

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

УДК 691.335

DOI 10.31649/2311-1429-2023-2-49-55

О. В. Христинч

ДРІБНОЗЕРНИСТІ ЗАПОВНЮВАЧІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ З ПРОДУКТІВ РЕСАЙКЛІНГУ БУДІВЕЛЬНОГО ЛОМУ

Вінницький національний технічний університет

Відмічено наявність нагальних проблем зумовлених зростаючими обсягами автомобільних шляхів які потребують реалізації невідкладних заходів з капітального ремонту і модернізації. Наведено обґрунтування необхідності вирішення таких завдань для втілення життєво-необхідних проектів і відмічено необхідність залучення значних обсягів капіталовкладень, що важко вирішити в умовах військової агресії до України російської федерації. Представлено мотивуючі потреби забезпечення прогресивного розвитку галузей економіки які можуть реалізовуватись завдяки втіленню заходів з капітального ремонту і будівництву нових сучасних об'єктів дорожньо-транспортної інфраструктури і доріг з високими показниками пропускної здатності. Висвітлено обґрунтування необхідності розробки і впровадження нових ресурсозберігаючих технологій виготовлення асфальтобетонних сумішей з використанням дрібнозернистих заповнювачів отриманих з використанням технологій комплексної переробки накопичених залишків зруйнованих будівель і споруд.

Проведено комплексні аналітичні дослідження технологій ресайклінгу техногенних відходів для отримання складових компонентів будівельних сумішей. Викладено результати аналітичних досліджень прогнозованих обсягів утворення будівельних відходів за окремими категоріями ресурсів з посиланням на конкретні варіанти проектів об'єктів нерухомості житлової забудови. Представлено прогнозовані об'єми заповнювачів будівельних сумішей на прикладі об'єктів нерухомості з різними кількісними параметрами складових компонентів зруйнованих елементів огорожувальних конструкцій. Запропоновано технології рециклінгу накопичених відвалів будівельного брухту на території будівельного майданчику для відновлення об'єктів житлової забудови і транспортної інфраструктури, яка не вимагає будь-яких нових спеціалізованих заходів.

В результаті досліджень встановлено, що прогнозовані обсяги будівельного брухту від руйнування елементів будівель і споруд в переважній більшості включають залишки бетону, залізобетону, керамзитобетону, цегляної кладки і керамічних виробів. Представлено результати використання будівельного заповнювача отриманого в результаті переробки будівельного брухту, визначено їхні гранулометричні характеристики і досліджено фізичні параметри. Запропоновано рецептурні склади заповнювачів асфальтобетонної суміші у відповідності до вимог нормативно-технічних документів. Складено прогнозовані склади асфальтобетонної суміші з використанням дрібнозернистих заповнювачів, отриманих за технологією ресайклінгу накопичених мас будівельного брухту. Представлено результати досліджень фізико-механічних характеристик зразків дрібнозернистого заповнювача для використання як альтернативи традиційних видобуваних природних ресурсів.

Ключові слова: крупний заповнювач, мінеральний порошок, асфальтобетонні суміші, будівлі, фізико-механічних характеристики асфальтобетонів, технології ресайклінгу, органічні в'язучі, будівельний брухт, будівельні суміші, ресурсозбереження, рецептурні параметри, склад асфальтобетону.

Вступ

Якісна мережа автомобільних шляхів є одним з головних показників розвитку економіки будь-якої країни. Сучасна дорожньо-транспортна інфраструктура забезпечує ритмічну діяльність усіх галузей економіки країни і стимулює їхній прогресивний розвиток. Наявність розвиненої мережі транспортних артерій всіяко сприяє своєчасності розподілення і розвитку імпортно-експортних операцій і відіграє важливу розподільчу функцію для економіки держави.

Головною передумовою розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури в Україні є також її зручне географічне розташування на межі країн європейської співдружності і держав азійського регіону. Разом з тим значна кількість автомобільних шляхів потребує невідкладних заходів з капітального ремонту і модернізації. Реалізація таких проектів у свою чергу також потребує значних коштів для відновлення і покращення технічно-експлуатаційного стану об'єктів транспортних мереж. Для забезпечення прогресивного розвитку галузей економіки існує також нагальна потреба будівництва нових сучасних об'єктів дорожньо-транспортної інфраструктури і доріг з високими показниками пропускної здатності.

