

As a **result** the classification and general characteristic of the negative consequences of coal mining in general and for the West part of the Donets Basin in particular were presented. The results of estimation of water mineralization in the gathering pond "Svidovok" were received. Hydrochemical type of the water was determined. Classification of soils by the type, salinity level and chemism were made. Estimation of secondary soil salinization hazard caused by gathering pond "Svidovok" by Sodium Adsorption Ratio (SAR) and Critical Relation Index (CRI)

was made. Results of the soil salinization and alkalization danger prognosis and actual values of ecological danger of the secondary salinization were analyzed.

**Keywords:** *technogenous risk, a storage lagoon of mine waters, a mineralization of mine waters, secondary salinization, soil alkalization*

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.Є. Колесником. Дата надходження рукопису 13.05.11*

УДК 577.4:622.2/002.68

**С.М. Рева<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доц.,  
**І.І. Усик<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доц.,  
**О.В. Мандрікевич<sup>1</sup>**,  
**В.С. Рева<sup>2</sup>**

1 – Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: Usik@nmu.org.ua  
2 – Трест „Південне транспортне будівництво“, м. Дніпропетровськ, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОКОГО ТИСКУ НА МІЦНІСТЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ЇХ ВИГОТОВЛЕННІ З ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

**S.M. Reva<sup>1</sup>**, Cand. Sci (Tech.), Associate Professor,  
**I.I. Usyk<sup>1</sup>**, Cand. Sci (Tech.), Associate Professor,  
**O.V. Mandrikevych<sup>1</sup>**, V.S. Reva<sup>2</sup>

1 – State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: Usik@nmu.org.ua  
2 – „Yuzhtransstroy“ Trust, Dnipropetrovsk, Ukraine

## STUDY OF HIGH PRESSURE INFLUENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIALS MADE OF INDUSTRIAL WASTES

За останні десять років в Україні накопичено значну кількість відходів гірничодобувної, металургійної та хімічної галузей промисловості, що погіршують екологічну ситуацію в країні, і які можна використовувати для виробництва будівельних матеріалів, таких як цегла та стінові блоки.

Нинішні технології для створення даної продукції енерговитратні. Тому мета даної роботи – дослідження холодного пресування будівельних матеріалів при великих питомих навантаженнях. У зв'язку з цим було виконано дослідження для визначення головних показників, необхідних для проектування обладнання і складу сумішей для виготовлення будівельних матеріалів.

Дослідження проводилися, в основному, за двома важливими напрямками для стінових будівельних матеріалів: міцність і теплопровідність. Це пояснюється, у першу чергу, тим, що матеріал наповнювача має низький внутрішній зв'язок, а, по-друге, наявністю мікротріщин у роздробленому матеріалі. Встановлено, що на формування міцності впливають такі показники: клас крупності мінеральних часток і процентне співвідношення крупних і дрібних мінеральних часток. Для зменшення теплопровідності наявність у роздробленому матеріалі мікротріщинуватості є невід'ємною складовою. Використання відходів виробництва для виготовлення будівельних матеріалів зменшує негативне екологічне навантаження на регіони, де знаходяться відвали і хвостосховища первинного виробництва.

Виконані дослідження є основою для створення нормативної документації з проектування обладнання та розробки технологічних схем виготовлення стінових матеріалів.

**Ключові слова:** *будівельні матеріали, відходи виробництва, енергозберігаючі технології*

В Україні накопичено відходів підприємств металургійної, гірничо-видобувної, хімічної та інших галузей промисловості, що їх буде вдосталь для переробки протягом майже 10 років. Накопичений досвід у галузі виробництва будівельних матеріалів із цих відходів, а також відходів підприємств із видобу-

тку каміння вказує на те, що відходи не тільки займають великі площі родючої землі, але й негативно впливають на екологічну ситуацію цілих регіонів.

Позитивну функцію може виконувати виробництво будівельних матеріалів із застосуванням відходів промисловості. У даний час промислові підприємства, відповідно до вимог Комітету з питань екології, молодіжної політики, спорту і туризму Кабінету мі-

ністрів України, повинні у своїх звітах повідомляти про місце, в яке направляються відходи будь-якого виробництва.

