

**В.В. Онопрієнко, аспір.**  
**П.В. Захарченко, к.т.н., проф.**  
*Київський національний університет будівництва і архітектури*

## **ВПЛИВ КРЕМНЕЗЕМИСТОГО КОМПОНЕНТУ НА ФОРМУВАННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИЛІКАТНОЇ ЦЕГЛИ**

*Досліджуються кремнеземисті матеріали на базі піщаних кар'єрів Житомирської області з метою отримання кінцевого будівельного продукту (цегли силікатної) з високими міцнісними характеристиками та низькою собівартістю. За базові показники бралися попередні дослідження на предмет використання пісків Иршанського гірничо-збагачувального комбінату в промисловості будівельних матеріалів, що були проведені комплексною геологічною експедицією Українського Науково-дослідного і проектно-конструкторського інституту будівельних матеріалів та виробів (м. Київ) та «Укргеобуд». Перевірку технологічного процесу виробництва силікатної цегли з піском та кремнеземистими добавками проводили у заводських умовах з використанням усього технологічного обладнання на базі ПАТ «Житомирського комбінату силікатних виробів». У ході проведення досліджень була доведена можливість використання кремнеземистих матеріалів (відходів Иршанського ГЗК) для виробництва цегли силікатної М 150-180 (міцність зразків, виготовлених з пісків-відходів Иршанського ГЗК, складала 15,3-18,0 МПа), що суттєво може зменшити собівартість силікатної цегли та підвищити її попит.*

**Ключові слова:** *кремнеземисті матеріали; піщані кар'єри; силікатна цегла; собівартість.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями.** Останнім часом все більше уваги приділяється виготовленню будівельних матеріалів з новими властивостями або традиційними характеристиками при суттєвому зменшенні собівартості продукції. Це пов'язано, в першу чергу, зі значним зростанням вартості сировини, енергоносіїв, збільшенням податкового навантаження на підприємства видобувної галузі. Також суттєву роль для мотивації пошуків шляхів здешевлення вартості будівельних матеріалів відіграють урядові програми «Соціальне житло» та «Доступне житло».

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Споживчі властивості будівельних матеріалів неодноразово досліджувалися у роботах О.М. Збожної [4], Г.М. Дубровської [7], А.П. Ткаченка [7], В.П. Вороніна [2] та ін., але поліпшення споживчих властивостей силікатної цегли за рахунок якісно іншого підбору кремнеземистого компоненту досліджено недостатньо.

Відомо, що будь-який технологічний процес починається з вибору та підготовки вихідної сировини. Технологія виробництва силікатної цегли має певні етапи, які ми розглянемо на прикладі підготовки силікатної суміші на базі ПАТ «Житомирський комбінат силікатних виробів».

Пісок після видобутку у кар'єрі доставляють на комбінат, де він проходить очищення від домішок глини та органічних речовин завдяки використанню сита бурата. В подальшому застосовується схема з централізованої підготовки силікатної суміші з роздачею її по бункерах. Ця схема найбільше відповідає проектній потужності підприємства. Для дозування сипких компонентів силікатної суміші використовуються вагові дозатори зі стрічковим конвеєром, що забезпечують точність дозування до  $\pm 1$  %. Первинне змішування в'язучого з піском здійснюють в тихохідних двохвалових змішувачах СМС 95. Для поліпшення якості суміші воду в них подають через розпилювачі. Гасіння вапна у суміші з піском відбувається в апаратах періодичної дії. На більш сучасних підприємствах гасіння вапна у суміші з піском здійснюють у силосах-реакторах безперервної дії. При цьому поєднують два технологічних процеси – гасіння тонкомеленого вапна і усереднення (гомогенізація) силікатної суміші. Крім того, силос відіграє роль буферної ємності, що забезпечує надійне безперервне постачання пресів сумішшю. У реакторі гашена суміш опускається через кільцеву щілину між розвантажувальною лійкою та конусом на нерухоме днище, з якого вона згрібається серповидним ножем в отвір по центру днища. Проте в виробництві можуть зустрічатися й інші конструкції. Так НДПІ

«Сілікатобетон» (м. Таллін) [1] розробив подібний реактор, що відрізняється конструктивним оформленням завантажувального вузла і наявністю двох серповидних ножів. ВНДІ будівельних матеріалів і конструкцій ім. П.П. Буднікова (ВНИИСТРОМ) (м. Москва) розробив конструкцію силосу-реактора, в якому робочим органом розвантажувача служать вібруючі багатопверхові решітки, розташовані всередині конуса реактора.

