

ЗВІТ
щодо проведення аналізу ситуації з золошлаковими відвалами на території
Львівської та Івано-Франківської областей
в рамках реалізації Проекту Програми Транскордонного Співробітництва
Польща-Білорусь-Україна 2007 – 2013 «Розвиток підприємництва шляхом
покращення доступу до інвестиційних ділянок у місті Любачів та гміні Любачів, а
також відновлення деградованих земель Яворівського району та м.Новий Розділ»

Частина 2

Дослідження підготовлено

командою експертів аналітичного центру
«Спільнота Соціально Відповідальний Бізнес» (www.svb.org.ua)

Львів – 2015

Reference number of the grant contract: IPBU.01.02.00-18-486/11-00

Title of the grant contract: Enterprise development through making investment areas of the Municipality of Lubaczów accessible and the recultivation of degraded areas of Yavoriv and Novyi Rozdil districts.



Зміст

1.	Практики використання золожужелових матеріалів у Європейському Союзі та світі	4
1.1	Огляд стратегій використання золи та дотичних матеріалів в країнах ЄС та світі	4
1.2	Нормативний огляд та технічні вимоги до золи та дотичних матеріалів в країнах ЄС	5
1.3	Європейські стандарти стосовно продуктів згоряння вугілля у дорожньому будівництві	9
1.4	Досвід утилізації золи в США	13
1.5	Успішні приклади використання золи в країнах ЄС та світі	13
2.	Методичні рекомендації щодо застосування золожужелових матеріалів ДТЕК Бурштинської та Добротвірської ТЕС у дорожньому будівництві	17
2.1	Опис розробки та загальні положення	17
2.2	Методичні рекомендації з використання золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС у дорожньому будівництві	21
2.2.1	Технічні вимоги на золошлакову суміш ДТЕК Бурштинської ТЕС	21
2.2.2	Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС при будівництві насипів земляного полотна та основи дорожнього одягу в неукріпленому стані - Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС для будівництва насипів земляного полотна - Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС як гранулометричних добавок для поліпшення властивостей ґрунтів - Застосування золошлакових матеріалів при будівництві шарів основи дорожнього одягу - Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС при будівництві укріплених гарів дорожнього одягу - Технологія виконання робіт з влаштування укріплених шарів дорожнього одягу з використанням золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС - Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС в дорожніх цементобетонах - Застосування золошлаку як протиожезедного матеріалу - Контроль якості будівництва (вхідний, операційний, приймальний)	24

	• Техніка безпеки при виконанні робіт • Транспортування та зберігання	
2.3	Методичні рекомендації з використання золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС у дорожньому будівництві.	45
2.3.1	Технічні вимоги на золу-виносу та золошлакову суміш ДТЕК Добротвірської ТЕС	45
2.3.2	Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС при будівництві насипів земляного полотна та основи дорожнього одягу в неукріпленому стані • Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС для будівництва насипів земляного полотна • Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС як гранулометричних добавок для поліпшення властивостей ґрунтів • Застосування золошлакових матеріалів при будівництві шарів основи дорожнього одягу • Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС при будівництві укріплених гарів дорожнього одягу • Технологія виконання робіт з влаштування укріплених шарів дорожнього одягу з використанням золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС • Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС в дорожніх цементобетонах • Застосування золошлаку як протиожедного матеріалу • Контроль якості будівництва (вхідний, операційний, приймальний) • Техніка безпеки при виконанні робіт • Транспортування та зберігання	48
3	Формування нових видів промисловості на основі золожужелових матеріалів	67
4	Література	72

1. Практики використання золожужелових матеріалів за кордоном

1.1. Огляд стратегій використання золи та дотичних матеріалів в країнах ЄС та світі

У Західній Європі та Японії при ТЕС практично ліквідовані золовідвали. Суха зола надходить у силоси, побудовані поруч з головними корпусами ТЕС. Наприклад, у Німеччині на багатьох електростанціях ємність силосів становить 40-60 тис. тон, і обов'язково будуються невеликі силоси з добовою і дводобовою ємністю, з яких відбираються проби для лабораторного аналізу золи, і в яких вона технологічними методами перемішування і об'ємного дозування за фракційним складом доводиться до відповідності нормативним вимогам, після чого зола перевантажується в силоси-сховища.

У Німеччині функціонує найбільша на Європейському континенті фірма по використанню зол ТЕС - Bau Mineral (BM) - дочірня фірма енергосистеми. Ця компанія - сполучна ланка між ТЕС і будівельною індустрією. BM міста Хертен була утворена в 1989 р шляхом злиття двох компаній, які до 1989 вже володіли 30-річним досвідом у використанні побічних продуктів електростанцій. BM - надійний партнер ТЕС і будіндустрії. Компанія гарантує придбання побічних продуктів ТЕС за допомогою операторів самих ТЕС. BM має власну систему перевезень і зберігання побічних продуктів ТЕС. Транспорт здійснюється вантажівками, залізницею і морськими судами. Сильна сторона компанії - своєчасне транспортування. BM - це більше 100 службовців у 8 регіонах, сукупна ємність сховищ - 200 тис. тон, більше 50 спецтранспортних засобів, що мають ємністю перенесення 600 тис. тон. Щорічно BM реалізує більше 3 млн. тон золошлаков ТЕС. Продукція BM відповідає стандартам та інструкціям DIN, піддаючись зовнішньому контролю з боку інститутів тестування будматеріалів. Основа гарантії якості - безперервний контроль продукції у власних прекрасно обладнаних лабораторіях тестування будматеріалів. BM працює без посередників, між ТЕС і будівельниками посередників немає, крім BM. Технічна компетентність, економічна міць, новаторські і творчі ідеї по відношенню до використання побічного продукту ТЕС - основа процвітання BM.

У Німеччині створено і діє Технічний Союз користувачів побічного продукту ТЕС (Союз). За даними Союзу, в 2001 році в Німеччині вироблено 25 млн. тон побічного продукту ТЕС. З 4,3 млн. тон летючої золи 3,5 млн. тон відповідає Європейському стандарту на летючу золу для матеріалів з летючої золи. Використання летючої золи - найважливіший показник рівня технічного розвитку енергетики та будівництва. Області використання: добавки в бетон, розчин, цемент, силікатні вироби, виробництво цегли, підземне і дорожнє будівництво. Основний напрямок - заміна цементу. У

Німеччині немає ТЕС без силосів для золи. Наприклад, на ТЕС "Мольков" загальний обсяг силосів 60 тис. тон, вихід золи - 600 тис. тон / рік. При ТЕС немає ніяких відвалів золи. Побічні продукти ТЕС експортуються в сусідні країни. Для летючої золи обов'язкова наявність сертифіката, якщо вона йде в будівництво і будівельну індустрію. Діапазон цін на цемент і золу - основа інтересу споживача. Жоден виробник бетону в Німеччині не обходиться без золи. У Німеччині 3,1 млн. тон цементу замінюється золою. Зола утилізується екологічно чистим методом. Економляться ресурси, енергія, необхідна для виробництва цементу, скорочений викид CO₂ на 3,1 млн. тон (при виробництві 1 т цементу відбувається викид 1 тони CO₂), що дуже істотно в світлі вимог Кіотського протоколу зі зниження викидів CO₂. Окупаються витрати на силоси, транспорт, зарплату. Електростанція (ТЕС) - виробник продуктів, а не відходів. Однорідність - головне для золи.

У США будівельники законодавчо зобов'язані застосовувати золу ТЕС в бетонах і розчинах. порушники піддаються економічним санкціям з боку держави. У Китаї золошлаки ТЕС відпускаються споживачам безкоштовно.

1.2 Нормативний огляд та технічні вимоги до золи та дотичних матеріалів в країнах ЄС

Переваги використання продуктів спалювання вугілля у дорожньому будівництві:

- Економічність, витравалість та множинність способів використання таких матеріалів;
- Матеріал має низьку щільність (1,1-1,3 кг/м³ після утряски), що дозволяє знизити витрати на транспортування до 40%;
- Такі матеріали переважно доступні в усіх регіонах, що не вимагає додаткового транспортування та уможливорює планування;
- Значна міцність та морозостійкість матеріалу;
- Екологічність через зменшення забруднення атмосфери та використання земельних ресурсів для золовідвалів.

У Німеччині золошлакові матеріали переважно використовуються у захисних шарах під час побудови насипів та споруд та будівництва дамб. Існує низка дослідницьких груп при інститутах, які займаються відстеженням та вивченням властивостей зольних матеріалів як основ для споруд з потребами у гідравлічному опорі. Результати досліджень гідравлічно-опірних властивостей силікатних та кальцієвих зол у Німеччині стали основою пропозицій щодо впровадження європейського стандарту EN 14227-3 у національне законодавство щодо дорожнього будівництва.

У Німеччині також було впроваджено кілька дослідницьких проектів щодо використання зольних матеріалів у дорожньому будівництві, наприклад дослідження придатності зольних матеріалів для використання у дорожній основі у відповідності до європейських стандартів (проект Fe 08.0181/2004/NGB, bundesanstalt für straßenbau (BAST), 2008). Водночас безпосереднє практичне використання золи у дорожньому будівництві розпочалось у 1982 р. із будівництвом дороги біля міста Люнен. Під час будівництва було використано 250 тис. т. легкої (летючої) золи. Впродовж 2001-2005рр. було реалізовано кілька проектів, в яких легка зола використовувалась для дорожньої основи, шумових бар'єрів, розширення доріг, будівництва паркувальних площадок та інших площ.