Якщо аналізувати тільки технологію виготовлення такого стінового матеріалу як цегла, то енерговитрати за новою технологією, в основу якої покладений безопалювальний принцип – пресування при великих питомих навантаженнях, приблизно на порядок менший, ніж при традиційній технології. Тут слід зазначити, що виготовлення будівельних матеріалів та значне енергозбереження є одним із головних завдань народного господарства України.

Другим не менш важливим питанням є вимоги екології. На даний час поки що немає точних відомостей про втрати родючих земель в Україні під відвалами породи шахт, рудників, збагачувальних фабрик, металургійних, хімічних та інших підприємств.

І третє важливе питання – використовуючи десятки і сотні тисяч тон різних відходів промисловості, стає можливим отримати прибуток від їх реалізації. Так, відходи вуглевидобувної промисловості, а саме – опалені породи шахтних териконів, можуть бути використані як сировина при виготовленні черепиці, цегли, шляхової цегли, блоків, щебеню, піску та ін.

Таким чином, технологія виготовлення будівельних матеріалів методом пресування при високих питомих навантаженнях вигідна за всіма головними напрямками технічної політики, яку проводить держава в народному господарстві.

Для використання нових сучасних технологій потрібні нормативні документи та технічні умови на виготовлення будівельних матеріалів. Із цієї точки зору важливим є питання наукового підходу до вибору складу сумішей, впливу різних чинників на міцність та інші фізико-механічні, теплотехнічні та експлуатаційні показники, а також дослідження головних технологічних параметрів, які забезпечують належну якість будівельних матеріалів.

У даний час напрямок, що пов'язаний із пресуванням будівельних матеріалів при великих питомих навантаженнях, ще мало досліджений і практично не впроваджений у виробництво. У зв'язку з цим були виконані дослідження для визначення головних показників, які необхідні для проектування устаткування і складу сумішей для виготовлення будівельних матеріалів.

Для будівельних стінових матеріалів, для опорних конструкцій будівель важливими є два головні чинники – міцність та теплопровідність. Відомо, що чим більша щільність, тим більша міцність та більша теплопровідність. Відомо також, що пористі матеріали або матеріали із замкненими порами мають меншу теплопровідність у порівнянні з тими ж матеріалами, але з меншою пористістю. Таким чином, виникає суперечність, коли для отримання потрібних експлуатаційних якостей матеріалу без зміни технології ці два чинники необхідно об'єднати. Покращення теплозахисних властивостей штучних стінових матеріа-

лів отримують за рахунок збільшення пустот, наприклад, за рахунок утворення щілин або різної форми отворів. При цьому міцність мінерального каркасу можливо регулювати, щоб забезпечити необхідну марку міцності, наприклад, таких штучних стінових матеріалів як цегла або стінові блоки.

На першому етапі дослідів було поставлене завдання встановити залежність міцності матеріалів від класу крупності мінеральних часток, а також, на випадок виробництва стінових матеріалів зі щілинами або отворами, встановити мінімальну відстань між щілинами або отворами залежно від максимального розміру частки мінерального каркасу.

Для встановлення зазначених залежностей виконані роботи з визначення розподілу крупності заповнювача після подрібнення сировини за класами. Аналіз отриманих результатів дозволив встановити, що до класу крупності – 0,05 мм розподіл класів крупності, у більшості проб, приблизно однаковий і встановити будь-яку закономірність важко. Щодо класу крупності 0,05 мм, то кількість пилюватих часток, залежно від типу заповнювача, в окремих випадках перебільшує 50%. Це можливо пояснити, у першу чергу, низькими внутрішніми зв'язками часток матеріалу заповнювача і, у другу чергу, – наявністю мікроскопічної тріщинуватості в матеріалі, що подрібнювався.

При формуванні штучних стінових матеріалів, з одного боку, чим менше крупність мінеральних часток і чим більше їх у складі суміші, що пресується, тим більш якісною буде упаковка цих часток при високому тиску, але, з другого боку, витрати енергії та часу подрібнення вихідного матеріалу будуть значно більшими, а тому продуктивність технологічної лінії буде зниженою.

