

УДК 625.7  
UDC 625.7

## НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗОЛОШЛАКІВ ТЕС У БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Мозговий В.В., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна  
Пугач М.О., Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, Київ, Україна

Мозгова Л.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна

Куцман О.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

Чиженко Н.П., Національний транспортний університет, Київ, Україна

Соколюк М.Ю., Національний транспортний університет, Київ, Україна

## AREAS OF USING OF ASH-AND-SLAG TPP IN ROAD CONSTRUCTION

Mozgovyy V., Doctor of science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Pugach M., Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Mozgova L., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Kutsman OM, National Transport University Kyiv, Ukraine

Chyzhenko NP, National Transport University Kyiv, Ukraine

Sokoljuk M.Y., National Transport University, Kyiv, Ukraine

## НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛОШЛАКОВ ТЭС В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Мозговой В. В., доктор технических наук, Национальный транспортный университет Киев, Украина

Пугач М.О., Министерство регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины, Киев, Украина

Мозговая Л.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Куцман А.Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Чиженко Н.П., Национальный транспортный университет Киев, Украина

Соколюк М.Ю., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Багато країн світу, у тому числі й Україна, для отримання електричної енергії використовують теплові електростанції (ТЕС), паливом на яких є кам'яне і буре вугілля.

Технологією передбачається спалювання вугілля в пилоподібному стані і подальше видалення відходів виробництва – золи і шлаків – за допомогою гідротранспорту в накопичувачі – золошлаковідвали.

Утилізація відходів ТЕС – одна з актуальних проблем сучасності. В даний час в цілому по країні утилізується не більше 5 – 10 % золошлакового матеріалу в різних галузях будівництва і промисловості. Залишок зберігається в золошлаковідвалах без використання. При цьому накопичення золошлаків не припиняється, а, з урахуванням зростаючих потреб в електроенергії і недостатніх темпів розвитку інших джерел її виробництва, можна припустити збільшення кількості складованих золошлакових відходів.

Відомо, що навіть при нормальній експлуатації золошлаковідвалів мають місце прояви несприятливих геоecологічних процесів і явищ, що порушують екологічну рівновагу в районах їх розміщення.

Разом з тим золошлакові матеріали за хімічним і мінералогічним складом багато в чому ідентичні природній мінеральній сировині. Використання їх в промисловості, будівельній індустрії і сільському господарстві – один із стратегічних шляхів вирішення екологічної проблеми в зоні роботи ТЕС.

Реальний вихід у використанні золошлаків як вторсировини в сфері будівництва: від виготовлення бетону, цементу, цегли до прокладання доріг. Є досвід в українських партнерів – Польський союз з утилізації продуктів спалювання палива активно працює в цьому напрямку.

Сьогодні золошлаки належать до відходів, але в нашій країні вже досягли розуміння, що це продукт, цінний матеріальний ресурс.

При будівництві автомобільної дороги більше 50 % її вартості складає вартість матеріалів. На будівництво 1 км дороги, в залежності від її категорії та місцевих умов потрібно від 6 до 60 тис.м<sup>3</sup> ґрунту для спорудження земляного полотна; 1,5-6,0 тис.м<sup>3</sup> піску для дренажного і морозозахисного шару; 0,8-5,4 тис.м<sup>3</sup> щебеню, або ґрунту, укріпленого в'язучими матеріалами, для шарів основи та ін. матеріали для шарів покриття [1]. Зменшення потреби в цих матеріалах, а особливо найбільш дорогих і дефіцитних, та підвищення ефективності їх використання – одна з найбільш актуальних проблем, від вирішення якої залежить науково-технічний прогрес в дорожній галузі.

