

УДК 662.818

ВИКОРИСТАННЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО СКОПУ У ВИРОБНИЦТВІ КОМПОЗИТУ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНОГО В'ЯЖУЧОГО

Шепелюк О.О., доц., к. т. н.; Салдан Р.Й.ст. викладач, к. т. н.;
Копанський М.М., доц., к. т. н.; Шепелюк І.Р асистент
(НЛТУ України)

Досліджено використання целюлозно-паперового наповнювача у виробництві скопобетону. Запропоновано рецептуру основних компонентів та використання комплексної модифікувальної добавки, яка дає змогу забезпечити високу адгезію целюлозно-паперового наповнювача з цементним тістом та збільшити щільність будівельного матеріалу. Наведено основні фізико-механічні показники композиту на основі мінерального в'язучого.

***Ключові слова:** скоп, цемент, скопобетон, щільність, водопоглинання, теплопровідність, морозостійкість, цикл поперемінного заморожування – відтавання.*

Постановка наукової проблеми. Целюлозно-паперова промисловість належить до провідних галузей національної економіки, що зумовлено значною потребою населення та промисловості у продукції цієї галузі. Одночасно з цим, вона є і найбільш складною галуззю лісового комплексу, що пов'язана з механічною обробкою і хімічною переробкою деревини. Целюлозно-паперова промисловість залишається однією із провідних за величиною токсичних викидів в атмосферу і скидів у воду, що зумовлює екологічну небезпеку природного довкілля.

Створення екологічно безпечних, безвідходних виробництв є основним шляхом вирішення проблем раціонального використання природних ресурсів і

охорони навколишнього середовища від промислових забруднень. Сьогодення потребує комплексного використання сировини, оскільки це сприяє зниженню собівартості кінцевої продукції основного виробництва.

Досить велика частина відходів: некондиційна деревина, целюлоза, папір, картон, тара, макулатура, обрізки, шлам повертаються у технологічний процес для подальшого використання. Одночасно з цим, значна кількість відходів, таких як: скоп, кора та активний мул, не використовуються в основному виробництві та потребують ефективного подальшого використання. З огляду на це, наша робота є актуальною і спрямована на вирішення ефективного використання відходів целюлозно-паперових виробництв.

Матеріали та методи дослідження. Скоп є масою, що містить дрібні волокна целюлози (приблизно 50 %) та мінеральну тверду фазу у вигляді часток каоліну (близько 45 %). Це є осади стічних вод целюлозно-паперових виробництв та виробництв переробки макулатури після первинного механічного очищення. Цінність скопу полягає в тому, що він є заміником деяких традиційних компонентів будівельних матеріалів і наповнювачем до в'язучого (наприклад цементу, гіпсу), що дає змогу створювати мінеральні композити з високими фізико-механічними показниками. Тому використання основного відходу целюлозно-паперового виробництва (скопу) як сировини для виготовлення будівельних матеріалів – задача актуальна, оскільки вона дає змогу паралельно вирішувати й екологічну ситуацію та здешевити основну продукцію целюлозно-паперового виробництва.

У лабораторії кафедри технології деревинних композиційних матеріалів НЛТУ України розроблено методику виготовлення будівельних виробів з відходів целюлозно-паперового виробництва (скопу), цементу (вміст якого прагнули звести до мінімуму без суттєвого погіршення фізико-механічних показників, порівняно з існуючими методиками виготовлення скопобетону), комплексної хімічної добавки і води.

Основною вимогою під час підбору складу суміші було одержання будівельних матеріалів, які б відповідали заданій межі міцності при стиску (класу за міцністю не менше В 1,5), або й перевищували її за мінімально можливої витрати цементу та постійної витрати скопу. З цією метою використано комплексну хімічну добавку, яка складається з рідкого скла та кальцій хлористий технічний гідратований. У літературних джерелах немає даних із використання кальцію хлористого для виготовлення бетонів на основі органічного в'язучого, хоча містяться джерела про його застосування під час виготовлення різного роду легких бетонів. Кальцій хлористий гідратований скорочує термін дії шкідливих речовин на гідроліз та гідратацію цементу. Комплексна модифікуюча добавка цих двох хімічних компонентів дає змогу забезпечити адгезію целюлозно-паперового наповнювача з цементним тістом та збільшити щільність будівельного матеріалу, що може отримувати будівельні матеріали з достатніми показниками міцності на стискання. Кількість його вибрано в межах, допустимих для виготовлення легких бетонів.

