сировини звичайно із застосуванням буропідричних робіт в кар'єрі, транспортування від кар'єру до бункерів дробильно-сортувальних заводів, дроблення (від двох до чотирьох стадій), декілька стадій грохочення і, при необхідності, видалення надмірної кількості пилоподібних і глинистих частинок, промивку на грохотах або в спец. апаратах, зневоднення і складування [5-7].

Щебінь є незамінним будівельним матеріалом і при будівництві і ремонті автомобільних доріг. Нажаль, стан автомобільних доріг в Україні в більшості напрямків ще незадовільний, тому керівництво держави ставить задачу збільшувати капіталовкладення в цю галузь, що вимагатиме збільшення виробництва щебеню. Таким чином розвиток галузі з виробництва щебеню є надзвичайно важливим і перспективним. Основні виробники щебеню в Україні приведені в таблиці 1.

Аналіз основних виробників щебеню України у 2010 році

Назва підприємства	Область
ТОВ "Клесівський кар'єр нерудних копалин "Технобуд"	Рівненська
ВАТ Полтавський "Гірничо-збагачувальний комбінат"	Полтавська
Публічне Акціонерне Товариство "Малинський каменедробильний завод"	Житомирська
Відкрите Акціонерне Товариство "Коростенський щебзавод"	Житомирська
ЗАТ "Кременчуцьке кар'єроуправління "Кварц"	Полтавська
ВАТ "Тельманівський Кар'єр"	Донецька
ТОВ "Емельяновський Кар'єр"	Житомирська
ВАТ "Пинязевецький кар'єр"	Житомирська
Овруцький щебеневий завод Гомельського міського дорожнього будівельно-ремонтного тресту	Житомирська
ВАТ Рокитнянський спецкар'єр	Київська
Хлистунівське кар'єроуправління Державного підприємства "Управління промислових підприємств державної адміністрації залізничного транспорту України"	Черкаська
Пенізевицьке кар'єроуправління Державного підприємства "Управління промислових підприємств державної адміністрації залізничного транспорту України"	Житомирська
ТОВ "Гніванський гранітний кар'єр"	Вінницька
ТОВ "Віровський кар'єр"	Житомирська
ВАТ Гайворонський Спеціалізований кар'єр	Кіровоградська
ПАТ Новопавлівський гранітний кар'єр	Дніпропетровська
ВАТ "Ушицький комбінат Будівельних матеріалів"	Житомирська
ПАТ Коростенський кар'єр	Житомирська
ТОВ Кар'єр Мокрянської Кам'яний № 3	Запорізька
ТОВ "Любимовський кар'єр"	Дніпропетровська
ТОВ "Селищанський гранітний кар'єр" Кам'яницьке кар'єроуправління ДП "УППДАЗТ України"	Закарпатська
Королівське кар'єроуправління ДП "УПП ДАЗТ України"	Закарпатська
ВАТ Запорізьке кар'єроуправління	Запорізька
ВАТ Овруцький гірничо-збагачувальний комбінат "Кварцит"	Житомирська

За даними Державного комітету статистики України, загальний обсяг виробництва піску складає близько 9,6 млн тонн. Обсяги видобутку піску на ринку України пов'язані з динамікою розвитку будівельної галузі. Бурхливий розвиток ринку нерухомості, а також будівництва доріг, призвели до зростання ринку піску в докризовий період (2004-2008 р.) в середньому на 16,5% рік (рис. 3, 4). У 2009 р. спостерігався значний спад видобутку піску на 49%, що відповідало темпами падіння будівництва. У 2010-2014 роках відбулося подальше зменшення видобутку піску на 18% при збільшенні обсягів його споживання. Ситуація пояснюється наявністю неконтрольованого ринку видобутку піску виробниками, для яких цей матеріал є елементом у процесі виробництва того чи іншого будівельного матеріалу. У кризовий період дана тенденція посилюється. Нелегальний ринок видобутку піску складає більше 25%.