Головним важелем в реалізації наведених перспективних заходів є перш за все наявність необхідних ресурсів для фінансування проектів і безпосередньо самого будівництва. Наявність проблем з фінансового забезпечення потреб дорожнього будівництва зумовлена перш за все віроломною агресією російської федерації до України. Для боротьби з ворожим сусідом знову ж таки постає необхідність високомобільного логістичного забезпечення через мережу дорожньо-транспортної інфраструктури.

Одним з шляхів скорочення капіталовкладень в об'єкти дорожнього будівництва є зменшення вартості видобуваних сировинних ресурсів за рахунок використання продуктів технологій ресайклінгу

твердих будівельних відходів, якими є будівельний лом зруйнованих об'єктів нерухомості. Одночасно з впровадження нових ресурсозберігаючих технологій отримання ефективних дрібнозернистих заповнювачів асфальтобетонних сумішей на підприємствах дорожньо-будівельної галузі створюються передумови для розв'язання важливих економічних і екологічних задач пов'язаних з потребами в утилізації залишків зруйнованих будівель та споруд. Використання дрібнозернистих і дисперсних сировинних компонентів у складі асфальтобетонних сумішей як продуктів ресайклінгу лому бетонних і залізобетонних конструкцій є перспективним напрямком дослідження і впровадження у виробництво нових компонентів будівельних сумішей. Розробка комплексного технологічного циклу з отримання нового різновиду заповнювачів, який передбачає збір, сортування, подрібнення будівельних відходів, гранулометричний розподіл подрібнених мас і відправку отриманих продуктів у відповідній тарі в свою чергу також сприятиме покращенню фізико-механічних характеристик асфальтобетонів.

Метою досліджень є отримання нового різновиду дрібнозернистих заповнювачів асфальтобетону з одночасних вирішення важливих задач пов'язаних зі зменшення вартості будівництва і переробкою багато чисельних об'ємів накопичених відвалів будівельного лому. Одночасно з вирішенням економічних і екологічних проблем, важливою складовою отриманої технології є скорочення обсягів використання видобувних природних ресурсів.

Основна частина

Існуючі результати науково-технічних робіт по створенню технологій ресайклінгу для переробки твердих неорганічних відходів як заповнювачів у складі будівельних сумішей підтверджують, що такі проєкти дозволяють виявити значні резерви у ресурсозбереженні підприємств будівельної галузі і сприятимуть зменшенню собівартості дорожнього будівництва. Перспективні методики використання нових науково-технічних розробок пов'язаних з вирішення важливих економічних, логістичних і екологічних проблем сприятимуть створенню нових об'єктів транспортної інфраструктури, а також забезпечать скорочення витрат за рахунок зменшення споживання видобувних сировинних ресурсів. Використанні технологій ресайклінгу з отриманням дрібнозернистих сировинних компонентів для виготовлення асфальтобетонних сумішей також сприятиме забезпеченню показників ефективності виробничо-технологічних процесів задяки економії паливно-енергетичних ресурсів, так як сировинна база розташовується поблизу самого об'єкту будівництва. Роботи з відновлення транспортної інфраструктури і будівництва доріг як правило розташовані на територіях населених пунктів де мали місце руйнування об'єктів нерухомості [1-3].