У Великобританії щорічно використовується близько 40 тис. тон зольних матеріалів для основи та шарів дорожнього одягу. Специфікації (стандарти) для Дорожнього Будівництва (Specifications for Highway Works) охоплюють питання використання золи та стосуються усіх доріг у Великобританії. Ці стандарти включають усі відомі способи застосування зольних матеріалів, у т.ч. для берегових споруд, гідравлично-опірних основ тощо.

У Португалії було реалізовано кілька пілотних проектів із використання золошлакових матеріалів у дорожньому будівництві та розпочалась розробка національних стандартів використання таких матеріалів.

У Нідерландах до 2004р. використання летючої золи для спорудження структурних основ було неможливим через екологічне регулювання. У 1998р. в Роттердамі розпочався пілотний проект із будівництва загорожі навколо полігону твердних побутових відходів із використанням золошлакових матеріалів. Проектом передбачалось ретельний моніторинг через лабораторне тестування та проведення проб безпосередньо на об'єкті. Результати засвідчили, що використання летючої золи має низку переваг у порівнянні із піском, включаючи нижчу щільність та добру компресувальність.

Немає інформації щодо використання золошлакових матеріалів у дорожньому будівництві або для будівництва основ для загорож та укріплень берегів у Греції. Відомо, що такі об'єкти будуються, проте немає достовірної інформації. Наприклад, відомо, що грецькі ТЕС використовували золошлакові матеріали для будівництва майданчиків на території станцій та також у кількох пілотних проектах. У країні введені в дію стандарти EN 13282 та EN 14227 та Національні Специфікації (стандарти) стосовно використання золи як наповнювача під час проведення розкопок.

У Франції використання золи у дорожньому будівництві є поширеним. Зола від спалювання вугілля використовувалась у суміші з шахтовим камінням, силікатна зола у суміші із кальціємісткою летючою золою та як підоснова у поєднання (суміші) з пісчаником та іншими наповнювачами. У минулому Франція була лідером у Європі у питаннях використання зольних матеріалів у дорожньому будівництві. Цьому сприяла розвинена інфраструктура спеціалізованих дослідницьких лабораторій, технічних стандартів, розмаїття продуктів для дорожнього будівництва тощо. Наприклад, лише дві компанії-лідера (Surschiste, EDF) з виробництва продуктів для дорожнього будівництва на основі золи у 1991-2009рр. виробили (т):

- Матеріали для дорожнього будівництва – 6.706.000
- Інжекційні матеріали (injections) – 1.015.000
- Структурні наповнювачі – 2.235.000

У Польщі використання золи, що утворювались в електрогенерації на вугіллі, для дорожнього будівництва розпочалось у 50-ті. Перші промислові та галузеві стандарти з'явились у 60-тих та 70-тих. Останнє оновлення цих стандартів було проведене у 1997-1998. Стандарт PN-S-96035:1997 регулює характеристики летючої золи, що використовується у дорожньому будівництві. Польські стандарти стосуються лише золи з процесів згорання вугілля у котлах на теплоелектростанціях (котли із розпилюванням вугілля). Наразі ці стандарти не покривають золошлакові матеріали (fluidized bed combustion, FBC) та змішані суміші зольних матеріалів та продуктів очищення сірки (ashes mixed with the flue gas desulphurization products, FGD).

Планування та безпосереднє використання золи у дорожньому будівництві у Польщі тісно корелюється із розміщенням теплоелектростанцій. Тобто у Польщі використання золи пов'язане із мінімізацією транспортного плеча між постачальником сировини (ТЕС) та користувачами (проектами будівництва доріг).

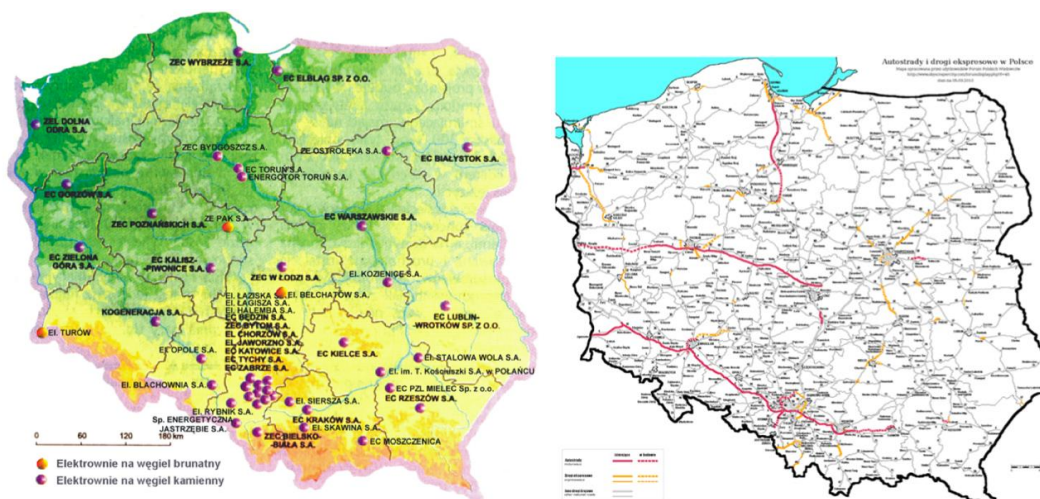


Схема розміщення ТЕС в Польщі

Головні стандарти використання золи для дорожнього будівництва у Польщі: *PN-S-06103:1997 – Автодороги*. Підоснови на основі золоцементів, охоплює використання у будівництві підоснов золи з кам'яного та бурового вугілля (які відповідають стандарту *PN-S-96035:1997* у поєднанні із в'язучими та наповнюючими матеріалами. Цей стандарт виділяє три класи золоцементів за міцністю:

1. Клас R42m = 1,5 + 3,0 МПа
2. Клас R42m = 3,0 + 5,0 МПа
3. Клас R42m = 5,0 + 8,0 МПа

Клас підоснови визначається категорійністю навантаження на дорожнє покриття та розміщенням дорожніх шарів відносно дорожнього узбіччя (головна основа, вторинна підоснова). Допускається вміст золи з кам'яного вугілля (марки РК) у сумішах до 95%.

PN-S-96035:1996 – Автомобільні дороги. Цей стандарт визначає типи та класи летючої золи та їх властивості, прийнятні для дорожнього будівництва. Цей стандарт охоплює золи з кам'яного вугілля (РК) та бурого вугілля (РВ). Додатково стандарт визначає наступні три підкласи:

- РК підклас а – зола як гідралічний додаток до в'язучих матеріалів.
- РК підклас b – зола дрібного помолу як наповнювач для мінеральних сумішей із недостатньою або невідповідною гранулометриєю.
- РВ підклас с – зола як з'єднуючий матеріал.

Цей стандарт також містить вимоги та методичні рекомендації із тестування та використання золи для дорожнього будівництва.

PN-S-02205:1998 – Автомобільні дороги. Земельні роботи. Вимоги та нагляд. Цей стандарт дозволяє, поміж іншого, використання летючої золи (зола викиду) та золошлакових матеріалів для будівництва дорожніх узбіч.

Золошлакові суміші мають відповідати вимогам стандарту PN-S-96035:1997. Дозволяє використання золи викиду для нижніх шарів дорожніх узбіч, за умови, що вони використовуються у захищених від проникнення води зонах. Використання у верхніх шарах дорожніх узбіч дозволяється за умови додавання в'язучих речовин до золи. Стандарт також визначає вимоги до різних шарів дорожнього узбіччя.

PN-S-06102:1997 – автомобільні дороги. Підоснови з сумішей, унормованих у механічний спосіб, в яких зола може використовуватись як складник, що покращує загальні властивості мелених наповнювачів. Якщо суміш не задовольняє технічні вимоги, вона може бути покращена шляхом додавання золи.

PN-S-96012:1997 – автомобільні дороги. Підоснова та земляний шар, зміцнений цементом, включаючи використання золи для покращення гранулометрії та показників ефективності обробленого ґрунту. За цього способу ужитку, зола використовується задля покращення гранулометрії стійких ґрунтів або сумішей.

Національні технічні умови. У Польщі національні стандарти доповнюються національними технічними умовами. У випадку, якщо у конкретній ситуації не існує офіційного діючого польського стандарту, для будівельних матеріалів та промислових заготовок вимагають технічні умови, - свого роду стандарти.

1.3. Європейські стандарти стосовно продуктів згоряння вугілля у дорожньому будівництві

За підготовку та оприлюднення європейських стандартів (EN) щодо використання продуктів згоряння вугілля у дорожньому будівництві відповідає Технічний Комітет ТС 227 Європейської організації з стандартизації (CEN). Цим комітет підготовлено та затверджено наступні європейські стандарти:

- EN 14227-1 – Технічні регламенти для незв'язаних та гідралічно-зв'язаних сумішей. Частина 1: Суміші, зв'язані на цементі, для будівництва несучих шарів та шарів підоснови, для будівництва та утримання несучих шарів та шарів підоснови доріг, аедромів та інших транспортних площин.
- EN 14227-3 – Гідралічно-зв'язані суміші – технічні умови: Частина 3: Суміші зв'язані золою виносу, містить вимоги щодо сумішей, стабілізованих із використанням золи, як складник в'язучого або як головний складник суміші.