В Україні видобувають річковий пісок, будівельний пісок, який здобутий з русла річок, що відрізняється високим ступенем очищення і відсутністю сто-

ронніх включень, глинистих домішок і дрібних каменів. Кар'єрний митий пісок – пісок, видобутий в кар'єрі шляхом промивання великою кількістю води, в результаті чого з нього вимивається глина і пилоподібні частки. Кар'єрний сіяний пісок – пісок видобутий в кар'єрі просіяний пісок, очищений від каменів і великих фракцій. Кар'єрний сіяний пісок широко застосовується при виробництві розчину для кладки, штукатурних і фундаментних робіт. А також в приготуванні асфальтобетонних сумішей.

Згідно ГОСТ 8736-2014 будівельний пісок – це неорганічний сипучий матеріал з крупністю зерен до 5 мм, що утворився в результаті природного руйнування скельних гірських порід і отримується при розробці піщаних і піщано-гравійних родовищ без використання або з використанням спеціального збагачувального обладнання.

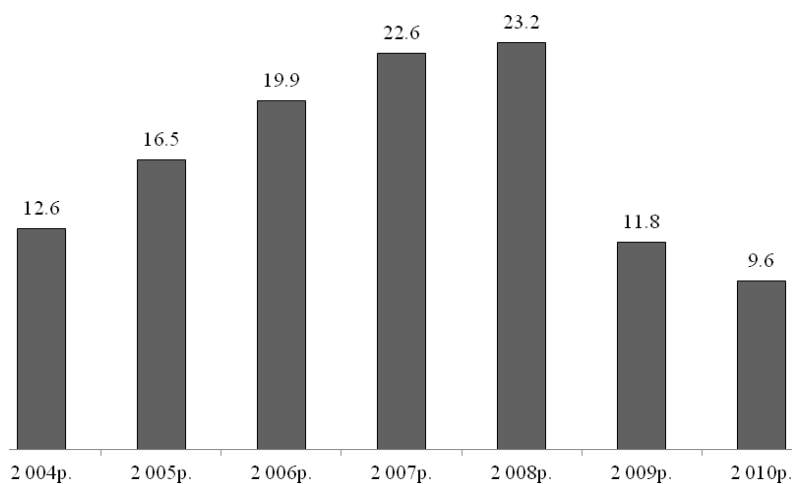


Рис. 3. Динаміка виробництва піску в Україні

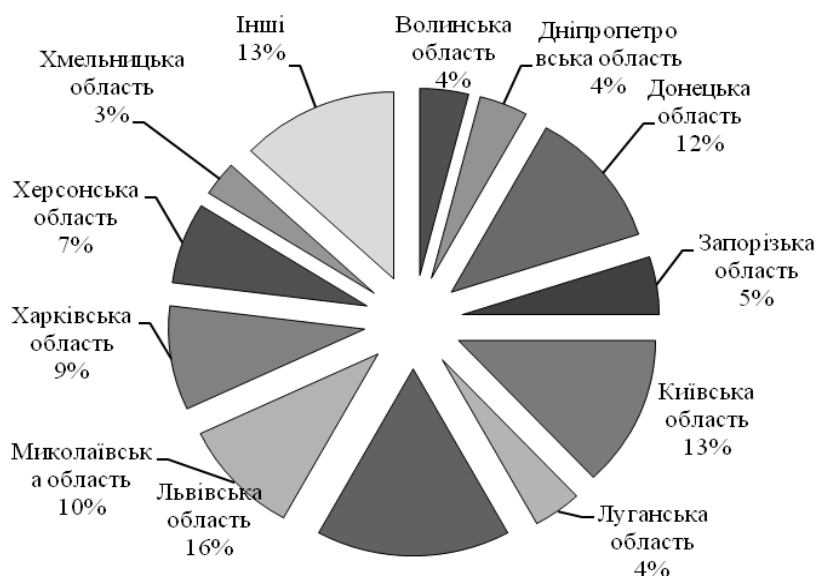


Рис. 4. Регіональна структура виробництва піску в Україні, млн т

## **Загальні питання технологій збагачення**

Видобуток піску має істотну сезонність: найбільший обсяг видобутку спостерігаються в у весняно-літній період, коли виконується основний обсяг будівельних робіт. Основні обсяги видобутку піску в Україні (рис. 4) припадають на Львівську (16%), Донецьку (12% – на 2014 р.) і Миколаївську області (10%), де процес здійснюється кар'єрним способом, м. Київ (13%) і Запорізьку області (5%), де пісок намивається з р. Дніпро і основними виробниками є річкові порти, а також Херсонська область (7%), де основним виробником є морський порт. Основні виробники піску в Україні наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Основні області видобутку піску і його виробники в Україні