Існують інноваційні технологічні рішення з використання у складі асфальтобетонних сумішей відходів підприємств енергетичної галузі, такими є продукти спалювання вугілля на ТЕС – золи-виносу і шлаки. Відмічається, що накопичені у відвалах підприємств відходи наносять значну шкоду довкіллю і потребують запровадження науково-технічних заходів для їх переробки і утилізації. Наявність у складі золи-виносу традиційних природних мінералів, які є у піску і мінеральних порошках (дисперсний заповнювач), що входять до складу рецептури асфальтобетонної суміші, зумовило можливість використання її як заповнювача. Авторами розроблено рекомендовані склади рецептурних параметрів асфальтобетону з використанням золи-виносу і проведено комплексні дослідження будівельних сумішей виготовлених ділянок покриття дороги, а також ділянок ремонту дорожнього полотна. Наведені результати дослідження експлуатаційних характеристик відібраних проб асфальтобетону з виготовлених елементів дороги, проведених відповідно до методик ДСТУ Б В.2.7-319 і ДСТУ Б В.2.7-119, підтверджують можливість використання золи-виносу ТЕС як заповнювачів у складі асфальтобетонних сумішей [4].

Створення технологій ресайклінгу і впровадження їх в будівництві з отриманням заповнювачів будівельних сумішей на основі продуктів подрібнення лому бетонних і залізобетонних конструкцій з кожним роком набуває поширення і збільшення кількості напрямків використання вторинного ресурсу. Практика використання вторинних ресурсів. Отриманих з будівельного брухту набула значного поширення в країнах Євросоюзу. Існує також багаторічний досвід використання технологій ресайклінгу будівельного брухту в Японії та США, де практично не передбачається територій під захоронення твердих будівельних відходів, тому залишки руйнування елементів будівель і споруд після переробки повторно використовують для потреб будівництва. З дослідження науково-інформаційних джерел відомо, що отримання заповнювачів бетону і будівельних розчинів за технологіями рециклінгу будівельного лому дозволяє скоротити витрати енергетичних ресурсів порівняно з використанням традиційних сировинних компонентів з кар'єрів в середньому на 65-75%. При цьому загальна собівартість бетону, виготовленого на основі заповнювачів, отриманих за технологіями рециклінгу твердих будівельних відходів, зменшується в межах до 25%. За результатами досліджень на етапі реалізації заходів вхідного контролю якості будівельної сировини встановлено, що отримані продукти подрібнення бетонного і залізобетонного лому за своїми фізико-хімічними і фізико-

механічними характеристиками відповідають вимогам діючих нормативно-технічних документів. Отримані результати є підтвердженням можливості використання отриманих штучних дрібнозернистих мінеральних заповнювачів, як компонентів будівельних сумішей, бетонів і в тому числі асфальтобетонних сумішей [5].

У складі асфальтобетонних сумішей (АБС), як штучного композиційного будівельного матеріалу, поверхнево розглядаються дві основні компоненти – в'язуче і заповнювачі. Відповідно до кількісних і якісних характеристик експлуатаційних ознак наведених в ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний Технічні умови, в залежності від області використання асфальтобетонних сумішей їх розподіляють на чотири основні групи: високо щільні; щільні; пористі і високопористі. Також з урахуванням кількості крупного заповнювача (за масою %) асфальтобетонні суміші класифікують за категоріями А, Б і В. І лише для асфальтобетонної суміші категорії Г передбачено використання дрібного заповнювача – кварцового піску. Як правило такі композиційні матеріали використовуються для будівництва пішохідних доріжок та тротуарів, рідше дорожніх покриттів з низькою інтенсивністю руху транспортних засобів. Для АБС А,Б і В окрім крупного заповнювача у складі сировинної суміші також використовуються дрібний заповнювач пісок і дисперсний заповнювач – мінеральні порошки (продукти розмелювання карбонатних порід, крейди або доломітів. Дисперсний заповнювач також використовується у сумішах категорії Г. Відомо, що основні експлуатаційні навантаження у складі АБС, з яких виготовлено конструктивні шари покриттів дороги сприймає крупний заповнювач – щебінь. Дрібнозерниста маса у складі клеючого розчину в комплексі з органічним в'язучим відіграє роль з'єднувального шару, який також перерозподіляє навантаження на складові компоненти суміші в ущільненому об'ємі. В таблиці 1 наведено значенні усереднених показників кількісних співвідношень компонентів у складі АБС традиційних складів.

Таблиця 1

Середні значення кількісних рецептурних параметрів компонентів асфальтобетонної суміші.