Виготовляли скопобетонні блоки розміром 10 на 10 см. Одними з найважливіших показників механічних властивостей будівельних матеріалів на основі скопу є механічна міцність на стискання. З фізичних показників досліджували щільність виробу водопоглинання, теплопровідність та морозостійкість.

Результати дослідження. У результаті отриманих даних отримали залежність щільності будівельних матеріалів від вмісту цементу (рис. 1). З цього графіка видно, що із збільшенням кількості в'язучого матеріалу (портландцементу) зростає середня щільність готового виробу. Це можна пояснити тим, що в'язучий матеріал має відносно більшу насипну щільність, порівняно із скопом.

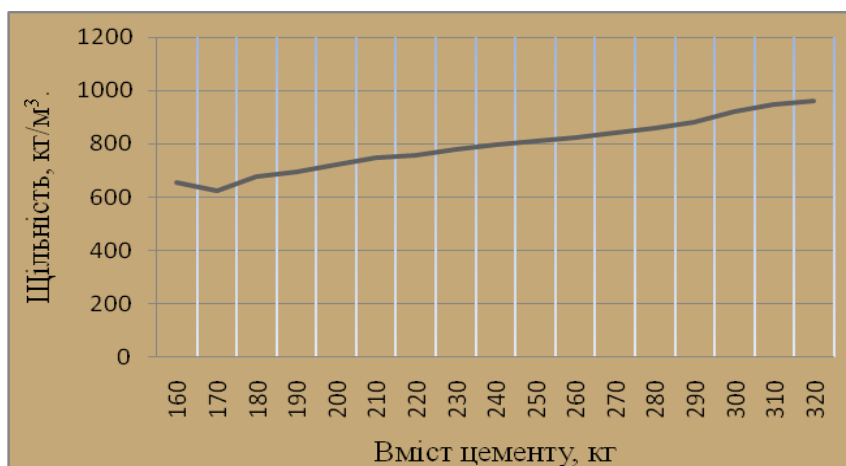


Рисунок 1 - Графік залежності щільності будівельних матеріалів на основі скопу від вмісту цементу

Визначення водопоглинання бетонних блоків на основі відходів целюлозно-паперового виробництва проводили згідно з ГОСТ 12730.0-84. У результаті обробки даних експериментальних досліджень встановили обернено пропорційну залежність між витратою цементу і водопоглинанням будівельних матеріалів (рис. 2)

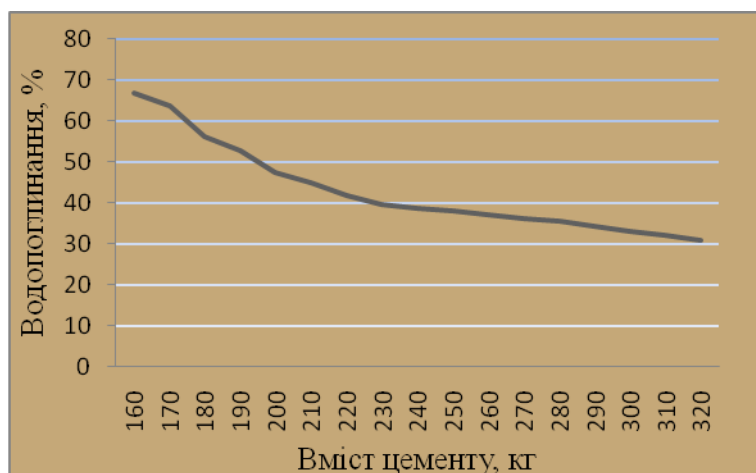


Рисунок 2 - Графік залежності водопоглинання будівельних матеріалів на основі скопу від вмісту цементу