Виділення невирішених питань. В останні роки наукові дослідження, особливо вітчизняних вчених, показали нові напрямки ефективного застосування золо-шлакових сумішей при створенні шлако-лужних в'язучих, розроблено і впроваджуються на практиці відповідні нормативні документи. Водночас недостатньо було приділено уваги розробці раціональних шляхів застосування золо-шлакових сумішей у сучасних економічних умовах для дорожнього будівництва України. Тому є потреба і можливість застосовуючи існуючі надбання проявити ініціативу зацікавлених організацій у вдосконаленні практичних шляхів застосування золо-шлакових сумішей в дорожньому будівництві за допомогою конкретних розробок та використання у практиці ремонту та будівництва автомобільних доріг і вулиць.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Про позитивні результати застосування золошлакових сумішей свідчать велика кількість публікацій, що висвітлюють світовий та вітчизняний досвід, а також розроблені нормативні документи. За часів СРСР були розроблені методичні рекомендації по визначенню раціональної відстані перевезення відходів ТЕС при будівництві автомобільних доріг в залежності від конструкції дорожнього одягу, складу сумішей дорожньо-будівельних матеріалів в базовому та новому варіантах будівництва, цін на матеріали, виду транспорту для перевезення. Основними нормативними документами, які регламентували технічну можливість використання відходів ТЕС в дорожньому будівництві були: «Технические указания по использованию зол уноса и золошлаковых смесей от сжигания различных видов твердого топлива для сооружения земляного полотна и устройства дорожных оснований и покрытий автомобильных дорог» ВСН 185-75(М.,1976), «Методические рекомендации по использованию золошлаковых смесей ТЭС для устройства укрепленных оснований и морозозащитных слоев дорожных одежд» (СоюздорНИИ. М., 1977) та «Методические рекомендации по технологии применения в асфальтобетоне отвальных золошлаковых смесей теплостанций» (СоюздорНИИ. М., 1978) [3]. Вони ґрунтуються на узагальнених результатах досліджень СоюздорНИИ та його філіалів, ГипродорНИИ, ДерждорНДІ та ряду інших науково-дослідних організацій з врахуванням виробничого досвіду.

Завдяки багаторічним дослідженням наукового колективу НДІ в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського при Національному університеті будівництва і архітектури розроблені наукові основи, технологічні прийоми та нормативно-технічні документи з виготовлення шлако-лужних в'язучих при використанні відходів ТЕС.

Подальший розвиток класифікація лужних цементів отримала в Державному стандарті ДСТУ Б В.2.7-181:2009 «Цементи лужні. Технічні умови». Цим стандартом передбачається гармонізація споживчих властивостей цементів, наближення наведених в ньому технічних вимог до технічних вимог, прийнятих в європейському стандарті EN 197-1.

ДСТУ Б В.2.7-181 охоплює досить широке коло речовин, що можуть використовуватися в якості сировинних компонентів лужних цементів, враховуючи більш як 50-річний досвід промислового виробництва таких цементів, технічні спостереження за об'єктами будівництва на їх основі.

Шляхи вирішення зазначеної проблеми. Золошлакові суміші вже давно застосовуються в дорожньому будівництві в різних конструктивних елементах дорожнього одягу – від земляного полотна до верхніх шарів покриття автомобільних доріг різних категорій.

Велика кількість прикладів використання золошлакових сумішей при влаштуванні насипу земляного полотна автомобільних доріг свідчить про те, що це є одним із важливих резервів у будівництві вітчизняних доріг і може вирішити проблему дефіциту ґрунтів в Україні, кар'єри яких вже розташовані на розпайованих землях.

Золошлакові суміші використовують в якості матеріалу для спорудження насипів земляного полотна або малоактивної гідравлічної добавки у поєднанні з цементом при укріпленні ґрунтів на дорогах III-IV категорій.

Не мало прикладів також застосування золошлакових сумішей асфальтобетонних та органо-мінеральних сумішей на основі бітумних в'язучих. В таких сумішах відходи ТЕС застосовували як дуже важливу складову у вигляді мінерального порошку, а також як інертні наповнювачі.

Практика застосування лужних цементів показала можливість використання негранульованих доменних шлаків, гранульованих шлаків інших виробництв при їх відповідній модифікації іншими речовинами.

Лужні цементи здатні до модифікування хімічними добавками, перш за все пластифікуючої і гідрофобізуючої дії. В разі виробництва таких цементів в умовному їх позначенні використовуються відповідні додаткові літери. Можливе також модифікування лужних цементів введенням мінеральної добавки у вигляді природної або випаленої глини (метакаолін) в кількості не більше 10% для покращання спеціальних властивостей цементу.