Область	Підприємство-виробник
Львівська	Приватна агрофірма "Дністер"
Донецька	ВАТ "Тельманівський кар'єр"
Харківська	ВАТ "Харківське кар'єроуправління" Харківської області
Харківська	ТОВ Виробничо-комерційна фірма "Старк" Харківської області
Київ	ВАТ "Київський річковий порт"
Дніпропетровська	ТОВ з іноземними інвестиціями "Кольорові метали"
Запорізька	Дочірнє підприємство "Запорізький річковий порт" АСК "Укррічфлот"
Дніпропетровська	Філія "Вільногірський гірничо-металургійний комбінат" ЗАТ "Кримський титан"
Харківська	ЗАТ "Новоселівський гірничо-збагачувальний комбінат"
Миколаївська	ВАТ "Микитівський гранітний кар'єр"
Чернігівська	ТОВ "Папернянський кар'єр скляних пісків"
Херсонська	ТОВ "Георесурси"
Київ	ВАТ "Київпорядкомплект"
Луганська	КП "Лисичанський завод залізобетонних виробів"
Миколаївська	ВАТ "Зелений гай"
Миколаївська	ЗАТ "АКЗ"
Дніпропетровська	Приватне підприємство "Аверс Центр"
Херсонська	Державне підприємство "Херсонський морський торговельний порт"
Харківська	Приватне підприємство "Будтехнологія-Н", м. Харків
Волинська	Радошинське кар'єроуправління (Укрзалізниця)
Запорізька	ВАТ "Оріхівський кар'єр формувальних матеріалів"
Львівська	ТОВ "Тригал"
Дніпропетровська	ТОВ "Об'єднання Новомиколаївський кар'єр"
Полтавська	ЗАТ "Кременчуцьке кар'єроуправління "Кварц "
Донецька	ТОВ "Кварц"
Херсонська	ДП "Херсонський облавтодор" ВАТ ДАК "Автомобільні дороги України"
АР Крим	Промисловий підрозділ "Схід"
Миколаївська	ПрАТ "Нікстром"
Одеська	ВАТ "Агробуд"
Харківська	ТОВ "Завод залізобетонних конструкцій"
Хмельницька	КП "Славутський піщаний кар'єр"
Полтавська	ДП "Полтавський облавтодор" ВАТ ДАК "Автомобільні дороги України"
Донецька	ДП ЗАТ "Трест Донбастрасбуд" "Краснолиманський піщаний кар'єр"

Досліджено також збут будівельного каменю і піску на експорт, за даними митної служби України, експорт будівельного каменю з України склав 14,85 млн т, або майже 24% від загального обсягу виробництва. Хоча ще в 2004 році частка експорту у виробництві становила всього 10%. У 1990-2000-х роках стрімке зростання експорту в першу чергу було пов'язано зі збільшенням поставок української продукції до Росії після придбання російськими компаніями низки великих виробників будівельного каменю в Україні. Експорт в Російську Федерацію досяг тоді понад 82% його загального обсягу. Дана тенденція зберігалася протягом 7 років (до 2014 р.). Високий попит на український будівельний камінь в Росії був пов'язаний з розвитком будівельного ринку, а також зростаючими обсягами дорожнього будівництва в європейській частині країни, підготовкою до Сочинської олімпіади.