Після проведення аналізу гранулометричного складу подрібненої сировини є потреба визначити, у якій мірі впливає клас крупності заповнювача на фізико-механічні показники матеріалу у спресованому стані і чи доцільно йти шляхом приросту міцності матеріалу.

Після виготовлення достатньої кількості суміші при постійних значеннях тиску та швидкості зростання навантаження були виготовлені зразки з використанням заповнювачів різного класу. Як в'язуче був застосований цемент у кількості до 10 % від ваги наповнювача. На рис. 1 наведена залежність міцності зразків при випробуваннях від класу крупності мінеральних часток наповнювача, а на рис. 2 – залежність міцності при стисканні від навантаження при пресуванні та складу суміші для виробництва блоків.

При виконанні експерименту ставилося за ціль встановити зв'язки між максимальним розміром твердої частки та товщиною тіла (перегородки) у цеглі або блоку при застосуванні щілин з метою покращення їх теплофізичних параметрів. При цьому брали до уваги забезпечення відповідної марки міцності

будівельного стінового матеріалу і якості похилої поверхні щілин та отворів у будь-якому до них поперечному перерізі.

Встановлено, що на формування міцності впливають такі чинники:

- клас крупності мінеральних часток;
- співвідношення за кількістю крупних і дрібних мінеральних часток (у відсотках);
- тип речовини, що в'яже;
- значення і швидкість зростання питомого навантаження.

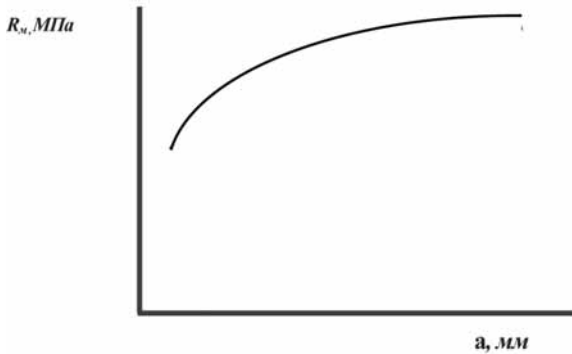


Рис. 1. Характер залежності міцності ( $R_m$ ) при стисканні штучних стінових матеріалів від класу крупності наповнювача ( $a$ )

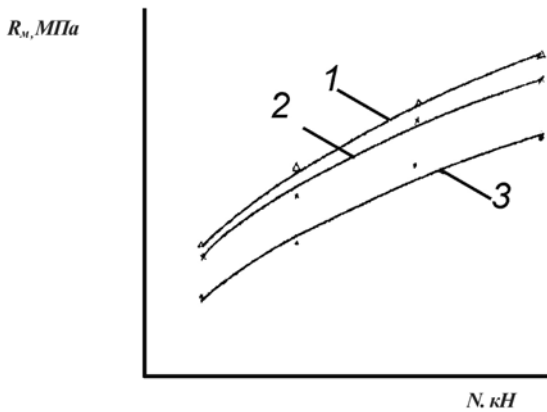


Рис. 2. Характер залежності міцності ( $R_m$ ) та класу крупності наповнювача від зусилля пресування суміші ( $N$ ) при виготовленні штучних стінових матеріалів при класах крупності: 1 –  $a = (-2,0 + 0,05)$  мм; 2 –  $a = (-1,0 + 0,05)$  мм; 3 –  $a = (-0,63 + 0,05)$  мм

При дослідженнях за сировину вважалися опалені породи з териконів вугільних шахт та відходи одного з відомих металургійних заводів України. Із цих відходів виготовлялися зразки пропорційної геометричної форми у вигляді циліндрів. Діапазон змінення питомого навантаження був прийнятий у три рази, а швидкість його зростання – у п'ять разів.

Аналіз отриманих даних при виконанні експериментів за класом крупності мінеральних часток до-

зволяє зробити висновок, що зміна класу крупності в менший бік, у декілька разів, при збільшенні енерговитрат на 70% дає незначний приріст міцності дослідних зразків.

Якщо при виготовленні зразків аналізувати вплив навантаження за віссю на міцність зразка, то збільшення у декілька разів зусилля пресування дає приріст міцності тільки у два рази.