Процес водопоглинання досліджуваного зразка характеризується відкритою пористістю до насичення матеріалу водою і зв'язаний з його середньою щільністю. Будівельні матеріали з низьким вмістом портландцементу мають більшу пористість та високу гігроскопічність, а отже, мають високий ступінь водопоглинання. Зі збільшенням кількості в'язучого водопоглинання зменшується, за рахунок зменшення кількості пор, об'ємна маса будівельного матеріалу та виріб набуває щільнішу структуру. Мінімальне значення водопоглинання (31%) отримали при найбільшій кількості вмісту портландцементу. Поступово зменшуючи кількість в'язучого від 320 до 230 г, спостерігаємо незначну зміну водопоглинальної здатності (в межах 30-40 %). За умови подальшого зменшення кількості портландцементу спостерігаємо швидке зростання водопоглинальної здатності (67%). Застосування цементу в кількості, меншій ніж 230 г, позначається негативно на водопоглинальній здатності будівельного матеріалу.

Згідно з експериментальними дослідженнями, залежність коефіцієнта теплопровідності від щільності будівельних матеріалів має лінійний характер (рис. 3). У результаті проведення експериментальних досліджень щодо визначення морозостійкості отримано кількість циклів попереминого заморожування – відтавання, які витримує будівельний матеріал без зниження міцності більше ніж на 5% та побудовано графічну залежність (рис. 4).

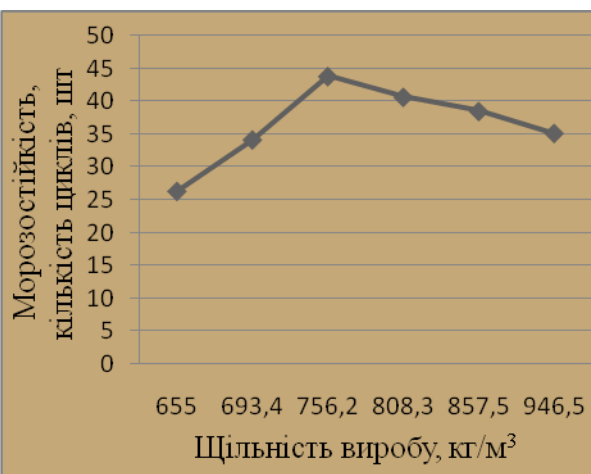
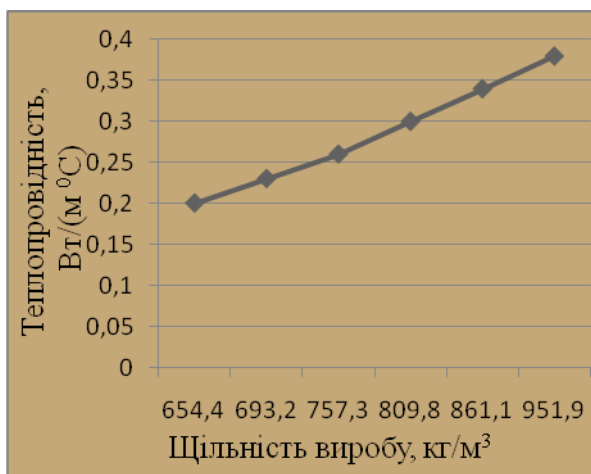


Рисунок 3 - Графік залежності коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів на основі скопу від щільності матеріалу

Рисунок 4 - Графік залежності кількості циклів попереминого заморожування – відтавання від щільності будівельного матеріалу

Мінімальне значення коефіцієнта теплопровідності (0,20 Вт/(м·°C)) спостерігаємо за найнижчої щільності будівельного матеріалу (654,4 кг/м³), що обґрунтовуємо наявністю пористої структури матеріалу. З поступовим підвищенням щільності коефіцієнт теплопровідності зростає, що означає зниження теплопровідної здатності внаслідок зменшення кількості й розмірів пор у будівельному матеріалі. Підвищення коефіцієнта теплопровідності відбувається прямо пропорційно щільності матеріалу. Максимальне значення

коефіцієнта теплопровідності ($0,38 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$) спостерігаємо за найвищої щільності будівельного матеріалу ($951,9 \text{ кг}/\text{м}^3$). Це пов'язано зі значною щільністю бетонного блоку, в якому відповідно є дрібніші і більш закриті пори. У порах відсутній рух повітря, а отже – перенесення теплоти відбувається повільніше.