В даний час регіональна структура українського експорту будівельних каменів зазнала змін. Протягом всього аналізованого періоду часу основним постачальником будівельних каменів є Житомирська область, на частку якої припадає 40% експорту (зросла з 31%). Також зріс обсяг поставок з Рівненської області (з 4,3 до 15,4%) на тлі скорочення поставок будівельних каменів з Полтавської (з 19,6 до 12,9%) та Донецької (з 12,9 до 6%). Структура експорту будівельного каменю наведена на графіку і діаграмі (рис. 5, 6)

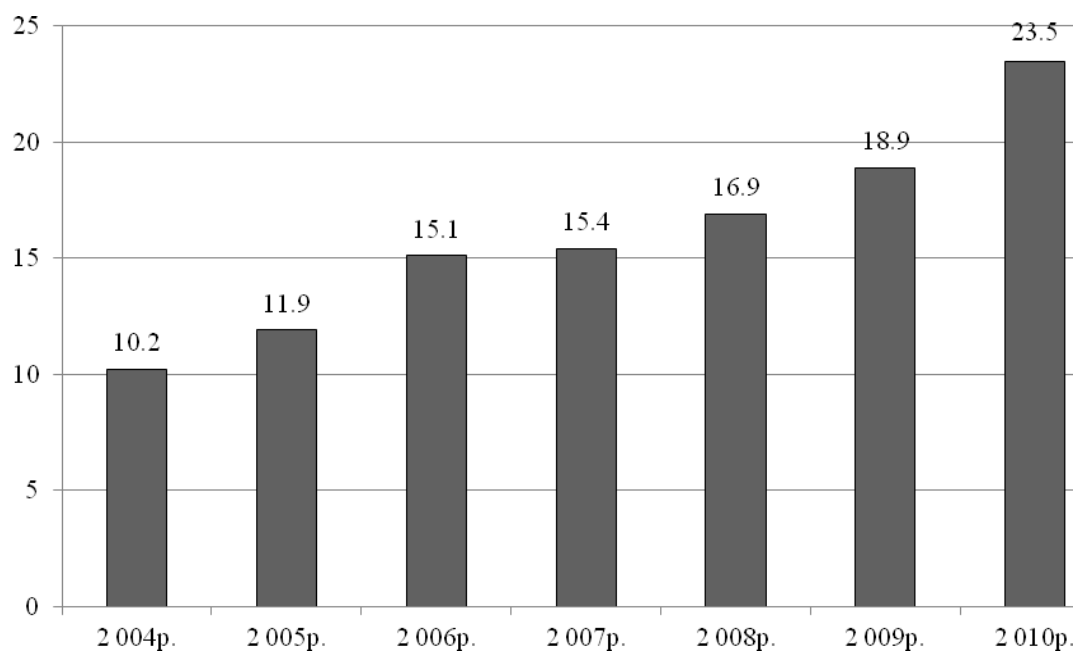


Рис. 5. Частка експорту будівельного каменю в загальному об'ємі виробництва, %

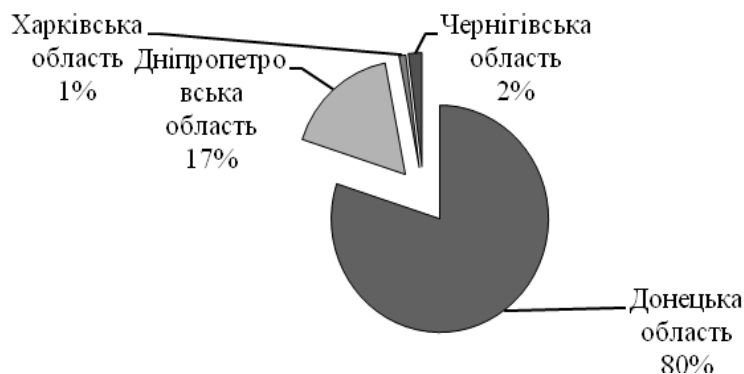


Рис. 6. Регіональна структура експорту будівельного каменю з України в Російську Федерацію в 2010 році

За даними Митної служби України, експорт піску з України склав 0,63 млн т, що складає всього 6,5% від загального обсягу видобутку піску. Частка експорту піску в загальному видобутку протягом останніх п'яти років постійно збільшувалася з 1,8% у 2006 році до вказаного значення. Також майже в 2 рази збільшився і абсолютний обсяг експорту піску, але в цілому це незначний показник. Тобто майже весь видобутий пісок споживається всередині країни (рис. 7).