Для розтирання грудочок вапна, глини та подальшого усереднення суміші застосовують змішувальні дезінтегратори, лопатеві двухвальні змішувачі зі звичайною і підвищеною швидкістю обертання, протиточні стрижневі змішувачі, бігуни, стрижневі млини, валкові змішувачі-розтирачі. Останнім часом найбільшого розповсюдження набули стрижневі змішувачі, які використовуються і на ПАТ «Житомирський комбінат силікатних виробів». Змішування і розтирання компонентів суміші відбувається в обертвовому барабані, що містить калібровані металеві стрижні, каскадний рух яких і обертання навколо своєї осі забезпечують необхідний ефект. Барабан змішувача може бути розташований горизонтально або під кутом до 10°. Залежно від наявності в суміші глинистих та інших включень і їх твердості питома продуктивність стержневих змішувачів коливається від 8 до 14 т/м<sup>3</sup>-год.

Однією з важливих операцій у процесі виробництва силікатної цегли є її формування. На міцність сирцю основний вплив чинять тиск і час пресування, вміст та склад формуємої суміші тонкодисперсних часток, сумарна питома поверхня суміші, її вологість тощо. Зі збільшенням тиску пресування міцність сирцю підвищується на 35–40 %. Тривалість пресування позитивно позначається на міцності сирцю при малих питомих тисках пресування. У міру збільшення зусилля до 30–40 МПа сирець, сформований з різною швидкістю, має більшу міцність. Введення до складу силікатної суміші тонкодисперсних часток у вигляді тонкомеленого вапняно-піщаного в'язучого з питомою поверхнею 5000–6000 см<sup>2</sup>/г збільшує міцність сирцю від 0,2 до 0,6 МПа. Формувальна вологість силікатної суміші складає 4–8 %, причому її збільшують пропорційно її питомій поверхні й утримують в межах 5–6 %. Саме тому для силікатної цегли, склад якої на 90 % представлений кремнеземистим компонентом, вплив останнього на технологію виробництва та властивості матеріалу є одним з головних чинників. Виходячи з вимог сьогодення, безумовно, здешевлення одного з основних компонентів у виробництві силікатної цегли буде відігравати суттєву роль на зменшення собівартості продукції.

**Постановка завдання.** Враховуючи зазначене вище, метою даної роботи є оцінка придатності кремнеземистої сировини Житомирської області для виробництва силікатної цегли, в першу чергу – придатність пісків відвальних порід.

**Викладення основного матеріалу.** Разом із фахівцями Київського національного університету будівництва та архітектури ми оцінювали активність взаємодії піску з вапном в умовах гідротермальної обробки та здійснювали контроль отриманих результатів за міцнісними характеристиками цегли. Якісні показники кремнеземистого компоненту вивчали за стандартними методиками [4] з урахуванням європейського досвіду [5].

Відповідно до поставленої мети об'єктом дослідження була визначена кремнеземиста сировина родовищ будівельного піску, що зареєстровані в Житомирській області (табл. 1.) [3].

У межах області нараховується значна кількість розвіданих родовищ будівельних пісків як тих, що знаходяться на балансі державних запасів, так і тих, що не враховані балансом. До кадастру кремнеземистої сировини включені родовища, які знаходяться на балансі державних запасів. Необхідно зазначити, що більша кількість родовищ розвідана до 1960 року і їх оцінка виконувалася згідно з діючими на той час вимогами та стандартами. Крім того, на сьогодні деякі родовища або їх частина забудовані, зайняті лісопосадками, зрошуваними землями і т.ін., запаси яких не можуть бути повністю використаними. Відповідно об'єм реальних запасів, що представляють інтерес для розробки, значно менший розвіданих запасів. Тому для встановлення реальних запасів необхідна повторна ревізія розвіданих родовищ.