Розробка напрямків застосування матеріалу. Для використання в якості ґрунту земляного полотна автомобільних доріг необхідно дотримуватись вимог ДБН В.2.3-4 [4], які передбачають застосовувати ґрунти за класифікацією, що відповідає ДСТУ Б В.2.1-2 [5]. Згідно цієї класифікації золошлакові суміші ТЕС відносяться до IV класу – техногенних дисперсних ґрунтів, до типу – відходи виробничої та господарської діяльності, до виду – золошлаки. Золошлакові суміші ТЕС можуть використовуватись як самостійно, так і як гранулометричні домішки до ґрунту для оптимізації його зернового складу. Це дає можливість для кожного конкретного об'єкту використовувати золошлакові суміші після отримання технологічних та фізико-механічних характеристик: оптимальної вологості, максимальної щільності скелету ґрунту, пористості, дійсної щільності, коефіцієнту фільтрації, міцнісних характеристик (кут внутрішнього тертя, питоме зчеплення), деформативних характеристик (модуль пружності, модуль деформації, коефіцієнт поперечної деформації) та інші.

Для використання при влаштуванні шарів дорожніх одягів з ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами необхідно, щоб золошлакові суміші ТЕС відповідали вимогам ВБН В.2.3-218-541 [6]. Золошлакові суміші ТЕС можуть бути застосовані, як дрібні заповнювачі та крупні заповнювачі, що відповідаючи вимогам ДСТУ Б В.2.7-29 [7 та ДСТУ Б В.2.7-74 [8] до дрібних та крупних заповнювачів із відходів промисловості у різноманітних розчинах та сумішах загально-будівельного та дорожнього призначення. Зокрема при виготовленні бетонних сумішей у відповідності з вимогами ДСТУ Б В.2.7-211, а також при влаштуванні неукріплених та укріплених щелебневих і гравійних шарів основ дорожніх одягів у відповідності з ВБН В.2.3-218-189 [9]. Крім того як компоненти в'язучого золошлакові суміші ТЕС також можуть бути використані у виготовленні шлаколужних цементів на заміну традиційного портландцементу. З цією метою потрібно здійснити всі необхідні стандартні процедури проектування і підбору рецептів вказаних вище матеріалів, виконуючи необхідні лабораторні випробування.

Золошлакові суміші ТЕС також можуть бути застосовані, як мінеральні компоненти органо-мінеральних сумішей, як холодних так і гарячих при дотриманні вимог ТУУ В.2.7-45.2-00018112-239 [10]. Такі органо-мінеральні суміші можуть бути використані, як при влаштуванні шарів основи, так і шарів покриття місцевих доріг при їх будівництві і реконструкції, а також капітального та поточного ремонту автомобільних доріг загального користування в усіх дорожньо-кліматичних зонах України згідно з ДБН В.2.3-4 [1].

При дотриманні вимог СОУ 42.1-37641918-104 [11] золи-виносу та суміші золошлакові теплових електростанцій можуть бути застосовані для наступних видів робіт:

- як складова в залежності від виду може застосовуватись при приготуванні цементобетонних сумішей для основи конструкцій дорожнього одягу жорсткого типу і для щелебнево-піщаних та гравійно-піщаних сумішей укріплених цементом.

- суміші золошлакові I групи призначаються для влаштування додаткових шарів основи дорожнього одягу (дренуючих та морозозахисних шарів), а також як складова суміші щелебнево-піщаної або суміші ґрунтової. Золошлакові суміші цієї групи, укріплені неорганічними в'язучими, придатні для будівництва основи дорожнього одягу.

- суміші золошлакові II групи можуть бути використані для будівництва основ тільки спільно з добавкою не менше ніж 50 % щелебню або після їх укріплення неорганічними в'язучими.

- суміші золошлакові III групи можуть бути використані спільно з вапном або цементом для укріплення крупно-уламкових сумішей або незв'язних ґрунтів.

- суміші золошлакові I-III групи можуть застосовуватись для будівництва насипів земляного полотна згідно з ДБН В.2.3-4 [4], ВБН 2.3-218-171.

Крім того є потенційна можливість на основі простих додаткових досліджень розробити рекомендації по більш ефективному використанні золошлаків ТЕС в матеріалах для здійснення ямкового ремонту, особливо, для несприятливих умов згідно з ВБН В. 3.2-218-542 [12], а також при виконанні робіт по влаштуванні шарів основи автомобільних доріг методом холодного ресайклінгу згідно з ВБН В.2.3-218-539 [13] і роботах, що ще непередбачені чинними нормативними документами.