- EN 14227-4 - Гідравлічно-зв'язані суміші – Частина 4: Зола виносу у гідравлічно-зв'язаних сумішах, містить набір характеристик та вимог до золи виносу.
- EN 14227-5 - Гідравлічно-зв'язані суміші – Частина 2: Суміші, зв'язані із дорожніми в'язучими. Цей стандарт надає визначення терміну “суміш, зв'язана із дорожнім в'язучим” для ужитку у дорожньому будівництві, будівництві аеродромів та інших транспортних площин та містить докладні рекомендації щодо складників, складу та порядку лабораторного тестування таких сумішей.

Частини дорожньої структури

Верхнє полотно	Дорожнє покриття	
З'єднуючий шар		
Головна підоснова		
Вторинна підоснова		
Оброблена основа	Шар водовідведення	Земельні роботи
	Морозозахисний шар	
	Підсилюючий шар	
Природня основа або насип		

Характеристики золи виносу згідно PN EN 14227-4. У даному стандарті містить інформацію для золи виносу для гідравлічно-зв'язаних сумішей та покриває широкий спектр сфер застосування, зокрема стандарт визначає, що зола виносу може відігравати наступні функції:

- Зв'язувати частини сумішей, тим самим підвищуючи гранулометрію цілої суміші (до 20% вмісту золи)
- Пуцоланової домішки чи навіть безпосередньо в'язучого (вміст золи від 3% до 20%)
- Головного складника зольних сумішей – золоцементів (вміст золи до 97%)
- Вологов'язучої речовини, тим самим підвищуючи стійкість ґрунтів
- Гідравлічної або пуцоланової речовини, що спричинює зціплення ґрунтів і таким чином стимулює морозо та стисно стійкість ґрунтів
- Підготовчої речовини для підвищення ґрунтів до дорожніх робіт у відповідності до EN 14227-14.

Силікатні та вапнякові золи. У польському стандарті PN EN 14227-4 впроваджена нова кваліфікація зол, - окремо виділено лише два типи зол – силікатні та вапнякові. До уваги береться лише зола згоряння (за виключенням золошлакові матеріалів / fluidized bed combustion, FBC). Стандарт покриває золи від згоряння як кам'яного так і бурого вугілля у

теплових електростанціях, що утворились у наслідок використання будь-яких технологій десульфуризації газів.

Стандарт визначає, що різні способи тестування використовуються для різних типів золи. Точний тип золи може бути визначений шляхом аналізу складу оксидів у певному зразку золи.

Дозволені методи тестування для силікатних зол відповідно до стандарту PN EN 14227-4.

	Тип тесту	Процедура тестування відповідно до стандарту:
		Силікатна зола
1	Гранулометрія (гранули проходять через набір сит 90 та 45 m)	EN 451-2
2	Втрата запалюваності	PN EN 196-2
3	Визначення вмісту SO ₃	PN EN 196-2
4	Встановлення вмісту вапна та стійкості	EN 451-1
5	Вміст води	-
6	Пуцоланова активність (за потреби)	Вимірювання міцності на стиск
7	Стійкість (вимагається якщо вміст CaO>1%)	PN EN 196-2

Дозволені методи тестування для вапнякових зол відповідно до стандарту PN EN 14227-4

	Тип тесту	Процедура тестування відповідно до стандарту:
		Вапнякова зола
1	Гранулометрія (гранули проходять через набір сит 90 та 315 m)	PN EN 196-6
2	Стійкість	PN EN 196-3
3	Реагуючий окис кальцію	PN EN 197-1
4	Вміст води	-
6	Гідравлічна активність (за потреби)	Вимірювання міцності на стиск

Пуцоланівська та гідравлічна активність. Така активність золи визначається шляхом тестування суміші відтестованого (еталонного) матеріалу та стандартної суміші (із додаванням вапна у випадку тестування пуцоланівської

здатності). Зола виносу, що відповідає вимогам PN EN 14227-4 використовується для золомістких сумішей, з'єднаних гідравлічно відповідно до стандарту PN EN 14227-3. Суміші, отримані шляхом стискання, і які відповідають класам міцності від 0,5 МПа до 36 МПа, використовуються у будівництві дорожніх підоснов.

Стандарт PN EN 14227-3 визначає 5 типів сумішей, що мають назву FABM 1+5 (Fly Ash Bound Mixtures, Суміші з'єднані золою виносу). Тип суміші визначається складом та розподілом частинок у суміші. Загалом, золосуміші можна розділити на три типи:

- Суміші FABM 1+3 – складаються передовсім з дрібних часток або грубших часток з доданою золою та в'язучими
- FABM 4 – суміші із заявленим складом, гранулометриєю та характеристика для застосування
- FABM 5 – суміші зроблені головним чином із золи із додаванням в'язучих

Використання золи виносу в якості в'язучого має низку переваг, зокрема таке використання допомагає зменшити викиди CO₂, а зменшені рівні міцності сприяють зменшенню водопроникності та термального стискання. Присутність вільного СО сприяє виведенню значної кількості води через хімічну та механічну взаємодію. Відповідно, збільшується оптимальний вміст води у ґрунтах. Додавання до ґрунтів золи сприяє підвищенню міцності та витривалості ґрунтів.

Зважаючи на розвинений ринок для використання, наявну сировину та стандарти, у Польщі існує розвинений ринок золи та золомістких продуктів. Найбільш популярні продукти: Tefra 15, Tefra Stab, Solitex A, B, C та Lapidur.

У 1990 р європейськими виробниками електроенергії була заснована Європейська Асоціація продуктів спалювання вугілля (ЕСОВА), щоб гарантувати вигідне і високоякісне використання золи. Сьогодні асоціація включає 18 повноправних членів від 11 європейських країн і тісно співпрацює з суміжними асоціаціями на інших континентах. Американська Асоціація вугільної золи (АСАА), Канадські галузі промисловості, переробні вугільну золу (CIR-CA), Центр утилізації вугілля в Японії (CCUJ) і Національне правління вугільної золи Ізраїлю (NCAB) - приєднані члени ЕСОВА. Члени ЕСОВА розглядають вугільну золу, вироблену на вугільних електростанціях, як цінну сировину і будівельний матеріал, які можуть використовуватися сумісним з навколишнім середовищем способом. Завдання ЕСОВА - поширювати це положення, особливо по відношенню до законодавчих і стандартизує інститутам.

Велика частина виробленої золи використовується в будівельній індустрії, в цивільному будівництві і як будівельні матеріали. У 1999 р тільки 2,1% золи було тимчасово складовано для майбутнього використання і 9,2% - розміщено у відвалах. Загальне виробництво золи-винесення на електростанціях, в Європейському Союзі склало 37,1 млн. Т в 1999 р, причому більша частина цієї золи використовується у виробництві будівельних матеріалів.

1.4. Досвід утилізації золи в США.

Щорічно на території США виробляється 70 млн. тон золи. США активно впроваджує виробництво силікатної цегли із золи. Одна з найбільш жорстких і вибагливих інстанцій США - Агентство з захисту навколишнього середовища винесло свій вердикт: цегла із золи є безпечною. Вперше зола була використана в 1930 році як наповнювач в асфальтової суміші. А в 1946 році була створена Чиказька зольна компанія, метою якої стало просування золи як матеріалу для виробництва бетонних труб. Перше наукове вишукування було проведено в 1937 році в Каліфорнійському університеті. Перше основне використання золи було проведено Агентством з переробки відходів США під час ремонту тунелю водозливу на дамбі Гувер в 1942. Пізніше в 1948-52 рр. в Монтані так само з використанням золи була побудована дамба Хантрі Хорс (протягом 1950-х було побудовано ще 6 гребель із застосуванням золи).

1.5. Успішні приклади використання золи в країнах ЄС та світі

У Німеччині, вугілля зола використовується в основному в незв'язаних додатків для насипу або будівництва дамб. У Великобританії близько 400000 тон в рік йде як додаток для дорожньо-будівельного призначення. Використовується для автомобільних доріг в межах Великобританії. У Португалії здійснюють реалізацію пілотних проектів щодо вугільної золи для дорожнього будівництва. У Нідерландах до 2004 використання золи як наповнювача не було можливим через екологічні норми. У 1988 році був реалізований демонстраційний проект при будівництві набережної із відходів в місті Роттердам. Проект на основі лабораторних випробувань на місці показав, що летюча зола дуже корисна як структурний наповнювач і що він має деякі переваги в порівнянні з піском, наприклад, більшою щільністю. У Греції немає інформації про використання золи в дорожньому будівництві або для насипів. Грецька зола використовується для дорожнього будівництва всередині електростанцій, а також у пілотних проектах. У Франції вугільна зола широко використовується для дорожнього будівництва. Вугільна зола використовується в суміші з камінням, піском з вапняними золами з

домішками вапна і інших додатків. Цікавий також досвід використання золи в дорожньому будівництві в Білорусі.