Встановлено, що з 20 розвіданих родовищ будівельного піску, балансові запаси якого за категоріями А+В+С, складають біля 64 млн. м<sup>3</sup>, перспективними для розробки (крім Тарасівського родовища, яке експлуатується ПАТ «Житомирський комбінат силікатних виробів») є Озерянське та Царівське, а також піски Іршанського ГЗК. Останній знаходиться в пгт. Іршанськ Володар-Волинського району Житомирської області.

## Перелік родовищ піску в Житомирській області

Таблиця 1

Назва і місцезнаходження родовища	Коротка геологічна характеристика та область використання у народному господарстві	Якісна характеристика пісків Мк-модуль крупності Фр>0,63 вміст частинок менше 0,16 мм,% Фр<0,16-вміст частинок менше 0,16 мм,% ГЛ-вміст пилюватих і глинистих частинок	Запаси, які числяться на балансі УТГІ на 01.01.1989 р. за категоріями, тис. м <sup>3</sup>		Організація, яка затвердила запаси, № протоколу, дата затвердження	Ступінь освоєння В-видобутку за 1989 р., тис. м <sup>3</sup>	Відомча приналежність родовища та прогнозна оцінка з родовища
			A+B +C1	C2			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1. Слобідське</b> , 5 км на пн. від м. Житомир у с. Слобода-Селець, з надзапальної тераси р. Тетерів, Житомирського р-ну	Піски алювіальні, верхнечетвертинні, різно-зернисті, переважно середньо-зернисті. Покривна порода: ґрунт. Заповнювачі для бетону	Мк-1,4-2,0 Фр>0,63-не визнач. Фр<0,15-7,8 Гл-0,7-8,0	C1 3005		Розвідано експедицією «Укргеолбудом» Т.С. 165, 1967 р.	Законсервовано	Мінбуд УРСР. Дрібне, районного значення.
<b>2. Смолянське</b> , сх. околиця м. Житомира, лівобережна надзапальна тераса р. Тетерів Житомирського р-ну	Теж саме та силікатні вироби	Мк-1,8-2,9 Фр>0,63-15,5-47,7 Фр<0,15-1,5-10,8 Гл-0,2-5,8	1609		Розвідано експедицією «Укргеолбудом» ТКЗ 0620, 1960 р., НТС – 726, 1984 р.	Частково розробляється В-286	МПБМ УРСР. Дрібне, Районного значення. Землі орні. Перспективно.
<b>3. Журанівське</b> , 6 км на пн.-сх. від з.д. ст. Омелянівка у с. Жуканівка, Коростенський р-н.	Піски алювіальні верхнечетвертинні, кварцеві, різнозернисті з домішками гравію. Заповнювачі для бетону	Мк-1,2-3,2 Фр>0,63-45,0 Фр<0,15-15 Фр>5-10,0 Гл-3,9	1402		Розвідано геологічною експедицією тр. «Київгеологія», ТКЗ-3042, 1981 р.	Не планується до освоєння	Мінвод ГОСП УРСР ПГЕ «Севукргеологія». Дрібне, районного значення. Землі орні