Висновки.

Зола сухого відбору в дорожньому будівництві може бути застосована як:

- повільнотвердіюче самостійне в'язуче для влаштування шарів основ дорожніх одягів із укріплених ґрунтів та кам'яних матеріалів;
- активна гідравлічна добавка у поєднанні з неорганічними в'язучими (цементом або вапном) для влаштування шарів основ;
- активна гідравлічна добавка у поєднанні з бітумними або полімер бітумними в'язучими;
- складова частина мінерального порошку або для його заміни при приготуванні асфальтобетонної суміші;

Відвальні золошлакові суміші гідро видалення в дорожньому будівництві може бути застосована як:

- техногенний ґрунт для влаштування дорожніх насипів;
- матеріал, укріплений цементом або іншими в'язучими, для влаштування шарів основ і додаткових шарів основ дорожніх одягів;
- малоактивна гідравлічна добавка до вапна для приготування зола вапняних в'язучих при укріпленні ґрунтів та кам'яних матеріалів;
- на заміну мінерального порошку і частково піску при приготуванні асфальтобетону;
- заповнювач для виготовлення важкого піщаного бетону.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Е.И. Путилин, В.С. Цветков - Применение зол уноса и шлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог// ФГУП «СоюздорНИИ», обзорная информация; 36 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-211-2009 - Суміші зола шлакові теплових електростанцій для бетонів. Технічні умови.
3. Методические рекомендации по определению экономически рациональной области использования отходов ТЭС и ГРЭС в дорожном строительстве: М., 1987, 50 с.
4. ДБН В.2.3-4:2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
5. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація.
6. ВБН В.2.3-218-541:2010 Споруди транспорту. Влаштування шарів дорожніх одягів з ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами.
7. ДСТУ Б В.2.7-29-95 Будівельні матеріали. Дрібні заповнювачі природні, із відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Класифікація.
8. ДСТУ Б В.2.7-74-98 Строительные материалы. Крупные заполнители природные, из отходов промышленности, искусственные для строительных материалов, изделий, конструкций и работ.
9. ВБН В.2.3-218-189-2005 Споруди транспорту. Влаштування неукріплених та укріплених щебених і гравійних шарів основ дорожніх одягів.
10. ТУУ В.2.7-45.2-00018112-239:2005 Суміші органо-мінеральні холодні та гарячі дорожні. Технічні умови.
11. СОУ 42.1-37641918-104:2013 Золи-виносу та суміші зола шлакові теплових електростанцій для дорожніх робіт. Технічні умови.
12. ВБН В. 3.2-218-542:2009 Проведення аварійних робіт з ліквідації ямковості на асфальтобетонному покритті автомобільних доріг у холодний період року за несприятливих погодних умов.
13. ВБН В.2.3-218-539:2007 Споруди транспорту. Влаштування шарів дорожнього одягу автомобільних доріг загального користування із холодних сумішей, що містять фрезерований асфальтобетон.

## REFERENCES

1. E.I. Poutilin, V.S. Tsvetcov - Application of fly ash and cereal mixes in the construction of roads // FGOUP «SoyozdorNII», an overview; 36 p. (Rus)
2. DSTU V.2.7-211-2009 - Mixtures of ash-and-slag concrete for thermal power plants. Specifications. (Ukr)
3. Methodical recommendations to determine the economically rational the use of waste thermal and hydroelectric power station in road construction: Moscow, 1987, 50 p. (Rus)
4. DBN V.2.3-4:2007 Buildings of transport. Highways. Part I. Planning. Part II. Building. (Ukr)
5. DSTU B.2.1-2-96 Bases and foundations of buildings and structures. Soils. Classification. (Ukr)
6. VBN V.2.3-218-541: 2010 transport facilities. Placing pavement layers of soil, fortified binder. (Ukr)
7. DSTU B V.2.7-29-95 Building materials. Fine aggregate, natural, with industrial waste, for artificial building materials, products, structures and works. Classification. (Ukr)
8. DSTU B V.2.7-74-98 Building Materials. Natural coarse aggregates, waste industry for artificial building materials, products, structures and works. (Rus)
9. V.2.3 VBN -218 -189 -2005 transport facilities. Placing the unfortified and fortified crushed stone and gravel layers bases pavements. (Ukr)
10. TUU.2.7 -45.2-00018112-239: 2005 Organic-mineral mixes hot and cold road. Specifications. (Ukr)
11. SOU 42.1-37641918-104:2013 removal of fly ash and slag mixture of gold thermal power plants for road works. Specifications. (Ukr)
12. VBN 3.2-218-542:2009 emergency works to eliminate holes on asphalt covering roads in the cold period of the year due to adverse weather conditions. (Ukr)
13. VBN V2.3-218-539: 2007 transport facilities. Placing pavement layers of public roads with cold mixtures containing milled asphalt. (Ukr)