Інші успішні приклади використання золи:

- Швидкісна дорога Ейзенхауер (Чикаго);
- Вежа Пікассо в Мадриді (висота 157м.);
- Вежа Коммерцбанк у Франкфурті;
- Дамба Пулорен у Франції (висота 73 метри, довжина 220 метрів);
- Тунель під Ла-Маншем з'єднує Францію і Великобританію;
- Злітно-посадкова смуга в аеропорту Ейндховен в Голландії та ін.
- Найвища у світі будівля Burj Dubai в місті Дубаї (ОАЕ).



Фото. Успішні приклади використання золи - вежа Коммерцбанк у Франкфурті, тунель під Ла-Маншем, швидкісна дорога Ейзенхауер в США.



Фото. Будівництво окружної дороги в Мінську з використанням золи.



Фото. Будівництво окружної дороги в Мінську з використанням золи.



Фото. Будівництво окружної дороги в Мінську з використанням золи.

2. Методичні рекомендації з використання золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС та ДТЕК Бурштинської ТЕС у дорожньому будівництві.

2.1. Опис розробки та загальні положення

Методичні рекомендації з використання золошлакових (золожужелових) матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС та ДТЕК Бурштинської ТЕС у дорожньому будівництві розроблялись спеціалізованим державним підприємством “Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна (ДП “ДерждорНДІ)” Державного агентства автомобільних доріг України на замовлення Спільноти СВБ, на основі наданих Спільнотою СВБ вхідних умов, зразків матеріалів та опису подальшого застосування розроблених методичних рекомендацій. Методичні рекомендації розроблялись впродовж червня – листопада 2015р., пройшли три етапи уточнень з боку Спільноти СВБ та одного етапу вичитку та уточнень з боку власника золожужелових матеріалів (департамент екологічної безпеки ДТЕК). Кінцева версія методичних рекомендацій, що наводяться нижче, була затверджена у листопаді 2015 рішенням наукової ради ДерждорНДІ.

Методичні рекомендації розроблено на основі типового положення з розробки подібних нормативних документів ДерждорНДІ. Ключовими відмінностями методичних рекомендацій для матеріалів ДТЕК Бурштинська ТЕС та ДТЕК Добротвірська ТЕС є:

1. Хіміко-фізичні властивості матеріалів, що проходили випробування, та відповідно різні рекомендації щодо складу в'язучих компонентів у дорожніх сумішах;
2. Для матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС розглянуто можливість використання матеріалів у внутрішніх дорогах сільськогосподарських підприємств;

Методичні рекомендації з використання золожужелових матеріалів ДТЕК Бурштинська ТЕС та ДТЕК Добротвірська ТЕС розроблено з посиланням на наступні нормативні документи:

1. ДБН В.2.3-4:2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво
2. ДБН Г.1-4-95 Правила перевезення, складування та зберігання матеріалів, виробів, конструкцій і устаткування в будівництві
3. ГБН В.2.3-37641918-554:2013 Шари дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів, укріплені цементом. Проектування та будівництво

4. ДСанПіН 2.2.7.029-99 Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення
5. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку
6. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації
7. НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні
8. НАПБ Б.02.005-2003 Тимчасове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України
9. НАПБ Б.03.001-2004 Типові норми належності вогнегасників
10. НАПБ Б.06.001-2003 Перелік посад, при призначенні на які особи зобов'язані проходити навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки, та порядок їх організації
11. НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці
12. НПАОП 63.21-1.01-09 Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг
13. НПАОП 63.21-3.03-08 Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам дорожнього господарства
14. ДСТУ Б EN 197-1:2008 Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів
15. ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95) Основи та підвалини будинків та споруд. Ґрунти. Класифікація
16. ДСТУ Б В.2.1-12:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Метод лабораторного визначення максимальної щільності
17. ДСТУ Б В.2.1-17:2009 Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей
18. ДСТУ Б В.2.1-19:2009 Ґрунти. Методи лабораторного визначення гранулометричного (зернового) та мікроагрегатного складу
19. ДСТУ Б В.2.7-30:2013 Матеріали нерудні для щебеневих і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг. Загальні технічні умови
20. ДСТУ Б В.2.7-43-96 Бетони важкі. Технічні умови
21. ДСТУ Б В.2.7-44-96 Будівельні матеріали. Цементи. Відбір і підготовка проб
22. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загально-будівельного призначення. Технічні умови
23. ДСТУ Б В.2.7-71-98 (ГОСТ 8269.0-97) Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань



- 24.ДСТУ Б В.2.7-90-99 Будівельні матеріали. Вапно будівельне. Технічні умови
- 25.ДСТУ Б В.2.7-112-2002 Будівельні матеріали. Цементи. Загальні технічні умови
- 26.ДСТУ Б В.2.7-129:2006 Будівельні матеріали. Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови
- 27.ДСТУ Б В.2.7-205:2009 Будівельні матеріали. Золошлакові матеріали теплових електростанцій для бетонів. Технічні умови
- 28.ДСТУ Б В.2.7-211:2009 Будівельні матеріали. Суміші зола шлакові теплових електростанцій для бетонів. Технічні умови
- 29.ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками
- 30.ДСТУ Б В.2.7-232:2010 Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань
- 31.ДСТУ Б В.2.7-273:2011 Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови (ГОСТ 23732-79, MOD)
- 32.ДСТУ 4044-2001 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови
- 33.ДСТУ 4179-2003 (ГОСТ 7502-98, MOD) Рулетки вимірні металеві. Технічні умови
- 34.ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание (ССБП. Пожежна техніка для захисту об'єктів. Основні види. Розташування та обслуговування)
- 35.ВБН В.2.3-218-171-2002 Споруди транспорту. Спорудження земляного полотна автомобільних доріг
- 36.ВБН В.2.3-218-186-2004 Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу
- 37.ВБН В.2.3-218-189:2005 Споруди транспорту. Влаштування не укріплених та укріплених щебеневих та гравійних шарів основ дорожніх одягів
- 38.ВБН В.2.3-218-541:2010 Споруди транспорту. Влаштування шарів дорожніх одягів з ґрунтів, укріплених в'язкими матеріалами
- 39.ВБН В.2.3-218-545:2009 Споруди транспорту. Укріплення та стабілізація шарів дорожнього одягу за методом холодного ресайклінгу
- 40.СОУ 45.2-00018112-006-2006 Безпека дорожнього руху. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції ремонту та утримання автомобільних доріг
- 41.СОУ 42.1-37641918-104:2013 Золи-виносу та суміші золошлакові теплових електростанцій для дорожніх робіт. Технічні умови
- 42.СОУ 45.2-00018112-037:2009 Споруди транспорту. Матеріали протиожеледні для боротьби із зимовою слизькістю. Класифікація. Технічні вимоги. Методи випробувань.

43. СанПиН 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения (Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення)

44. МУ 4436-87 Методические указания по измерению концентраций аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (Методичні вказівки по вимірюванню концентрацій аерозолів переважно фіброгенної дії)

У методичних рекомендаціях з використання золожужелових матеріалів ДТЕК Бурштинська ТЕС та ДТЕК Добротвірська ТЕС вживаються наступні терміни:

- зола-виносу - вторинний продукт, що залишається після згорання твердого палива на тепловій електростанції і у пиловидному стані вловлюється електрофільтрами або іншими пристроями.
- золошлак - вторинний продукт, що залишається після згорання твердого палива на тепловій електростанції і у формі частинок з найменшим номінальним розміром 0,315 мм вловлюється спеціальними пристроями.
- золошлаковий відвал - спеціальне призначене місце для накопичення золошлакових матеріалів.
- золошлакова суміш - вторинний продукт, який накопичився у відвалі і складається з золошлакових матеріалів.
- ґрунтозмішувач пересувний - механізм, що одночасно фрезерує ґрунтову масу та змішує її з в'язким (однопрохідний).

У методичних рекомендаціях з використання золожужелових матеріалів ДТЕК Бурштинська ТЕС та ДТЕК Добротвірська ТЕС вживаються наступні позначення:

- рН - значення водного показника середовища;
- W_T - межа текучості ґрунту.

2.2. Методичні рекомендації з використання золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС у дорожньому будівництві.

2.2.1. Технічні вимоги на золошлакову суміш ДТЕК Бурштинської ТЕС

Золи-виносу сухого відбору ДТЕК Бурштинської ТЕС за видом вугілля, що спалюється згідно з СОУ 42.1-37641918-104 відносяться до кам'яновугільних, що утворюються при спалюванні кам'яного вугілля (КВ).

Золи-виносу сухого відбору за хімічним складом відносяться до типу: кислі - які містять оксид кальцію до 10 % за масою. Зерновий склад Золи-виносу сухого відбору ДТЕК Бурштинської ТЕС наведений в табл. Зерновий склад золи – виносу (сухого відбору) Бурштинська ТЕС.

Таблиця. Зерновий склад золи – виносу (сухого відбору) Бурштинська ТЕС

	На ситі з розміром отворів, мм						
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Частковий залишок на ситі, г	1,23	0,47	5,58	36,62	536,33	148,27	271,5
Частковий залишок на ситі, %	0,12	0,05	0,56	3,66	53,63	14,83	27,2
Повний залишок на ситі, %	0,12	0,17	0,73	4,39	58,02	72,85	100

Золи-виносу сухого відбору згідно з СОУ 42.1-37641918-104 поділяються на види:

I - для цементобетонних сумішей;

II - для щебенево-піщаних та гравійно - піщаних сумішей укріплених цементом.