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>4. Ушомирське,</b> 15 км на пд.-зх. від м. Коростеня, 200 м від с. Ушомир, Коростенький р-н.	Піски водно-льодовикові, середньочетвертинні, світло-сірі, кварцеві, дрібнозернисті. Покривні породи: ґрунт, піски пілуваті. Заповнювачі для бетону	Гравій-1,9–2,9 Мк-1,0–3,5 Ф <sub>p</sub> >0,63–40,9–79,3 Ф <sub>p</sub> <0,14–3,2–9,2 Гл-0,9–9,6	1436	1228	Розвідана, тр. «Київгеолексп» ТКЗ-2209, 1963 р.	Не розробляється	Мінбуд УРСР. Дрібне, районного значення. Землі орні
<b>5. Смолівське,</b> 8 км на пд. від м. Коростишев, до пд. і пн.-зх. від с. Смолівка, прав. берег р. Івянка, Коростишівський р-н.	Піски підморені, льодовикові, водно-льодовикові, світло-сірі, переважно середньозерни-сті, у нижній частині грубо-зернисті з гравієм і галькою. Покривні породи: ґрунт, суглинки, піски глинисті. Заповнювачі для бетону	Гравій до 5% Мк-2,0–3,1 Ф <sub>p</sub> >0,63–15,0–28,0 Ф <sub>p</sub> <0,15–1,3–14,4 Гл-до 1,8	16437		Розвідано «Укргеолнерудтрестом» ВКЗ 3696, – 1954 р. Дорозвідано експ. «Укргеолбудом» УТКЗ № 4589, 1986 р.	Розробляється ТОВ «НВО-Житомирпромбуд» та приватними компаніями	Мінбуд УРСР. Велике, обласного значення
<b>6. Царівське,</b> Коростишевський р-н., 0,1 км на сх. від с. Царівка	Піски підморені, льодовикові, водно-льодовикові, світло-сірі, переважно середньозернисті, в нижній частині-грубозернисті з гравієм і галькою. Покривні породи: ґрунт, суглинки, піски глинисті. Заповнювачі для будівельних розчинів і бетонів	Немає даних	2705		Розвідано. ТКЗ 4628, 1987 р.	Резервні	Держагропром УРСР. Дрібне

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>7. Новоград-Волинський</b> , пд.-сх. околиці с. Вербовки, Новоград-Волинського р-ну	Піски алювіальні, верхньочетвертінні, кварцеві, переважно дрібнозернисті, з гравієм і уламками кристалічних порід. Покривні породи: ґрунт. Силікатні вироби	Мк-1,5-2,0 Фр>0,63-10,0-30,0 Фр<0,14-24,0 Гл-до 4,5	2448		Розвідано. «Укргеобудм» ТКЗ 26, 1969 р.	Резервні	МПБМ УРСР. Дрібне, районного значення. Землі орні
<b>8. Дідовіцьке</b> , 5 км на пд. від з.д. ст. Ігнатпіль, 2 км на пн. від с. Дідковичі, Овручський р-н	Піски водно-льодовикові, середньочетвертинні, кварцеві, крупно-зернисті, гравелісті. Покривні породи: ґрунт. Заповнювачі для будівельних розчинів, баласт	Гравій-0,2-2,4 Мк-1,4-3,0 Фр>0,63-19,3 Фр<0,15-8,5-12,5 Гл-до 1,4-2,4	24286		Розвідано інст. «Теплотрансшлях» ТКЗ-158, 1957 р. Дорозвідано в 1978 р. ТКЗ-3911	Розробляється службою шляхів ПЗЗ як баласт, буд. пісок не розробляється В-403	Мінтрансбуд СРСР . Велике, обласного значення. Землі заболочені. Держлісфонду
<b>9. Гошівське</b> , 4 км на пн. від с. Гошів, Овручський р-н	Піски водно-льодовикові, які зазнали еолового впливу, середньочетвертинні, кварцеві, дрібно- і середньо-зернисті. Покривні породи: ґрунт. Силікатні вироби	Мк-1,2-1,6 Фр>0,63-1,2-13,5 Фр<0,14-1,9-16,7 Гл-до 0,2-1,8	7437		Розвідано геолекспедицією Міжколгосппроекту ТКЗ 2801, 1969 р.	Розробляється В-72	Держагропром УРСР. Дрібне, районного значення. Землі держлісфонду
<b>10. Ігнатпільське</b> ділянки 4.6. 3-3,5 км/ на пд.-сх. від з.д. ст. Ігнатпіль, Овручський р-н	Піски водно-льодовикові, середньочетвертинні, кварцеві, переважно дрібнозернисті. Покривні породи: ґрунт, суглинки, піски глинисті Заповнювачі для будівельних розчинів, баласт	Гравій- до 3,2 Мк-1,4-2,6 Фр>0,14-3,8 Гл- 1,0-4,1	5102		Розвідано інститутом Діпротранскар'єр, ТКЗ 3872, 1978 р.	Розробляється В-327	МШС РСР. Теж саме