Протягом всього аналізованого періоду часу основними постачальниками піску на експорт були Харківська (59%), Дніпропетровська (25%) та Чернігівська (11%) області.

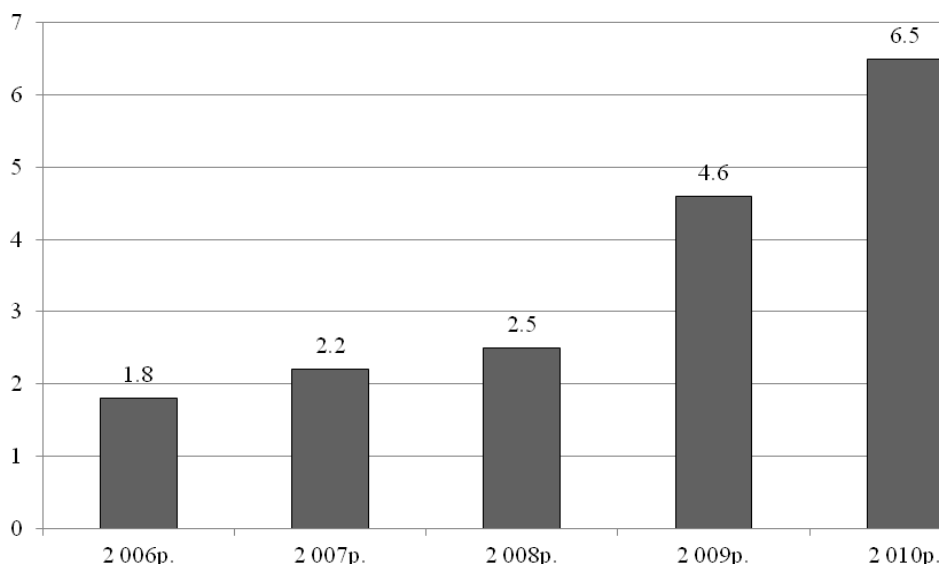


Рис. 7. Частка експорту піску у загальному об'ємі виробництва

Було досліджено також внутрішнє споживання будівельного каменю і піску в житловому будівництві. Внутрішнє споживання будівельного каменю в Україні у 2000-і роки збільшувалося на 10% у середньому за рік. Загалом за цей



період обсяги споживання зросли від 49 до 71,8 млн тонн. Водночас, внутрішнє споживання супроводжувалося постійним підвищенням цін, якому сприяли сезонний дефіцит і значне збільшення експорту будівельного каменю з України. Головними споживаючими регіонами будівельного каменю у зазначений період був Київ і Київська область, Дніпропетровський і Донецький регіони, де найбільш інтенсивно розвивався будівельний ринок, а також будувалися об'єкти в рамках підготовки до Євро-2012. Оцінка галузевої структури споживання будівельного каменю в Україні проводилася на основі аналізу даних статистики внутрішніх перевезень і обсягів споживання щебеню, гравію і гальки в житловому та цивільному будівництві, будівництві авто і залізничних доріг, будівництві мостів та інших інфраструктурних об'єктів. В оцінці структури споживання також використовувалися норми споживання щебеню, гравію і гальки у виробництві будівельних матеріалів. Основний обсяг споживання будівельного каменю займають підприємства будівельної галузі – 48,3%, при цьому понад 21,2% будівельного каменю (щебеню та гравію) було відвантажено виробникам збірного залізобетону, а для виробництва товарного бетону – 27,1%. Друге місце за обсягами споживання будівельного каменю припадає на будівництво, ремонт та експлуатацію доріг 35,6%, у тому числі на будівництво та ремонт автомобільних доріг – 4,9%, залізниць – 28,3%, будівництво мостів і тунелів – 2,4%. Внутрішнє споживання піску в Україні протягом 2004-2008 р. збільшувалося на 15,7% в середньому за рік, з 12 млн тонн у 2004 р. до 22,6 млн тонн.