Фізико-технічні показники кожного виду золи-виносу наведені в таблиці “Фізико-технічні вимоги до золи-виносу сухого відбору”.

Золи-виносу в суміші з цементом повинні забезпечувати рівномірність зміни об'єму. При випробуванні рівномірності зміни об'єму з застосуванням приладу Ле Шательє, розширення не повинно перевищувати 10 мм.

Таблиця. Фізико-технічні вимоги до золи-виносу сухого відбору.

Найменування показника	Значення показника залежно від виду золи сухого відбору	
	I	II
Вміст оксиду кальцію (CaO), % за масою, не більше	10	10
Вміст оксиду магнію (MgO), % за масою,	5	5

не більше		
Вміст сірчаних і сірчаноокислих з'єднань у перерахуванні на SO ₃ , % за масою, не більше	3	5
Вміст лужних оксидів у перерахуванні на Na ₂ O, % за масою, не більше	3	3
Втрата маси при прожарюванні, % за масою, не більше	5	10
Питома поверхня м ² /кг, не менше	300	150

Таблиця. Визначення втрати маси при прожарюванні Бурштинська ТЕС (зола сухого відбору)

Тигель №	Втрата маси, %	Середнє значення
I	1,4	1,2
II	1,2	
III	1,0	

Вологість золи-виносу повинна бути не більше ніж 1 % за масою.

Золошлакові суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС складаються із зольної складової (частинки менше ніж 0,315 мм) і шлакової складової (шлаку). Шлак може включати шлаковий пісок-зерна розміром від 0,315 мм до 5 мм і шлаковий щебінь - зерна розміром понад 5 мм.

Золошлакові суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС згідно з СОУ 42.1-37641918-104 в залежності від зернового складу (таблиця "Класифікація золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС в залежності від максимального розміру зерен") поділяються на типи: середньозернисті (С) і дрібнозернисті (Д).

Таблиця. Класифікація золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС в залежності від максимального розміру зерен

Найменування показника	Значення показника для різних типів золошлакових сумішей	
	Середньозернисті (С)	Дрібнозернисті (Д)
Максимальний розмір зерен шлаків шлакової складової мм, не більше ніж	20	5

За видом шлакової складової - золошлакові суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС є щільними (Щ), з середньою густиною зерен понад 2,0 г/см³.

Втрата маси при прожарюванні зольної складової повинна становити не більше 15 % за масою.

Таблиця. Визначення втрати маси при прожарюванні ДТЕК Бурштинської ТЕС (зола вологого відбору)

Тигель №	Втрата маси, %	Середнє значення
I	3,3	3,3
II	3,2	
III	3,3	

За результатами досліджень зернового складу встановлено, що суміші золошлакові залежно від кількості золи в суміші поділяються на дві групи, показники властивостей груп наведені в таблиці “Зерновий склад золи – виносу (вологого відбору) ДТЕК Бурштинської ТЕС”.

Таблиця. Зерновий склад золи – виносу (вологого відбору) ДТЕК Бурштинської ТЕС

	На ситі з розміром отворів, мм						
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Частковий залишок на ситі, г	1	1	1	8	32	87	176
Частковий залишок на ситі, %	0,32	0,32	0,32	2,61	10,45	28,43	57,51
Повний залишок на ситі, %	0,32	0,64	0,96	3,57	14,02	42,45	99,96

Таблиця Зерновий склад шлаку ДТЕК Бурштинської ТЕС

	На ситі з розміром отворів, мм									
	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Частковий залишок на ситі, г	17	107	211	260	215	60	26	7	2	3
Частковий залишок на ситі, %	1,87	11,78	23,23	28,63	23,67	6,60	2,86	0,77	0,22	0,33
Повний залишок на ситі, %	1,87	13,65	36,88	65,51	89,18	95,88	98,64	99,41	99,63	99,96

Таблиця. Рекомендовані групи золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС

Найменування показника	Група золошлакової суміші ТЕС	
	II	III
Вміст золи-виносу, % за масою	від 25 до 50	понад 50
Вологість, % за масою, не більше	10	15
Марка золошлакової складової за міцністю	200	Не нормується
Марка золошлакової складової за морозостійкістю	F 25	Не нормується

Вміст оксиду кальцію CaO в зольній складовій золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС і в дрібнозернистій суміші повинен бути не більше ніж 10 % за масою. Через малий вміст силікатів і алюмінатів кальцію золошлакові суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС не мають самостійних гідравлічних властивостей.

Вміст оксиду магнію MgO у зольній складовій золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС та у шлаковій складовій повинен бути не більше ніж 5 % за масою.

Вміст сірчаних та сірчаноокислих з'єднань у перерахуванні на SO_3 у зольній і шлаковій складовій золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС повинен бути не більше ніж 3 % за масою, у тому числі сульфідної сірки – не більше ніж 1 % за масою.

Вміст лужних оксидів натрію і калію в перерахуванні на Na_2O в зольній складовій золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС і в дрібнозернистій суміші повинен бути не більше ніж 3 % за масою.

Золошлакова суміш ДТЕК Бурштинської ТЕС не повинна містити гумусових речовин понад 2 % за масою.

Зольна складова золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС у композиціях з цементом повинна забезпечувати рівномірність зміни об'єму. При випробуванні рівномірності зміни об'єму із застосуванням приладу ЛеШательє розширення не повинно перевищувати 10 мм.

2.2.2. Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинських ТЕС при будівництві насипів земляного полотна та основи дорожнього одягу в неукріпленому стані

Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС для будівництва насипів земляного полотна

Залежно від властивостей і дальності возки золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС, зведення насипів земляного полотна з цих матеріалів

здійснюють шляхом заміни ними ґрунту у частині насипу, або на повну висоту насипу. Ці роботи здійснюють при температурі повітря вище 0°C. Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС в окремих шарах насипу виконують з урахуванням властивостей ґрунтів, золошлакової суміші у відповідності з загальними принципами конструювання насипів, виходячи з умов отримання найбільш економічної та стійкої конструкції насипу.

Проектувати та зводити насип із золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС необхідно згідно вимог ДБН В.2.3-4, ВБН 2.3-218-171 та цих Методичних рекомендацій.

Золошлакові матеріали ДТЕК Бурштинської ТЕС II групи використовують для зведення насипів, розташованих в сухих місцях із забезпеченим поверхневим стоком, тільки за умови виконання заходів щодо підвищення морозостійкості земляного полотна (влаштування морозозахисних, капіляроререриваючих і гідроізолюючих шарів).

При використанні золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС III групи, насип зводять за принципом "суміш в обіймі", при якому оболонка тіла насипу на ширину до 2 м влаштовується з місцевого ґрунту, що має кращі дренажні властивості.

На ділянках з тривалим підтопленням водою відсипання нижньої частини насипу слід проводити з золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС з коефіцієнтом фільтрації не нижче ніж 0,5 м/добу.

Технологія виконання робіт по зведенню насипів із золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС складається з наступних технологічних операцій: розробка золошлакових відвалів ТЕС, навантаження і транспортування золошлакових матеріалів, відсипання їх в тіло насипу, розрівнювання та ущільнення відсипаних шарів, а також планування укосів і їх укріплення.

Вологість золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС перед ущільненням повинна бути доведена до оптимальної.

Таблиця. Результати визначення оптимальної вологості та максимальної щільності золи-виносу вологого відбору Бурштинської ТЕС

№ проби	Вологість при додаванні, %	Вологість матеріалу фактична середнє значення W, %	Об'ємна вага матеріалу, г/см ³	Об'ємна вага скелету матеріалу, г/см ³
1	6	6,0	1,38	1,32
2	8	7,4	1,41	1,31
3	10	8,2	1,47	1,35
4	12	12,9	1,51	1,34
5	13	12,8	1,45	1,28
6	14	12,2	1,45	1,29

Оптимальна вологість для досягнення максимальної щільності золи-виносу вологого відбору Бурштинської ТЕС знаходиться в діапазоні 9-11 %.

З метою підвищення стійкості насипів, розташованих в сухих місцях, золошлакові матеріали ДТЕК Бурштинської ТЕС рекомендується дозволювати до оптимальної вологості розчином хлористого кальцію. У перерахунку на суху речовину витрата хлористого кальцію повинна бути рівна 0,5 % від маси.

Ущільнення золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС виконують пошарово котками на пневматичних шинах, віброкотками або механізмами ударної дії. Використання котків с гладкими вальцями, а також кулачкових котків для ущільнення насипів з золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС не рекомендується.

Поверхню укосів насипів з золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС додатково укріплюють. Укріплення укосів здійснюють шляхом нанесення на них шару рослинного ґрунту з засівом багаторічними травами. Укоси насипів, що підтоплюються, укріплюють збірними чи монолітними цементобетонними плитами, габіонами заповненими щебенем міцних порід або іншими способами, що захищають укоси від розмиву водою.

Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС як гранулометричних добавок для поліпшення властивостей ґрунтів

Золошлакові матеріали ДТЕК Бурштинської ТЕС можуть застосовуватися для поліпшення фізико-механічних властивостей ґрунтів, призначених для влаштування земляного полотна. Вибір необхідного для цього виду золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС здійснюється з урахуванням виду ґрунту.