До складу Іршанського комбінату входять три кар'єри та три збагачувальні фабрики. Піски, що розроблюються у кар'єрі № 1, направляють на збагачувальну фабрику № 1 первинного збагачення, відходи якої разом з розкривними породами укладаються у відпрацьований простір кар'єру. Кар'єр № 2 розроблює піски драгами, відходи яких також укладаються у відпрацьований простір кар'єру. У зв'язку з цим відходи збагачення кар'єрів № 1 і № 2 практичного інтересу не представляють. У кар'єрі № 3 розробка пісків здійснюється екскаваторним способом, після чого їх транспортують на збагачувальну фабрику № 3. На фабриках із пісків у процесі виділення ільменітової руди відділяються частки каоліну і піску. Ці частки спрямовуються за роздільними трубопроводами в окремі сховища для відходів. На цей час у сховищі накопичено більше 20 тис. тон піску, однак за даними комбінату в кварцових відходах міститься достатньо велика кількість рудної складової, внаслідок чого використання їх без попереднього додаткового збагачення є нерациональним. Для підвищення комплексного використання пісків інститутом НДІБМВ та комплексною геологічною експедицією «Укргеобуд» були проведені попередні дослідження на предмет використання пісків Іршанського ГЗК в промисловості будівельних матеріалів.

Зернисті відходи Іршанського ГЗК представлені відвальним продуктом концентраційних столів або гвинтових сепараторів та мають такий склад: кварц з домішкою напівзруйнованих зерен польового шпату, гідроксидів заліза, ільменіту та лейкоксена. Модуль крупності (Мкр) дорівнює 1,5–2,0, хімічний склад відображений у таблиці 2. Головним фактором придатності пісків для виробництва силікатної цегли був визначений вміст кремнезему (> 80 %) та його мінералогічний склад.

Таблиця 2

Хімічний склад піску Іршанського ГДК

Найменування	SiO <sub>2</sub>	AlO <sub>3</sub>	FeO <sub>3</sub>	CaO	MgO+K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	інше
Вміст, у %	80-98	0,1–2,0	1,0-2,0	1,14	0,2–1,5	0,019	0,4-2,2	0,14

Нижче, для порівняння, представлено хімічний та зерновий склад піску Тарасівського родовища (табл. 3, 4):

Таблиця 3

Хімічний склад піску Тарасівського родовища

Найменування	SiO <sub>2</sub>	AlO <sub>3</sub>	FeO <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	інше
Намивний пісок	95,8	1,35	0,83	1,14	0,16	0,029	0,25	0,19	0,05	0,2

Таблиця 4

Зерновий склад піску

Розмір сит, Мкр	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16
Залишки на ситах	2,5	5,0	7,0	17,5	49,5	96,0

Під час дослідження у лабораторних умовах проби кварцового піску висушували до постійної маси при температурі 105 °С з послідовним розсівом на ситах. Кремнеземисті матеріали (відходи Іршанського ГЗК) вводили до складу вапняно-піщаного в'язучого при частковій або повній заміні кварцового піску, а також застосовували як заповнювач замість піску у складі сировинної суміші.

Сировинні компоненти розмелювали в лабораторному кульовому млині до тонини помелу, що відповідає виробничому складу вапняно-піщаного в'язучого (ВПВ). Після видалення з ВПВ гідроксиду вапна було встановлено, що після помелу піску найбільші зміни відбулися з залишками на ситах 0,63 та 0,16, де вони зменшилися на 9 % та майже 50 % відповідно.

В лабораторних умовах проби кварцового піску висушували до постійної маси при температурі 105 °С і піддавали розсіву на ситах. Кремнеземисті матеріали (відходи Іршанського ГЗК) вводили до складу вапняно-піщаного в'язучого при частковій або повній заміні кварцового піску, а також застосовували як заповнювач замість піску у складі сировинної суміші.