Категорія АБС	Кількісні параметри % мас			
	крупний заповнювач	дрібний заповнювач	мінеральні порошки	в'язуче з добавками
А	50÷60	20÷35	8÷11	4÷6
Б	40÷50	30÷40	10÷12	5÷7
В	30÷40	40÷50	12÷16	6÷8
Г	-	65÷70	18÷28	7÷9

Отримані за технологією рециклінгу бетонного лому дрібний і дрібнодисперсний заповнювачі можуть використовуватись як альтернатива традиційним сировинним компонентам, які отримані в результаті розробки кар'єрних природних родовищ корисних копалин. За мінералогічними складами отримані сировинні компоненти в результаті розмелювання бетонного лому майже співпадають за якісними характеристиками. Традиційна технологія виготовлення бетонів передбачає використання піску, гранітного щебеню, добавок і мінерального в'язучого, отже дрібнозернисті заповнювачі і мінеральні порошки також можуть використовуватись як заповнювачі у складі АБС.

Запровадження інноваційної технології ресайклінгу для виготовлення ефективних заповнювачів АБС безпосередньо в умовах будівельного майданчика також є перспективним проектом ресурсозберігаючих заходів для вирішення завдань по скороченню обсягів капітальних витрат в будівництво об'єктів транспортної інфраструктури. Також вище наводили, що у розвинених країнах вже розроблена і успішно реалізується практика демонтажних робіт об'єктів основних фондів з повторним використанням отриманих сировинних продуктів будівельних сумішей в технологічних процесах. Отримана ресурсозберігаюча технологія виготовлення АБС з використанням заповнювачів з відходів будівельного лому є одним з пріоритетів розвитку підприємств виробничої бази будівництва.

Відомо, що переважна більшість об'єктів житлового фонду України зводились в періоди масових забудов 1960-1980 р.р. за періодів масової індустріалізації економіки. Характерними параметрами для таких об'єктів є критерії експлуатаційної надійності і конструкційно-механічної стійкості, а отже і значної матеріаломісткості для забезпечення запроєктованих характеристик показників довговічності. Характерним є той факт, що на той час питання енергоефективності і енергозбереження не висувались на передній план вимоги до характеристик об'єктів нерухомості. Проведені комплексні аналітичні дослідження з розрахунково-графічною інтерпретацією кількісних і якісних характеристик складників будівельних матеріалів і конструкцій елементів житлових будівель висвітлено на рис. 1-4.

Встановлено, що основними компонентами і майбутніми вторинними продуктами від можливого руйнування об'єктів «застарілої забудови» є тверді неорганічні матеріали отримані на основі

природних мінералогічних складників. Для зведення об'єктів нерухомості переважно більшість матеріалів елементів несівних і огорожувальних конструкцій будівель, становлять бетон, залізобетон, цегла та будівельні розчини. Обсяги деревини і рулонних матеріалів органічного походження, які передбачені проектними рішеннями для будівництва таких об'єктів є досить незначними. Наведені на рисунках 1-4 елементи графічної інтерпретації середніх значень результати усереднених показників кількісного складу матеріалів отриманих дослідженнями архітектурно будівельних розділів проектною документації, яка використовувалась для будівництва.

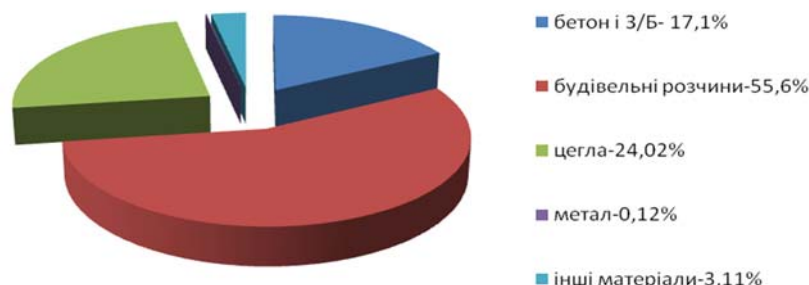


Рисунок 1 – Середні значення складових елементів будівель для проекту «Блок-секція п'ятиповерхового житлового будинку на 15 квартир з несучими цегляними стінами». Паспорт типового проекту №87-018/72/1.