Золошлакові матеріали ДТЕК Бурштинської ТЕС рекомендуються в якості добавки для поліпшення гранулометричного складу пісків та супісків з числом пластичності менше ніж 3 %.

Для поліпшення гранулометричного складу важких суглинків з числом пластичності менше ніж 15 рекомендується використання золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС II групи.

Гранулометричний склад великоуламкових ґрунтів, а також пісків і супісків покращують шляхом додавання до них золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС II групи.

Кількість добавки золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС до ґрунту визначається за результатами підбору складу сумішей в лабораторії.

Застосування золошлакових матеріалів при будівництві шарів основи дорожнього одягу

В якості матеріалів для будівництва неукріплених шарів основи дорожніх одягів використовують золошлакові суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС з піском, щебенем чи гравієм, що відповідають вимогам до зернового складу сумішей згідно з ДСТУ Б В.2.7-30.

Золошлакові матеріали ДТЕК Бурштинської ТЕС II груп застосовують для влаштування основ під перехідні і вдосконалені полегшені типи покриттів на дорогах IV-V категорій, а також нижніх шарів основ під вдосконалені полегшені і капітальні покриття на дорогах III категорії.

Будівництво шарів основи дорожнього одягу складається з наступних технологічних операцій: вивезення золошлакових матеріалів ТЕС, кам'яних матеріалів, піску в "корито", на ущільнене земляне полотно або нижній шар основи, їх перемішування, розподіл, зволоження до оптимальної вологості, остаточне профілювання і ущільнення.

Мінімальна товщина шарів, що укладаються, повинна бути не менше ніж 10 см, а максимальна не більше 25 см. Основи товщиною понад 25 см влаштовують у два шари.

Ущільнення сумішей рекомендується виконувати котками на пневматичних шинах або віброкотками.

В обох випадках ущільнення рекомендується виконувати спочатку легкими, а потім важкими котками. Ущільнення ведуть від краю проїжджої частини до середини з перекриттям сусідніх смуг на одну третину сліду. Суміш повинна мати вологість, що відрізняється від оптимальної не більше ніж на 2 %.

Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС при будівництві укріплених гарів дорожнього одягу

Сфера застосування

Укріплені суміші з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС використовують для влаштування шарів основи та покриття дорожнього одягу. Товщини шарів визначаються згідно з ВБН В.2.3-218-186.

Фізико-механічні властивості укріплених ґрунтових сумішей з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС повинні задовольняти вимогам наведених у відповідності до ВБН В.2.3-218-541. Укріплені укріплених цементом щебенево-піщаних та гравійно-піщаних сумішей з використанням золошлакових матеріалів ТЕС, фізико-механічні властивості сумішей повинні відповідати вимогам ГБН В.2.3-37641918-554.

Укріплені фрезеровані матеріали з використанням золошлакових матеріалів ТЕС, повинні задовольняти вимогам ВБН В.2.3-218-545.

Укріплені суміші першого класу згідно з ВБН В.2.3-218-541 та марки матеріалів М20, М 40, М60, М75 згідно з ГБН В.2.3-37641918-554, призначені для влаштування верхніх шарів основ під вдосконалені покриття капітального і полегшеного типу на дорогах I-III категорії, а також покриття з захисними шарами на дорогах IV-V категорій.

Укріплені суміші, які відповідають вимогам другого класу згідно з ВБН В.2.3-218-541 та марки М10, М20, М40 згідно з ГБН В.2.3-37641918-554 та ВБН В.2.3-218-545, призначені для нижніх шарів основ під полегшені та перехідні типи покриттів на дорогах II-III категорій, а також основ під покриття доріг IV-V категорій.

Укріплені суміші третього класу міцності, згідно з ВБН В.2.3-218-541, та марки М10, М20 згідно з ГБН В.2.3-37641918-554, та ВБН В.2.3-218-545, призначені для нижніх шарів основ під покриття доріг III-IV категорій, а також для влаштування основи на дорогах V категорії.

Матеріали для приготування укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС

Для влаштування шарів дорожніх одягів з ґрунтів укріплених в'язучими, використовують природні ґрунти, які відповідають класифікації згідно з ДСТУ Б В.2.1-2 (ГОСТ 25100).

При визначенні ґрунтів для укріплення в'язучими необхідно враховувати вимоги ВБН В.2.3-218-541 та ГБН В.2.3-37641918-554 до зернового (гранулометричного) складу, походження (генезису), ступеню засоленості та кислотності середовища, вмісту органічної речовини (гумусу) та вологості. Допускається застосовування суміші ґрунтів складу, близького до оптимального, якщо відхилення у кількості окремих фракцій від необхідного становить не більше ніж 10 % при дотриманні норм вмісту найбільших і дрібних зерен. Можливо також укріплення в'язучими великоуламкових ґрунтів переривчастого зернового складу, якщо вміст окремих фракцій у них не виходить за межі вимог ВБН В.2.3-218-541. Перевагу потрібно надавати карбонатним ґрунтам, які набувають після укріплення більшу міцність порівняно з некарбонатними.

Для укріплення ґрунтових сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС необхідно використовувати цементи згідно з ДСТУ Б В.2.7-112:

- портландцемент;
- шлакопортландцемент;
- пуцолановий портландцемент, марок 300, 400 і 500, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-46.

Тужавіння цементу, що застосовується, повинно починатися не раніше ніж через 2 години після його змішування з водою.

Для укріплення використовують вапно згідно з ДСТУ Б В.2.7-90. Для укріплення ґрунтових сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС необхідно використовувати органічні в'язучі матеріали:

- емульсії дорожні бітумні згідно з ДСТУ Б В.2.7-129;
- бітуми нафтові дорожні в'язкі згідно з ДСТУ 4044.

Дозволяється використовувати емульсії бітумні катіонні марок ЕК-П, ЕК-С, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-129. Для приготування сумішей укріплених в'язучим, дозволяється використовувати бітуми нафтові дорожні у спіненому стані.

Вода для приготування ґрунтів, укріплених в'язучими, має відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-273. Не допускається для приготування ґрунтів, укріплених в'язучими, використовувати болотні та стічні води.

Для прискорення процесів твердіння, підвищення міцності і морозостійкості укріплених сумішей рекомендується вводити в них наступні водорозчинні активатори: технічний хлористий кальцій; технічний хлористий натрій; технічний натрій сірчаноокислий; хлорне залізо. Як активатор, для ґрунтових сумішей з використанням золошлакових матеріалів ТЕС укріплених вапном, може застосовуватись портландцемент або гіпс.

Підбір складу укріплених ґрунтових сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС

Підбір складу укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС виконують експериментальним шляхом з урахуванням властивостей застосовуваних матеріалів, погодно-кліматичних умов району будівництва, інтенсивності автомобільного руху і призначення конструктивних шарів дорожнього одягу. Визначення складу укріплених сумішей зводиться до вибору такого співвідношення між їх складовими компонентами, при якому надійно і найбільш економічно забезпечується отримання сумішами заданої міцності та морозостійкості. Рекомендовані зернові склади наведені в таблиці “Вимоги до зернового складу суміші з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів”

Таблиця. Вимоги до зернового складу суміші з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів

Умовн е познач ення суміші	Макси - мальна крупні сть зерен, мм	Повний залишок мінеральних зерен, у відсотках за масою, на ситі з розміром отворів, мм									
		40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,31 5	0,14	0,07 1
СЦ 40	40	0- 10	10- 40	35- 65	50- 80	60- 85	70- 90	75- 95	80- 97	85- 98	87- 99
СЦ 20	20	—	0- 10	20- 40	35- 65	50- 80	60- 85	70- 90	75- 95	80- 97	85- 98
СЦ 10	10	—	—	0- 10	25- 40	45- 65	60- 80	70- 85	75- 90	75- 95	85- 98
СЦ 5	5	—	—	—	0-10	30- 40	50- 65	65- 80	75- 85	80- 90	95- 97
СГ 2,5	2,5	—	—	—	—	0-10	30- 40	55- 65	70- 80	80- 90	82- 92
СГ 1,25	1,25	—	—	—	—	—	0- 10	35- 45	60- 70	75- 85	82- 91
СГ 0,63	0,63	—	—	—	—	—	—	0- 10	60- 70	70- 80	80- 90

Процес підбору складу укріплених ґрунтових сумішей виконують у такій послідовності:

- визначення зернового складу ґрунту;
- визначення кількості золошлакового матеріалу ТЕС;
- визначення витрат в'язучого, оптимальної вологості суміші, виду і кількості активатору, за потреби.

Для укріплення ґрунтових сумішей в залежності від гранулометричного складу і властивостей матеріалів, що укріплюються, рекомендується кількість вапна від (2 - 6) % (у перерахунку на активний СаО), портландцементу - від (4 - 8) %, шлакових в'язучих - від (7,5 - 15,0) %.

Піщані та супіщані ґрунти з числом пластичності менше ніж 7- рекомендується після введення золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС укріплювати вапном. Необхідна кількість добавки золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС, або для поліпшення властивостей ґрунту, встановлюється за максимальної щільності суміші, але не більше ніж 25% і не менше ніж 10 % за масою.