## РЕФЕРАТ

Мозговий В.В. Напрямки застосування золошлаків ТЕС у будівництві автомобільних доріг / В.В. Мозговий, М.О. Пугач, Л.А. Мозгова, О.М. Куцман, Н.П. Чиженко, М.Ю. Соколюк // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2014. – Вип. 29.

Стаття присвячена огляду застосування золошлаку, як перспективного матеріалу у сфері будівництва автомобільних доріг. Прийнято до уваги комплексні властивості та склад матеріалу і, відповідно, проблематику застосування в Україні, виходячи із екологічних технологій виробництва.

Об'єкт дослідження – золошлаки, як відходи ТЕС.

Мета роботи – визначення перспективних напрямків застосування золошлаків у дорожньому будівництві.

Метод дослідження: статистичний аналіз наукових видань, технічної та нормативної літератури.

На даний час в багатьох країнах, в тому числі і в Україні, накопичено млн. тон відвалів золошлакових матеріалів, а також достатній досвід їх використання в різних сферах народного господарства. Однак рівень утилізації таких матеріалів складає приблизно 10%. Тому використання відходів від спалювання твердого палива не тільки задача економії матеріальних ресурсів, а й проблема зростаючого забруднення навколишнього середовища. Підвищення рівня утилізації золошлаків шляхом впровадження їх як матеріал дорожнього будівництва є перспективним напрямком додання екологічних проблем та орієнтування на застосування доступного та ефективного матеріалу.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЗОЛОШЛАКОВА СУМІШ, АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ, КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ, ЗЕМЛЯНЕ ПОЛОТНО, ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНА СУМІШ, ЦЕМЕНТОБЕТОН.

## ABSTRACT

Mozgovyy V.V., Pugach M.O., Mozgova L.A., Kutsman O.N., Chyzenko N.P., Sokolyuk M. Areas of using ash and slag TPP in road construction. Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2014. – Vol. 29.

The article provides an overview of the application of ash-and-slag as a promising material in the construction of highways. Take into account the complex properties and composition of the material and, therefore, problematic use in Ukraine, based on environmental technologies.

Object of study - ash-and-slag as waste power station.

Purpose - identifying promising areas the ash-and-slag use in road construction.

Method: statistical analysis of scientific publications, technical and normative literature.

Currently, in many countries, including Ukraine, have accumulated heaps million tons of slag materials as well as sufficient experience of their use in different sectors of the economy. However, the level of utilization of these materials is approximately 10 %. Therefore, the use of waste from the combustion of solid fuels is not only the problem of saving material resources, but also the growing problem of environmental pollution. Increased utilization ash-and-slag by implementing them as a road construction material is a promising area of dealing with environmental issues and use of accessible and effective material.

KEYWORDS: MIXTURE ASH-AND-SLAG, ROADS, DESIGN OF PAVEMENT, SUBGRADE, ORGANIC- MINERAL MIXTURES, CEMENT-CONCRETE.

#### РЕФЕРАТ

Мозговой В.В. Направления применения золошлаков ТЭС в строительстве автомобильных дорог / В.В. Мозговой, М.О. Пугач, Л.А. Мозговая, А.Н. Куцман, Н.П. Чиженко, М.Ю. Соколюк // Вестник Национального транспортного университета. – К. : НТУ, 2014. – Вып. 29.

Статья посвящена обзору применения золошлаков, как перспективного материала в сфере строительства автомобильных дорог. Принято во внимание комплексные свойства и состав материала и, соответственно, проблематику применения в Украине, исходя из экологических технологий производства.

Объект исследования - золошлаки, как отходы ТЭС.

Цель работы - определение перспективных направлений применения золошлаков в дорожном строительстве.