Для отримання дослідних проб дрібнозернистого і дрібнодисперсного заповнювачів з відходів руйнування бетонних і залізобетонних конструкцій в лабораторних умовах використовували технологію механічного подрібнення відібраних проб будівельного брухту. Подрібнення матеріалів проводились у кульовому млині, отримані маси просіювали з використанням стандартного набору сит для крупного і дрібного заповнювачів. Проведеними дослідженнями встановлено, що отримані проби за своїми фізичними властивостями відповідають нормованим параметрам які використовуються для традиційних мінеральних заповнювачів будівельних сумішей. Отримані матеріали у лабораторних умовах з використанням стандартних методик відповідно з діючими нормативам ДСТУ Б В.2.7-32-95 «Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови» та ДСТУ Б В 2.7-75-98. «Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови». В таблиці 2 наведено основні характеристики отриманих сировинних матеріалів.

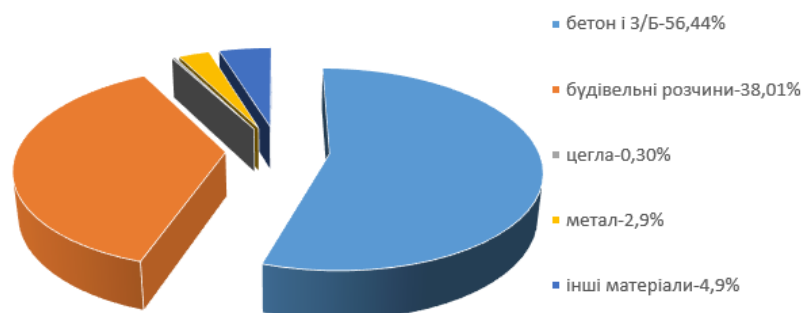


Рисунок 2 – Середні значення складових елементів будівель для проекту «Блок-секція п'ятиповерхового збірного крупнопанельного житлового будинку на 30 квартир». Паспорт типового проекту №121-031/1.

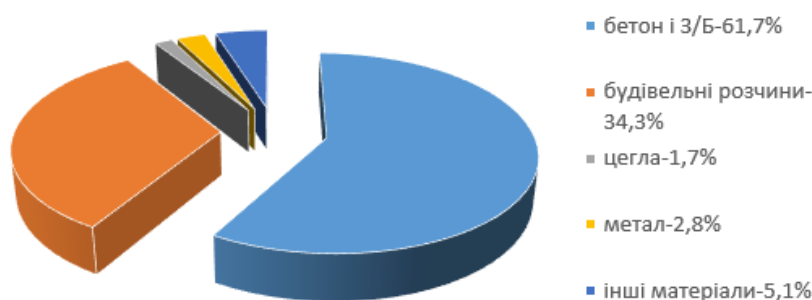


Рисунок 3 – Середні значення складових елементів будівель для проекту «Блок-секція дев'ятиповерхового збірного крупнопанельного житлового будинку на 27 квартир». Паспорт типового проекту №121-015С/1

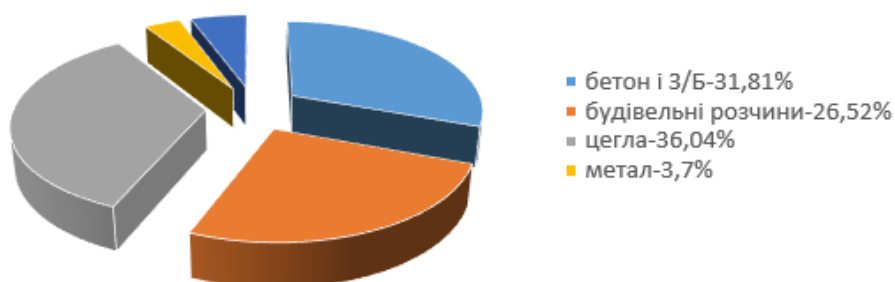


Рисунок 4 – Середні значення складових елементів будівель для проекту «Блок-секція дев'ятиповерхового житлового будинку з цегляними стінами на 72 квартири». Паспорт типового проекту №86-025/І.