Ґрунтові суміші із використанням золошлакових матеріалів ТЕС, що обробляються в'язучим, повинні мати оптимальну вологість, але не більше ніж $0,55 W_T$ для глинистих ґрунтів, інших - не більше ніж $0,75 W_T$. Використання засолених різновидів піщаних і супіщаних ґрунтів, що містять у своєму складі легкорозчинні компоненти, допускається при: хлоридному, сульфатно-хлоридному і хлоридно-сульфатному засоленні - коли вміст солей не перевищує більше ніж 4 % (від маси ґрунту); сульфатному засоленні - коли вміст солей не перевищує більше ніж 2 %. Суглинки всіх різновидів, а також глини (за винятком важких) рекомендується обробляти вапном після поліпшення добавкою золошлакового матеріалу ДТЕК Бурштинської ТЕС в кількості (30 – 40) % по масі.

Підбір складу укріплених сумішей з кам'яних матеріалів із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС

Фізико-механічні властивості укріплених цементом кам'яних матеріалів з добавкою золошлакових матеріалів ТЕС, повинні задовольняти вимогам ГБН В.2.3-37641918-554, фізико-механічні властивості укріплених органічним в'язучим кам'яних матеріалів з добавкою золошлакових матеріалів ТЕС, повинні задовольняти вимогам ВБН В.2.3-218-189. Залежно від гранулометричного складу і властивостей матеріалів, що укріплюються, а також необхідного класу міцності, кількість цементу рекомендується у межах (8 - 10) %, гідравлічних або шлакових в'язучих (8 - 15,0) %, органічного в'язучого (4 - 6) %.

Таблиця. Результати проведених випробувань із використанням золи-виносу сухого відбору укріпленої цементом (Бурштинська ТЕС)

Склад суміші	Границя міцності при стиску водонасичених зразків, МПа	Коефіцієнт морозостійкості (5 циклів заморожування - відтавання)
Зола – 100 % Цемент – 6 %	1,1	0,90
Зола – 100 % Цемент – 8 %	1,6	0,63
Зола – 100 % Цемент – 10 %	1,6	1,00
Зола – 100 % Цемент – 12 %	1,9	0,74
Вимоги ГБН В.2.3-37641918-554	Не менше ніж 1,0 (для М 10)	Не нормується, визначається для накопичення даних (для М 10)

Примітка. Випробування зразків проводили після 28 діб набору міцності

Таблиця. Результати проведених випробувань із використанням золошлакової суміші (зола вологого відбору із додаванням шлаку) і кам'яного матеріалу, укріплених цементом (Бурштинська ТЕС)

Склад суміші	Границя міцності при стиску водонасичених зразків, МПа	Коефіцієнт морозостійкості (5 циклів заморожування - відтавання)
Зола – 70 % Шлак – 12 % 5-10 – 18 % Цемент – 6 %	0,3	0,00
Зола – 70 % Шлак – 12 % 5-10 – 18 % Цемент – 8 %	0,4	0,00
Зола – 70 % Шлак – 12 % 5-10 – 18 % Цемент – 10 %	0,5	0,00
Вимоги ГБН В.2.3-37641918-554	Не менше ніж 1,0 (для М 10)	Не нормується, визначається для накопичення даних (для М 10)
Примітка. Випробування зразків проводили після 28 діб набору міцності		

Таблиця. Результати проведених випробувань підібраного складу суміші СЩ 20 згідно з ГБН В.2.3-37641918-554 (Бурштинська ТЕС)

Склад суміші	Границя міцності при стиску водонасичених зразків, МПа	Коефіцієнт морозостійкості (5 циклів заморожування - відтавання)
Зола (в) – 23 % Шлак – 65 % 10-20 – 12 % Цемент – 10 %	1,6	0,81
Зола (в) – 20 % Шлак – 10 % 10-20 – 20 %	5,1	0,79

5-10 – 30 % 0-5 – 20 % Цемент – 10 %		
Вимоги ГБН В.2.3-37641918-554	Не менше ніж 1,0 (для М 10)	Не нормується, визначається для накопичення даних (для М 10)
Примітка. Випробування зразків проводили після 28 діб набору міцності		

З метою зниження витрат цементу, прискорення твердіння, підвищення морозостійкості, рекомендується вводити добавки активатори. Вміст пилоподібних, мулистих і глинистих часток в щебені, щебенево-піщаних і гравійно-піщаних сумішах не повинно перевищувати 5 %, у тому числі глинистих часток - не більше ніж 2 %. Морозостійкість щебеню, що використовується, та гравію повинна бути не нижче ніж необхідна морозостійкість укріпленої суміші. Цим же вимогам повинні задовольняти і всі різновиди промислових відходів, що використовується.

Укріплення кам'яних матеріалів може виконуватися як за технологією змішування в установках, так і технологією змішування на дорозі. При наявності відповідних механізмів перевагу слід віддавати технології змішування в установці. Готова укріплена суміш кам'яних матеріалів з добавкою золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС та прискорювачів твердіння повинна бути укладена та ущільнена не пізніше 2 годин після її приготування.

Підбір складу органо-мінеральних сумішей з фрезерованих матеріалів із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС

Фізико-механічні властивості укріплених фрезерованих матеріалів з добавкою золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС, укріплених цементом або комплексним в'язучим, повинні відповідати вимогам ВБН В.2.3-218-545. Залежно від гранулометричного складу і властивостей матеріалів, що укріплюються, а також, необхідного класу міцності, кількість цементу рекомендується у межах (5 - 7) %, бітуму (2 - 4) %.

Необхідна кількість золошлакового матеріалу ДТЕК Бурштинської ТЕС встановлюється за результатом визначення максимальної щільності суміші, однак, не більше 25 % і не менше ніж 10 %. Вміст пилоподібних та глинистих часток у фрезерованій суміші не повинно перевищувати більше ніж 5 %, у тому числі глинистих часток - не більше ніж 2 %. Морозостійкість використовуваного щебеню та гравію повинна бути не нижче, ніж необхідна морозостійкість укріпленої суміші.

Укріплення сумішей з фрезерованих матеріалів із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС може виконуватися як за технологією змішування в установках, так і технологією змішування на дорозі. При наявності відповідних механізмів перевагу слід віддавати методу змішування в установці. Готова укріплена суміш з фрезерованих матеріалів із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС повинна бути укладена і ущільнена не пізніше 2 годин після її приготування.

Технологія виконання робіт з влаштування укріплених шарів дорожнього одягу з використанням золошлакової суміші ДТЕК Бурштинської ТЕС

Загальні положення

Залежно від проектної товщини і прийнятого способу виконання робіт основи і покриття з укріплених сумішей влаштовують в один або два шари. Товщина ущільненого шару суміші повинна бути не менше ніж 12 см і не більше ніж 25 см. При товщині основи більше 25 см вона виконується в два шари. Будівництво шарів з укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів слід виконувати при температурі навколишнього повітря не нижче + 5°C. Будівництво шарів дорожніх одягів з укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів здійснюють шляхом послідовного виконання таких технологічних процесів: приготування укріплених сумішей, транспортування, укладання їх в основу або покриття, ущільнення і забезпечення умов для формування.

Залежно від наявного устаткування приготування укріплених сумішей здійснюють наступними способами:

- змішування в стаціонарних або пересувних змішувальних установках;
- змішування на дорозі за допомогою однопрохідних змішувальних машин (ресайклер тощо);
- змішування на дорозі за допомогою багатопрохідних машин (автогрейдер, тощо).

Найбільш висока якість укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів досягається при приготуванні в змішувальних установках з примусовим перемішуванням.

Суміші із використанням золошлакових матеріалів, укріплені цементом, повинні бути укладені і ущільнені не пізніше 4 годин після їх приготування. При температурі 20°C допустимий розрив у часі між приготуванням, укладанням і ущільненням сумішей, укріплених вапном або меленим гранульованим доменним шлаком, не повинен перевищувати 4 діб. При

наявності в таких сумішах активаторів, а також при температурі повітря понад 20°C зазначений термін скорочується до 2 діб. Граничну довжину змінної захватки конструктивних шарів з укріплених сумішей призначають, виходячи з продуктивності змішувальних і укладальних механізмів і строків тужавлення застосовуваного в'язучого з введенням відповідних поправок на погодно-кліматичні умови. Укріплені суміші із використанням золошлакових матеріалів укладають безпосередньо на ущільнене земляне полотно, дно корита або на нижній шар основи. Коефіцієнт ущільнення ґрунту земляного полотна або шару основи, на який укладають укріплену суміш, повинен бути не нижче 0,98 від стандартної щільності.

Приготування укріплених сумішей в змішувальних установках

Процес приготування укріплених сумішей в змішувальних установках складається з таких операцій: подача в змішувач компонентів мінерального матеріалу, золошлакового матеріалу, гранулометричних добавок (за потреби), в'язучого, води або водного розчину активатору і їх змішування до досягнення однорідного стану. Допускається також готувати сухі суміші з подальшим їх зволоженням до оптимальної вологості і додатковим перемішуванням вже на місці їх укладання в основу або покриття. Змішувальні установки повинні бути обладнані ваговими дозаторами для дозування мінеральних компонентів суміші, а також в'язучого, активаторів і води. Для змішування використовують ґрунтозмішувачі, бетономішалки з примусовим перемішуванням періодичної і безперервної дії, а також змішувальне обладнання стаціонарних асфальтобетонних і цементно-бетонних заводів.