Зразки піддавали тепловологісній обробці у лабораторному автоклаві за режимом 3+5+3 години при тиску 1,0 МПа, після висушування до постійної маси при температурі 105 °С визначали межу міцності при стиску та густину зразків після автоклавування.

Перевірку технологічного процесу виробництва силікатної цегли з піском та кремнеземистими добавками проводили у заводських умовах з використанням усього технологічного обладнання.

Пресовані зразки готували за традиційною технологією: після змішування вапняно-піщаного в'язучого та піску суміш зволожували, витримували протягом 2–3 годин (для гасіння вапна) та формували зразки – циліндри з такими характеристиками:

1. діаметр зразка – 30,1 мм,
2. висота зразка – 30 мм,
3. питоме зусилля при пресуванні - 20 МПа,
4. активність суміші – 6,5–8,5 % СаО.

Для досліджень використовували вапно виробництва ПАТ «Житомирський комбінат силікатних виробів» (активністю (> 74 %)).

Загальновідомо, що введення піску у млин під час помелу вапна запобігає налипанню останнього на кулі і збільшує його розмелюваність при майже незмінному зерновому складу піску, проте в технології виробництва силікатної цегли здійснювання тонкого помелу піску і не передбачається.

Аналіз виробництва ПАТ «Житомирський комбінат силікатних виробів» за 2013–2015 рр. показує, що переавантаження млинів новими мелючими кулями несуттєво впливає на розмелюваність кремнеземистого компонента: зменшуються залишки на ситах 1,25 та 2,5, в той же час залишки на ситах 0,63 та 0,16 залишаються стабільними – 9,8–10,1 % та 50,1–55,3 % відповідно. Міцність силікатної цегли при цьому знаходилась стабільно в межах 20,0ч23,0 Мпа. Аналогічні показники отримані під час проведення досліджень у лабораторії кафедри товарознавства та комерційної діяльності КНУБА. Міцність досліджуваних зразків заводського складу була в межах 21,0ч23,0 МПа.

**Висновки і перспективи подальших розвідок.** Дослідження пісків-відходів Іршанського ГЗК показали, що вони гірше розмелюються. Було встановлено, що за однаковий час помелу у лабораторному млині залишок на ситі 0,63 на 15 % більший від заводського, а на ситі 0,16 – на 32 %. Міцність зразків виготовлених з пісків-відходів Іршанського ГЗК складала 15,3–18,0 МПа. Під час дослідження колір зразків коливався від світло-сірого до сірого.

Таким чином, у результаті проведених науково-практичних розвідок була доведена можливість використання кремнеземистих матеріалів (відходів Іршанського ГЗК) для виробництва цегли силікатної М150-180 (міцність зразків, виготовлених з пісків – відходів Іршанського ГЗК складала 15,3–18,0 Мпа). Зразки пісків Озерянського та Царівського родовищ вміщують у собі велику частку розкритих порід та потребують більш детального вивчення перед застосуванням їх у заводській технології. Крім того, перспективним напрямком подальших наукових розвідок можуть слугувати дослідження зміни властивостей кремнеземистих матеріалів Іршанського ГЗК залежно від часу розмелювання у кульовому млині СМ 95 за умови зберігання міцності цегли в межах 15,3ч20,0 МПа.

#### Список використаної літератури:

1. Автоклавные силикатные бетоны: сборник трудов / Государственный научно-исследовательский и проектный институт силикатного бетона автоклавного твердения (НИПИ силикатобетон), – Таллин : НИПИ силикатобетон, 1988.
2. Воронин, В.П. Эффективный силикатный кирпич на основе золы ТЭС и порошкообразной извести / В.П. Воронин, В.А. Заровнятных, А.М. Шикирянский // Строительные материалы. – 2000. – № 8. – С. 24–25.
3. ДСТУ Б В.2.7-32-95 / Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт.
4. Збожна О.М. Основи технології : навч. посібник / О.М. Збожна. – Вид. 3-є, змінене й доповнене. – Тернопіль : Карт-бланк, 2006. – 486 с.
5. Кадастр кремнеземистых материалов для силикатных изделий / Укрстромниипроэкт // Минстрой материалов УССР. – К. – 1989.