Таблиця 2

Характеристики заповнювачів для будівельних сумішей

Вид заповнювача	Гранулометричні характеристики	Насипна густина, кг/м ³	Вологість %	Вміст пилюватих частинок, %	Вміст глинистих та мулинистих часток, %	Вміст зерен лещадної і голковидної форми, %
Крупний заповнювач	суміш фракцій від 5 до 40 мм	1680	4,2	0,48	0,0	4,3
Дрібний заповнювач	середнє значення модуля крупності 1.9	1740	3,8	1,14	0,0	-
Дисперсний порошок	фракція розміром ≤ 0.14мм	1700	2.2	-	0.0	-

Наведені в таблиці 2 результати характеристики крупного, дрібного і дрібнодисперсного заповнювачів отриманих з будівельного лому відповідають нормованим показникам що встановлені для традиційних сировинних мінеральних компонентів будівельних сумішей, які видобуваються з природних родовищ корисних копалин. Разом з тим, характерними особливостями для наведених типів заповнювачів є вміст пилюватих частинок, які мають залишкову реакційну здатність частинок механоактивованих непрогідратованих залишків мінеральних в'язучих. Також позитивним моментом є наявність на поверхні частинок дрібнозернистого заповнювача пилюватих новоутворень реакційно активного порошку, який може впливати на формування нових структурних новоутвореннях матеріалів, у складі будівельних сумішей отриманих за технологіями ресайклінгу.

Дослідження перспективи використання дрібнозернистих заповнювачів, отриманих за технологіями ресайклінгу будівельних відходів, у складі АБС проводились з використанням у якості крупного заповнювача щебеню стандартних фракцій. В експериментальних дослідженнях попередньо було обґрунтовано визначення складу дрібнозернистого заповнювач як складу мінеральної частини з проектною кількістю в'язучого відповідно з вимогами розділу 31 ДСТУ Б В.2.7-319. В таблиці 3 наведено запропоновані рецептурні склади асфальтобетонної суміші категорій А і Б.

Таблиця 3

Характеристики зернового складу заповнювачів асфальтобетонної суміші з додаванням дрібнозернистих компонентів отриманих за технологією ресайклінгу будівельних відходів

Склади суміші заповнювачів	Кількість фракції (менше даного розміру, мм) заповнювача у складі суміші, %											
	40	25	20	15	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
запропонований	100	100	98	89	78	64	45	33	28	19.5	15	9.5
вимоги ДСТУ Б В.2.7-319	100	100	100-95	93-83	82-69	65-55	53-41	42-31	33-23	24-16	18-11	14-8

Наведені в таблиці 3 кількісні параметри запропонованих складів АБС знаходять в межах нормованих параметрів зернового складу стандартних асфальтобетонних сумішей і підтверджують можливість використання отриманих компонентів дрібнозернистих фракцій як альтернативи традиційних видобувних природних ресурсів. Використання нового різновиду мінеральних

заповнювачів у складі АБС дозволить значно скоротити витрати кварцового піску і мінеральних порошків, що у свою чергу забезпечить економію капіталовкладень для виготовлення компонентів будівельних сумішей з видобувних природних ресурсів. Також характерною позитивною рисою доцільності використання отриманих за технологіями рециклінгу бетонного лому компонентів дрібнозернистих фракцій є скорочення транспортних витрат, адже виготовлення заповнювачів може проводитись в умовах діючого будівельного майданчику під час реалізації заходів з відновлення об'єктів дорожньо-транспортної інфраструктури.

Запропоновані в роботі нові варіанти технологічних рішень з використання нового різновиду заповнювачів для виготовлення бетонів на органічних в'язучих можуть трансформуватись в умовах діючих традиційних виробничих процесів підприємств виробничої бази будівництва. Завдяки реалізації технологій переробки будівельних відходів в умовах самого будівельного майданчику отримується можливість адаптивного регулювання рецептурних параметрів асфальтобетонної суміші і забезпечить можливість варіювання експлуатаційних характеристик самої конструкції покриттів доріг. Отримання заповнювачів з технологіями ресайклінгу залишків елементів будівель і споруд, порівняно з технологіями використання традиційних ресурсів сприятимуть виявленню значних резервів для зменшення вартості будівельних матеріалів, а також забезпечить вирішення важливих соціальних і екологічних проблем переробки і утилізації твердих будівельних відходів.