Таким чином, дуже велике зусилля пресування взагалі призводить до позитивних результатів, однак наш підрахунок показує, що за таких умов обладнання для утворення високих питомих навантажень буде мати велику металомісткість, інерційність і, за рахунок цього, мізерну продуктивність при виготовленні стінових матеріалів.

Виконані досліді є основою для розробки нормативної документації при проектуванні обладнання та розробці технологічних схем, пов'язаних із виготовленням стінових матеріалів за сучасними енергозберігаючими технологіями.

#### Список літератури / References

1. Рева С.М. Шахтні відходи – сировинна база для будівельних матеріалів / С.М. Рева, В.С. Рева., І.І. Усик // Науковий вісник НГА України. – Дніпропетровськ: НГА України. – 1998. №1. – С. 84–86.

Reva, S.M., Reva, V.S. and Usyk, I.I. (1998), "Mine waste is raw material base for building materials", *Naukovyi visnyk Natsionalnoi hirnychoi akademii Ukrainy*, no.1, Dnepropetrovsk, pp. 84–86.

2. Рева С.М. Виготовлення стінових матеріалів нетрадиційним методом / С.М. Рева, І.І. Усик // Науковий вісник НГА України – Дніпропетровськ: РІК НГА України, 1999, №4. – С. 67–69.

Reva, S.M. and Usyk, I.I. (1999), "Production of wall materials by nonconventional method", *Naukovyi visnyk Natsionalnoi hirnychoi akademii Ukrainy*, Dnepropetrovsk: RIK NHA Ukrainy, no.4, pp. 67–69.

За последние десять лет в Украине накоплено значительное количество отходов горнодобывающей, металлургической и химической отраслей промышленности, ухудшающих экологическую ситуацию в стране, и которые можно использовать для производства строительных материалов, таких как кирпич и стеновые блоки.

Нынешние технологии для создания данной продукции энергозатратны. Поэтому цель данной работы – исследование холодного прессования строительных материалов при больших удельных нагрузках. В этой связи были выполнены исследования для определения главных показателей, необходимых для проектирования оборудования и состава смесей для изготовления строительных материалов.

Исследования проводились, в основном, по двум важным направлениям для стеновых строительных материалов: прочность и теплопроводность. Это объясняется, в первую очередь, тем, что материал на-

полнителя имеет низкую внутреннюю связь, а, во-вторых, наличием микротрещин в дробленном материале. Установлено, что на формирование крепости влияют следующие показатели: класс крупности минеральных частиц и процентное соотношение крупных и мелких минеральных частиц.

Для уменьшения теплопроводности наличие в дробленном материале микротрещиноватости является неотъемлемой составляющей.

Использование отходов производства для изготовления строительных материалов уменьшает негативную экологическую нагрузку на регионы, где находятся отвалы и хвостохранилища первичного производства.

Выполненные исследования являются основой для создания нормативной документации по проектированию оборудования и разработке технологических схем изготовления стеновых материалов.

**Ключевые слова:** *строительные материалы, отходы производства, энергосберегающие технологии*

Over the last ten years, Ukraine has accumulated a considerable quantity of wastes from mining, metallurgical and chemical industries, which worsen the ecological situation in the country but they can be used to produce building materials such as bricks and building blocks.

Current technologies for manufacturing these products are energy-intensive. Therefore, the aim of this work

is to study cold pressing of building materials with high specific loads. In this connection, the research was done in order to determine the main parameters needed for equipment design and blend composition for manufacturing building materials.

The studies were conducted mainly in two directions in walling building materials: strength and thermal conductivity. This is explained firstly by the fact that the material of a filler has low internal bonds, and secondly, by the presence of microcracks in the crushed material. It is determined influence of the following characteristics on strength formation: fraction of granule and the percentage of large and small granules.

The presence of microjointing in crushed material is an integral component to reduce heat conductivity.

Waste utilization to produce building materials reduces negative environmental load on regions with piles and tailings of primary production.

The studies carried out are the basis for the creation of the normative documentation for the equipment design and development of technological schemes of wallings production.

**Keywords:** *building materials, production waste, energy-saving technologies*

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.П. Франчуком. Дата надходження рукопису 22.06.11*