6. Рахимов Р.З. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья / Р.З. Рахимов, У.Х. Магдеев, В.Н. Ярмаковский // Строительные материалы. – 2009. – № 12. – С. 8–11.
7. Системи сучасних технологій : навч. посібник / Г.М. Дубровська, А.П. Ткаченко / Основні галузі машинобудування та металургії. Енергетика. Прогресивні методи обробки. Галузі хімічної промисловості ; за ред. к.т.н., доцента, члена-кореспондента Академії будівництва України А.П.Ткаченка. – К. : Центр навч. лі-ри., 2004. – 352 с.
8. Шелер Р. Проект завода по производству силикатного кирпича фирмы ЛАСКО / Р.Шелер // Строительные материалы. – 2008. – № 11. – С. 33–35.
9. Connan H. Autoclaved lime-colloidal silica slurries and formation of AL-tobermorite / H.Connan, A.S. Ray, P.S. Thomas // Department of Chemistry, Materials and Forensic Science. – University of Technology. – Sydney. – NSW 2007 Australia.
10. Kucerova H. The influence of characteristics of sands on the efficiency of plasticizers and superplasticizers / H.Kucerova, R.Rucki. – 3 International Symposium Non-Traditional Cement@ Concrete. – 2008. – Pp. 441–446.

#### References:

1. *Avtoklavnye silikatnye betony* (1988), NIPi silikatobeton, Tallin.
2. Voronin, V.P., Zarovnyatnykh, V.A. and Shikiryanskiy, A.M. (2000), “Effektivnyy silikatnyy kirpich na osnove zoly TES i poroshkoobraznoy izvesti”, *Stroitel'nye materialy*, No. 8, pp. 24–25.
3. DSTU B V.2.7-32-95 (1995), *Pisok shhil'nyj pryrodnyj dlja budivel'nyh materialiv, vyrobiv, konstrukcij i robit*, Kyiv.
4. Zbozhna, O.M. (2006), *Osnovy tehnologii*, 3-rd ed., Kart-blank, Ternopil', 486 p.
5. *Kadastr kremnezemistykh materialov dlya silikatnykh izdeliy* (1989), Ukrstromniiproekt, Minstroy materialov USSR, Kyiv.
6. Rakhimov, R.Z., Magdeev, U.Kh. and Yarmakovskiy, V.N. (2009), “Ekologiya, nauchnye dostizheniya i innovatsii v proizvodstve stroitel'nykh materialov na osnove i s primeneniem tekhnogennogo syr'ya”, *Stroitel'nye materialy*, No. 12, pp. 8–11.
7. Dubrovs'ka, G.M. and Tkachenko, A.P. (2004), *Systemy suchasnyh tehnologij*, in Tkachenko, A.P. (Ed.), Centr navch. literatury, Kyiv, 352 p.
8. Sheler, R. (2008), “Proekt zavoda po proizvodstvu silikatnogo kirpicha firmy LASKO”, *Stroitel'nye materialy*, No. 11, pp. 33–35.
9. Connan, H., Ray, A.S. and Thomas, P.S. (2007), “Autoclaved lime-colloidal silica slurries and formation of AL-tobermorite”, *Department of Chemistry, Materials and Forensic Science*.
10. Kucerova, H. and Rucki, R. (2008), “The influence of characteristics of sands on the efficiency of plasticizers and superplasticizers”, *Proceedings of the 3-rd International Symposium Non-Traditional Cement@Concrete*, pp. 441–446.

ОНОПРІЄНКО Валерій Васильович – аспірант кафедри товарознавства та комерційної діяльності будівництві КНУБА, голова правління ПАТ «Житомирський комбінат силікатних виробів».

Наукові інтереси:

- товарознавчі властивості будівельних матеріалів;
- технологія виробництва будівельних матеріалів.

Тел.: (067) 401–31–03.

E-mail: valeriy\_onoprienko@ukr.net.

ЗАХАРЧЕНКО П.В. – кандидат технічних наук, професор Київського національного університету будівництва і архітектури.

Стаття надійшла до редакції 02.09.2016.