Висновки

Підтверджено можливість використання нового різновиду дрібнозернистих заповнювачів у складі асфальтобетонних сумішей отриманих за технологіями ресайклінгу технологічно оброблених твердих залишків від руйнування елементів будівель і споруд. Використання отриманих заповнювачів як сировинних компонентів у будівельних сумішах як альтернативи традиційних видобувних ресурсів забезпечать отримання позитивного економічного ефекту від зниження собівартості будівництва.

Подолання проблем по відновленню дорожньо-транспортної інфраструктури населених пунктів і вирішення питань житлозабезпечення регіонів, які зазнали руйнівного впливу об'єктів нерухомості через військову агресію росії потребує використання нових прогресивних технологій переробки будівельного брухту. Розв'язання важливих технологічних, екологічних, економічних та соціальних проблем зумовлених великими масштабами накопичення будівельного брухту можливо реалізувати завдяки впровадженню технологій ресайклінгу будівельних відходів безпосередньо на будівельному майданчику.

Отримані дрібнозернисті заповнювачі за технологічними циклів переробки будівельного брухту, можуть використовуватись компонентами будівельних сумішей як альтернативу традиційним природнім матеріалам. Розробка і впровадження запропонованих ресурсозберігаючих технологій виготовлення мінеральних заповнювачів будівельних сумішей є одним з пріоритетів розвитку підприємств виробничої бази будівництва. Представлені у публікації науково-технічні рішення одночасно з вирішенням проблем ресурсозбереження будівництва також забезпечать вирішення важливих соціально-екологічних задач пов'язаних з захистом навколишнього середовища і збереженням природних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лемешев М. С. Ресурсозберігаюча технологія виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенних відходів / М. С. Лемешев, О. В. Христюк, С. Ю. Зузяк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
2. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар. // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.
3. Сердюк В. Р. Золоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христюк // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
4. Каськін В. І. Дослідне впровадження асфальтобетонних сумішей із золою-виносу / В. І. Каськін, О. В. Соколов // Вісник національного транспортного університету. Серія технічні науки. – 2023. – Випуск 1 (55). – С. 124-130.
5. Сміль М.В. Світовий досвід повторного використання бетону в будівельному виробництві / М. В. Сміль, О. В. Дзюбинська, О. В. Шелкович // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. – 2017. – №7. – С.233-238.
6. Про застосування відходів виробництва в дорожньому будівництві : Розпорядження Кабінету міністрів України від 04.12.2019 N 1420-р // База даних Законодавство України / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1420-2019-%D1%80#Text> (дата звернення: 20.01.2021).
7. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань. Київ, 2016. 71.с (Інформація та документація).
8. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. Київ, 2012. 75.с (Інформація та документація).