Метод исследования: статистический анализ научных изданий, технической и нормативной литературы.

В настоящее время во многих странах, в том числе и в Украине, накоплен млн. тонн отходов золошлаковых материалов, а также достаточный опыт их использования в различных сферах народного хозяйства. Однако уровень утилизации таких материалов составляет примерно 10%. Поэтому использование отходов от сжигания твердого топлива не только задача экономии материальных ресурсов, но и проблема растущего загрязнения окружающей среды. Повышение уровня утилизации золошлаков путем внедрения их в качестве материала дорожного строительства является перспективным направлением преодоления экологических проблем и применения доступного и эффективного материала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА : ЗОЛОШЛАКОВАЯ СМЕСЬ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ, КОНСТРУКЦИЯХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД, ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА, ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЬ ЦЕМЕНТОБЕТОНА.

#### АВТОРИ:

Мозговий Володимир Васильович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: mozgoviy@gmail.com, тел. +380442859528, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 317.

Пугач Михайло Орестович, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, перший заступник начальника управління капітального будівництва, тел. +38044249-34-82, 03037 м. Київ, вул. М.Кривоноса, 2-А.

Мозгова Людмила Анатоліївна, Національний транспортний університет, старший науковий співробітник кафедри електроніки і обчислювальної техніки, тел. +380442846439, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1., к. 326.

Куцман Олександр Михайлович, Національний транспортний університет, асистент, кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, тел. +380442859528, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1., к. 326.

Чиженко Наталія Петрівна, Національний транспортний університет, асистент, кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, тел. +380442859528, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1., к. 326.

Соколюк Максим Юрійович, Національний транспортний університет, студент четвертого курсу, кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, тел. +380442859528, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1., к. 326.

**AUTHOR:**

Mozgovyy Volodymyr V., Doctor of science, professor, National Transport University, chairman of road building materials and chemistry department, e-mail: mozgoviy@gmail.com, tel. +380442859528, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str.1, of 317.

Pugach Michael O., Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine, First Deputy Head of the Department of Capital Construction, tel. +38044249-34-82, 03037 Kyiv, str. M.Kryvonosa 2-A.

Mozgova Lyudmila A., senior research scientist of electronics and computer technology department, tel. +380442859528, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str.1, of 326.

Kutsman Alexander, National Transport University, Assistant Professor, Department of Road Construction Materials and Chemistry, Tel. +380442859528, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1, K 326.

Chyzenko Natalya, National Transport University, Assistant Professor, Department of Road Construction Materials and Chemistry, Tel. +380442859528, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1, K 326.

Sokolyuk Maksym, National Transport University, fourth year student, Department of Road Construction Materials and Chemistry, Tel. +380442859528, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1., K 326.

**АВТОРЫ:**

Мозговой Владимир Васильевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой дорожно-строительных материалов и химии, e-mail : mozgoviy@gmail.com, тел. +380442859528, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 317.

Пугач Михаил Орестович, Министерство регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины, первый заместитель начальника управления капитального строительства, тел. +38044249-34-82, 03037 г. Киев, ул. Кривоноса, 2-А.

Мозговая Людмила Анатольевна, Национальный транспортный университет, старший научный сотрудник кафедры электроники и вычислительной техники, тел. +380442846439, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1., к. 326.

Куцман Александр Михайлович, Национальный транспортный университет, ассистент, кафедры дорожно-строительных материалов и химии, тел. +380442859528, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1., К. 326.

Чиженко Наталья Петровна, Национальный транспортный университет, ассистент, кафедры дорожно-строительных материалов и химии, тел. +380442859528, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1., К. 326.

Соколюк Максим Юрьевич, Национальный транспортный университет, студент четвертого курса, кафедры дорожно-строительных материалов и химии, тел. +380442859528, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1., К. 326.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Гоц В.І., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, декан будівельно-технологічного факультету, Київ, Україна.

Славінська О.С., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан дорожньо-будівельного факультету, Київ, Україна.

**REVIEWER:**

Goc V.I., Doctor of science, professor, Kyiv National University of building and architecture, dean of building-technology faculty, Kyiv, Ukraine.

Slavinska O.S., Doctor of science, professor, National Transport University, dean of road building faculty, Kyiv, Ukraine.