За мінімальної щільності будівельного матеріалу ($655 \text{ кг}/\text{м}^3$) кількість циклів попереминого заморожування – відтавання найменша внаслідок високої гігроскопічності будівельного матеріалу, що пояснюємо високою пористістю останнього (рис. 4). Зі збільшенням щільності будівельного матеріалу кількість циклів попереминого заморожування – відтавання зростає за рахунок зменшення пористості, а отже, і гігроскопічність вологих зразків досягає критичної межі за щільності $756,2 \text{ кг}/\text{м}^3$, де кількість циклів найбільша. Відбувається зменшення гігроскопічності та пористості (порівняно зі зразками, значення щільності в яких нижче цього). Це безпосередньо пов'язано зі зміною внутрішніх напружень всередині зразків у бік зменшення (остаточна впевненість відбудеться при зіставленні показників морозостійкості і міцності на стискання). З подальшим збільшенням щільності матеріалів морозостійкість знижується (зменшується кількість циклів заморожування – відтавання). Зниження кількості циклів відбувається внаслідок наявності в комплексі надмірної кількості в'язучого. Зменшується міцність виробів, матеріали стають крихкими. Під час експерименту спостерігали незначні руйнування поверхні зразків.

У результаті обробки експериментальних даних отримали графічну залежність міцності будівельного матеріалу на стискання (рис. 5).

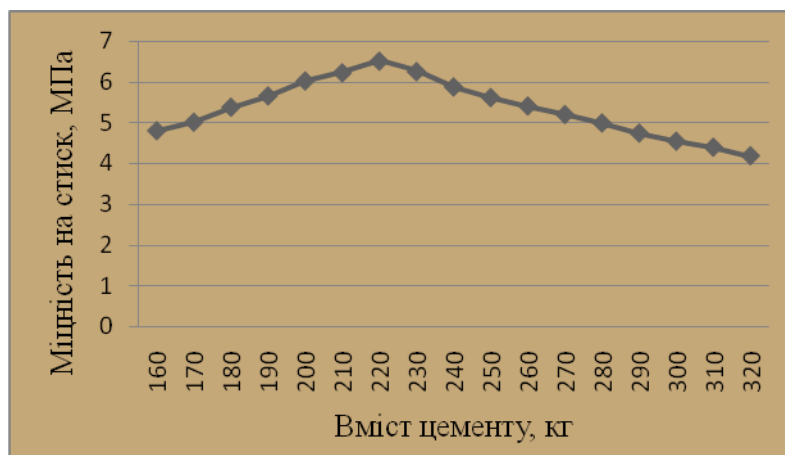


Рисунок 5 - Графік залежності міцності будівельних матеріалів на основі скопу від вмісту цементу

За мінімальної витрати цементу $160 \text{ кг}/\text{м}^3$ міцність матеріалу на стискання становить $4,8 \text{ МПа}$. Зі збільшенням кількості в'язучого збільшується щільність будівельної суміші, зменшується її пористість. Матеріал має більшу здатність опиратися внутрішнім напруженням, які виникають у результаті дії зовнішніх навантажень.

У зразках із вмістом цементу до 220 кг/м³ отримали скопобетон із максимальною міцністю 6,5 МПа, морозостійкість виробу в цій точці теж найвища. Подальше збільшення вмісту в'язучого призводить до значного зменшення міцності будівельного матеріалу внаслідок його деформаційного просідання.