REFERENCES

1. Lemeshev M. S. Resursozberihayucha tekhnologiya vyrobnytstva budivel'nykh materialiv z vykorystanniam tekhnohennykh vidkhodiv / M. S. Lemeshev, O. V. Khrystych, S. YU Zuzyak // Suchasni tekhnologiyi, materialy i konstruktsiyi u budivnytstvi. – 2018. – № 1. – S. 18-23.
2. Koval's'kyi V. P. Obgruntuvannya dotsil'nosti vykorystannya zoloshlamovoho v'yazhuchoho dlya pryhotuvannya sukhykh budivel'nykh sumishey / V. P. Koval's'kyi, V. P. Ocheretnyy, M. S. Lemeshev, A. V. Bondar. // Resursoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy. – Rivne: Vydavnytstvo NUVHiP, 2013. – Vypusk 26. – S. 186-193.
3. Serdyuk V. R. Zolotsementne v'yazhuche dlya vyhotovlennya nizdryvatykh betoniv / V. R. Serdyuk, M. S. Lemeshev, O.V. Khrystych // Suchasni tekhnologiyi materialy i konstruktsiyi v budivnytstvi. Naukovo-tekhnichnyy zbirnyk. – Vinnytsya: UNIVERSUM-Vinnytsya. – 2011. – №1(10). – S. 57-61.
4. Kas'kin V. I. Doslidne vprovadzhennya asfal'tobetonnykh sumishey iz zoloyu-vynosu / V. I. Kas'kin, O. V. Sokolov // Visnyk natsional'noho transportnoho universytetu. Seriya tekhnichni nauky. – 2023. – Vypusk 1 (55). – S. 124-130.
5. Smal' M.V. Svitovyy dosvid povtornoho vykorystannya betonu v budivel'nomu vyrobnytstvi / M. V. Smal', O. V. Dzyubyns'ka, O. V. Shelkovych // Suchasni tekhnologiyi ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi. – 2017. – №7. – S.233-238.
6. Pro zastosuvannya vidkhodiv vyrobnytstva v dorozhn'omu budivnytstvi : Rozporyadzhennya Kabinetu ministriv Ukrayiny vid 04.12.2019 N 1420-r // Baza danykh Zakonodavstvo Ukrayiny / Verkhovna rada Ukrayiny. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1420-2019-%D1%80#Text> (data zvernennya: 20.01.2021).
7. DSTU B V.2.7-319:2016 Sumishi asfal'tobetonni i asfal'tobeton dorozhniy ta aerodromnyy. Metody vyprobuvan'. Kyiv, 2016. 71.s (Informatsiya ta dokumentatsiya).
8. DSTU B V.2.7-119:2011 Sumishi asfal'tobetonni i asfal'tobeton dorozhniy ta aerodromnyy. Tekhnichni umovy. Kyiv, 2012. 75.s (Informatsiya ta dokumentatsiya).

Христич Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. Email: dockhristich@i.ua. ORCID: 0000-0003-0166-547X

O. Khrystych

FILLERS FOR CONSTRUCTION MIXTURES FROM RECYCLING PRODUCTS OF SOLID INORGANIC WASTE

Vinnitsa National Technical University

The substantiation of the need to develop and implement new resource-saving technologies for the production of construction mixtures using aggregates obtained as a result of complex processing of solid inorganic construction waste is provided. Analytical studies of technogenic waste processing technologies for obtaining building materials have been conducted. The results of the study of the experience of construction scrap processing are presented, with confirmation of the expediency of the fact that the technology of recycling accumulated construction scrap dumps in the territory where the destroyed buildings were located does not require any new specialized measures. The projected volumes of building materials in the composition of residential construction objects with various quantitative parameters of the constituent components of the elements of the fencing structures are presented. Analytical studies have established that the accumulated volumes of construction scrap from the destruction of elements of buildings and structures in the vast majority include the remains of concrete, reinforced concrete, expanded clay concrete, brickwork made of ceramic and silicate products. Experimental series of aggregate samples were made using experimental samples of construction scrap, their granulometric characteristics were determined and physical parameters were investigated. With the use of regulatory and technical literature, the predicted prescription parameters of the concrete mixture using a new variety of aggregates obtained by re-processing of construction scrap were compiled. The presence of reactive substances on the surface of the obtained aggregates was substantiated and the presence of increased physical and mechanical characteristics of the samples with a decrease in the binder content was confirmed. Recipe and technological parameters for the production of wall building materials using the obtained multicomponent building mixtures are proposed. The results of tests of physical and mechanical characteristics of test samples of concrete using aggregates from solid inorganic waste are presented.

Keywords: coarse aggregate, mineral powder, asphalt mixtures, buildings, physical and mechanical characteristics of asphalt concrete, recycling technologies, organic binders, construction scrap, construction mixtures, resource saving, recipe parameters, gradation of asphalt concrete.

Khrystych Oleksandr V. – associate professor, associate professor of department MBPC the Vinnytsya national technical universit, Vinnytsya. e-mail: dockhristich@i.ua. ORCID: 0000-0003-0166-547X.