Видобуток піску в Україні здійснюється двома способами: кар'єрним і наливним. Можливості видобутку обмежуються наявністю ліцензії, техніки та кліматичними умовами.

Головними споживаючими регіонами піску в зазначений період, як і будівельного каменю, були Київ і Київська область, а також Дніпропетровський і Донецький регіони, де найбільш інтенсивно розвивається будівельний ринок. Оцінка галузевої структури споживання піску в Україні проводилася на основі аналізу даних статистики внутрішніх перевезень і обсягів споживання піску в житловому та цивільному будівництві, будівництві авто і залізничних доріг, будівництві інфраструктурних об'єктів. В оцінці структури споживання також використовувалися норми споживання піску у виробництві будівельних матеріалів. Основний обсяг споживання піску приходить на підприємства будівельної галузі. При цьому понад 25,6% піску було відвантажено виробникам збірного залізобетону, а для виробництва товарного бетону – 38,3%. Друге місце за обсягами споживання піску займає будівництво, ремонт та експлуатація доріг – автомобільних, залізничних, мостів і тунелів (22,2%). Залишок розподіляється між виробниками сухих будівельних сумішей і обробних матеріалів (приготування сухих сумішей) – 7,9% і піском, який використовується на благоустрій, – 6%.

### Список літератури

1. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. – Д.: Східний видавничий дім, 2004-2013.

## **Загальні питання технологій збагачення**

2. Закон України. Про регулювання містобудівної діяльності. Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2011. – № 34. – 343 с.

3. Закон України. Про запобігання впливу світової фінансової кризи на розвиток будівельної галузі та житлового будівництва. Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2009. – №19. – 257 с.

4. Державний баланс запасів корисних копалин. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://geoinf.kiev.ua/derzhavnyy-oblik-rodovyshch-ta-zapasiv-korysnykh-kopalyn/derzhavnyy-balans-zapasiv-korysnykh-kopalyn/>

5. Романович А.А. К вопросу повышения эффективности в работе оборудования для измельчения материалов // Строительные материалы. – 2005. – №5. – С.63-65.

6. N. Sokur, V. Biletskyy, L. Sokur, D. Bozyk, I. Sokur. Investigation of the process of crushing solid materials in the centrifugal disintegrators // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. – 3/7 ( 81 ). – P. 34-40.

7. Божик Д.П., Сокур М.І., Білецький В.С. Експериментальні дослідження виробництва будівельних матеріалів із застосуванням відцентрово-ударної дробарки. // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2017. – Вип. 66(107).

© Сокур М.І., Білецький В.С., Божик Д.П., Шевчук Ю.В., Сокур І.М., 2017

*Надійшла до редколегії 20.10.2017 р.*

*Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*

УДК 622.7

**В.С. БІЛЕЦЬКИЙ**, д-р техн. наук

(Україна, Харків, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"),

**Ю.С. МІЩУК**

(Україна, ТОВ НТП "Бурова техніка"),

**О.О. ЖИЛЕНКОВ**

(Україна, Полтава, Полтавський національний технічний університет)

### **ДОСЛІДЖЕННЯ І МОДЕРНІЗАЦІЯ МІШАЛОК ДЛЯ ПУЛЬП ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА SOLIDWORKS**

*Постановка проблеми.* Основна вимога до мішалок системи циркуляції бурового розчину – якісна гомогенізація пульпи, відсутність осадження твердої фази. У випадку утворення осаду він зашламовує робочий простір мішалки і порушує технологічний процес. Шламові осади бурового розчину ліквідують розмивом гідромоніторами або вручну [1, 2].

Для забезпечення стабільної і якісної гомогенізації пульпи бурового розчину необхідно, щоб швидкість його потоків по всьому робочому простору мішалки була більшою за седиментаційну швидкість осадження матеріалу. Для вирішення цієї задачі може бути застосовано модуль Flow Simulation програмного середовища SolidWorks, що дає можливість моделювання процесів ламінарного та турбулентного протікання рідин [3, 4].