Висновки та рекомендації. Використавши комплексну добавку двох хімічних компонентів (рідке натрієве скло і кальцій хлористий гідратований), вдалося забезпечити адгезію целюлозно-паперового наповнювача з цементним тістом та збільшити щільність будівельного матеріалу, що дало змогу отримати конструктивно-теплоізоляційний будівельний матеріал з високими показниками міцності на стискання.

Встановили, що за мінімальної витрати цементу 160 кг/м³ отримані показники відповідають технічним умовам ТУ 69 УРСР 82-84 «Блоки стінові з скопобетона для сільського садибного будівництва», і певною мірою є вищими за своїми міцнісними характеристиками згідно з нормативними показниками. Отримано щільний конструктивно-теплоізоляційний скопобетон класу В 3,5 за міцністю (4,8 МПа), густиною 655 кг/м³ – D600, марка за морозостійкістю F25; водопоглинання 66,8%; теплопровідність 0,20 Вт/(м·°C).

Найбільш оптимальні властивості скопобетону з використанням цієї комплексної добавки досягаються при витраті цементу 220 кг/м³. Цей конструктивно-теплоізоляційний скопобетон відповідає класу міцності В5, густиною 756,2 кг/м³ – D700, марка за морозостійкістю F35; водопоглинання 40%; теплопровідність 0,26 Вт/(м·°C).

Список літератури

1. Михайлов В. І. Властивості пористих стінових керамічних виробів з використанням осаду стічних вод целюлозно-паперових підприємств / Михайлов В. І., Красовський Є. В. // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2001. – Вип.16. – С. 11-14.
2. Кривенко П. В. Строительные материалы / Кривенко П. В. и др. – К. : Высшая школа, 1993. – 388с.
3. Дворкин Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности : учебн.-справ. пособ. / Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. – М. : Феникс, 2007. – 450 с.
4. Баталин Б. Строительные материалы на основе скопа - отхода целлюлозно-бумажной промышленности / Баталин Б., Козлов И. // Строительные материалы. – 2004. – № 1. – С. 42-43.
5. Гомеля Н. Д. Утилизация скопа. Влияние реагентов на эффективность фильтрования скопа / Н. Д. Гомеля, А. В. Превер, С. Ф. Примаков, В. М. Радовенчик // Экотехнологии и ресурсозбережение. – 1999. – № 5. – С. 47-50.
6. Кальций хлористый технический. [Электронный ресурс]. – Доступный с http://www.himtrade.ru/g_450-77.htm.

7. Челядин Л. І. Очищення стічних вод целюлозно-паперового виробництва та переробки осаду / Л. І. Челядин // Хімічна промисловість України. – 2005. – № 6. – С. 51-55.

Аннотация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО СКОПА В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО

Шепелюк О.О., Салдан Р.Й., Копанський М.М., Шепелюк І.Р.

Исследовано использование целлюлозно-бумажного наполнителя в производстве скопобетона. Предложена рецептура основных компонентов и использование комплексной модифицирующей добавки, которая позволяет обеспечить высокую адгезию целлюлозно-бумажного наполнителя с цементным тестом и увеличить плотность строительного материала. Приведены основные физико-механические показатели композита на основе минерального связующего.

Ключевые слова: *скоп, цемент, скопобетон, плотность, влагопоглощение, теплопроводимость, морозоустойчивость, цикл попеременного замораживания-оттаивания.*

Abstract

THE USE OF CELLULOSE-PAPER SCOP IN THE PRODUCTION OF COMPOSITE ON THE MINERAL ASTRINGENT BASIS

Shepelyuk O.O., Saldan R.Y., Kopanskiy M.M. , Shepelyuk I.R.

Investigated the use of cellulose-paper filler in the production of scopo-concrete. Compounding of basic components and use of complex modifications addition which allows to provide high adhesion of cellulose-paper filler with cement dough and increase the density of a constructions material is offered. The basic physics-mechanics indexes of composite are resulted on the basis of mineral astringent.

Keywords: *scop, cement, scopo-concrete, density, humidity absorption, heat-conducting, frost-resistance, cycle of the alternate freezing-defrost.*