Бази приготування укріплених сумішей повинні мати майданчик з твердим покриттям для розвантаження і зберігання готової продукції, а також інвентарні склади для зберігання неорганічних в'язучих і активаторів. При використанні золо-шлакових матеріалів сухого відбору та вапна на базах встановлюють додаткові інвентарні склади для зберігання цих матеріалів. Крім того, бази оснащують механізованим обладнанням для вертикального і горизонтального переміщення вихідних матеріалів і готової продукції. При застосуванні комового вапна, його слід попередньо загасити в пушонку. Для цієї мети використовують механізовані гідратори. З гідраторів, готову вапно-пушонку подають прямо у бункер змішувача або у силосний склад для зберігання. Дозування води, необхідної для приготування укріплених сумішей, здійснюють з урахуванням природної вологості золошлакових матеріалів. Готові суміші вивантажують зі змішувача у кузова автосамоскидів і транспортують на місце укладання. Допускається короткочасне зберігання укріплених сумішей у накопичувальних бункерах.

При навантаженні, транспортуванні і розвантаженні укріплених сумішей потрібно дотримуватись заходів проти її розшарування.

Приготування укріплених сумішей на дорозі однопрохідними машинами

При використанні для приготування укріплених сумішей однопрохідних змішувальних машин, золошлаковий матеріал разом з іншими компонентами суміші, розподіляють автогрейдером рівним шаром по ширині, а потім перемішують з в'язучими і водою за один прохід. При цьому товщина шару повинна бути більше проектної на величину коефіцієнту ущільнення суміші. Ширина оброблюваної смуги залежить від ширини змішувального барабана однопрохідної змішувальної машини. Проходи машини по ширині повинні бути розраховані так, щоб суміжні смуги перекривалися на ширину не менше 30 см. Дозування води для зволоження суміші до оптимальної вологості здійснюють за допомогою системи змішувача, в яку подають воду. Вода знаходиться у автоцистернах, що рухаються поруч із змішувачем. Також, зволоження суміші може бути виконано поливальною машиною.

Приготування укріплених сумішей багатопрохідними машинами

Як багатопрохідну машину для приготування укріплених сумішей способом змішання на дорозі, використовують причепну дорожню фрезу або автогрейдер. При влаштуванні дорожнього одягу з присипними узбіччями, золошлакову суміш, а також інші компоненти суміші вивозять і відсипають у конуси або суцільний призматичний валик по осі проїзної частини, або збоку на сплановане та ущільнене земляне полотно, нижній шар основи. Після завезення розрахункового обсягу суміші, її збирають у валик і розподіляють по ширині дорожнього одягу автогрейдером. У разі влаштування дорожнього одягу з напівприсипними узбіччями, укріплену суміш розподіляють по ширині проїзної частини так, щоб вона не доходила до крайок ближче ніж 0,5м.

Введення в суміш заданої кількості неорганічного в'язучого виконують розподільувачем цементу. Для підвезення і завантаження неорганічного в'язучого в бункер розподільника використовують автоцементовози. Органічне в'язуче доставляють та розподіляють гудронатором. Перемішування суміші із золошлаковим матеріалом та в'язучим здійснюють багатопрохідними машинами за (2 – 3) проходу по одному місцю, після чого зволожують суміш водою до оптимальної вологості і перемішують її до однорідного стану. Зволожувати суміш рекомендується поливочними машинами.

Укладання і ущільнення укріплених сумішей

Укріплені суміші, виготовлені в стаціонарних змішувальних установках, укладають на сплановане і добре ущільнене земляне полотно (при влаштуванні основи з присипними узбіччями), дно корита, або ущільнений нижній шар основи, з розрахунку одержання заданої товщини шару укріпленої суміші в ущільненому стані. Коефіцієнт ущільнення укріплених сумішей орієнтовно приймають рівним 1,2. Остаточну величину коефіцієнта ущільнення уточнюють дослідним шляхом. Для укладання укріплених сумішей, виготовлених в змішувальних установках, використовують асфальтоукладач. У разі відсутності асфальтоукладача, укріплену суміш вивозять на середину проїзної частини і відсипають в конуса або суцільний призматичний валик. Вивезену суміш розподіляють по ширині основи автогрейдером. Для надання основі підвищеної рівності, укладання укріплених сумішей рекомендується здійснювати за допомогою будівельних машин або автогрейдеру, оснащених системою стеження, що забезпечує задану товщину і профіль шару, що укладається.

Укладені укріплені суміші ущільнюють котками на пневматичних шинах. При відсутності таких котків укладені суміші ущільнюють гладковальцевими котками. В обох випадках ущільнення здійснюють спочатку легкими, а потім важкими котками. Ущільнення ведуть від краю проїжджої частини до середини з перекриттям сусідніх смуг на одну третину сліду. Суміш повинна мати вологість, що відрізняється від оптимальної не більше ніж на 2 %. Ущільнення закінчують по досягненні сумішшю щільності не нижче чим 0,98 від стандартної. Поперечні і поздовжні стики влаштовують за допомогою бічних або торцевих упорів. У разі якщо перерва між часом укладання сумішей на суміжних ділянках не перевищує терміну тужавлення в'язучого, допускається влаштування стиків під кутом 30°. Зрізку нерівностей, досипання укріпленої суміші, і остаточне профілювання укладеного шару здійснюють після його ущільнення пневматичними котками. Остаточну спрофільовану ділянку укочують гладковальцевими котками.

Заходи щодо забезпечення твердіння укріплених сумішей

Основи і покриття з укріплених сумішей необхідно оберігати від випаровування з них вологи. Цього досягають шляхом укладання на них шару водонепроникного покриття шляхом нанесення на них плівкоутворювального матеріалу. Плівкоутворювальний матеріал наносять на шар укріпленої суміші з розрахунку (0,8 – 1,0) л/м². Розподіл плівкоутворювальних матеріалів здійснюють за допомогою автогудронаторів або спеціальних розпилювачів. Щоб уникнути вимивання водою матеріалу через захисну плівку, не дозволяється проведення робіт по нанесенню на

основу з укріплених сумішей бітумних емульсій і синтетичних латексів під час випадання атмосферних опадів.

При відсутності плівкоутворювальних матеріалів та неможливості негайного укладання шару водонепроникного покриття або захисного бітумомінерального шару, основа повинна бути покрита шаром вологого піску товщиною (5 – 7) см. Шляхом періодичних поливок вологість підтримується постійною протягом усього періоду твердіння основи аж до моменту влаштування покриття. Перед влаштуванням покриття шар піску слід видалити, очистити основу механічними щітками і нанести на нього ґрунтовку з рідкого бітуму або бітумної емульсії.

Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС в дорожніх цементобетонах

Зола-виносу є різновидом дрібного заповнювача, який застосовують з метою зниження витрат цементу, підвищення рухливості бетонної суміші і щільності бетону. Для зниження витрат цементу і заповнювачів при приготуванні бетонних сумішей рекомендується використовувати золи-винесення, шлаки та золошлакові суміші Бурштинської ТЕС, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-205, ДСТУ Б В.2.7-211, СОУ 42.1-37641918-104. Допустиму кількість добавки золи-виносу до цементобетону призначають за даними лабораторних випробувань зразків бетонних сумішей з різним вмістом золи. Показники міцності зразків цементобетону з добавкою золи-виносу після 28-добового твердіння повинен бути не нижче ніж 75 %, а після 90 діб - не нижче ніж 100 % міцності аналогічних зразків цементобетону без добавки золи-виносу згідно з ДСТУ Б В.2.7-43. Граничний вміст золи-виносу в бетонній суміші не повинен перевищувати більше ніж 10 % від об'єму піску і 20 % від маси цементу. При цьому добавка золи-виносу не повинна викликати збільшення водопотреби бетонної суміші.

До складу бетонних сумішей добавку золи-виносу слід вводити після короточасного перемішування піску і щебеню з цементом. Дозволяється вводити золу-виносу одночасно з цементом. При введенні золи-виносу в цементобетон з реакційно здатними заповнювачами, сумарний вміст водорозчинних лугів в цементі і золі-виносу не повинен перевищувати більше ніж 0,6 %.

Як активну добавку для приготування цементобетонних сумішей застосовують золу-виносу сухого відбору. Допускається використовувати для цієї мети також і золи-виносу роздільного гідровидалення з вмістом часток більше 0,08 мм не більше ніж 25 %. Застосовані золи-виносу по своїм

властивостям повинні відповідати вимогам наведених у відповідності до ДСТУ Б В.2.7-205. Цементобетони з добавкою золи-виносу застосовують для будівництва дорожніх основ під вдосконалені типи покриттів, а також для зведення фундаментів штучних споруд і технічних споруд. За умови введення до складу таких цементобетонів повітровтягуючих добавок, вони можуть бути використані для будівництва покриттів на дорогах III-IV категорій. Добавка золи-виносу в цементобетон сприяє підвищенню рухливості суміші, але знижує тепловиділення і уповільнює швидкість твердіння. Тому укладання таких цементобетонів повинно виконуватись при температурі повітря не нижче + 10°C.

Застосування золошлаку як протижеледного матеріалу

Золошлак може застосовуватись як протижеледні матеріали, для ліквідації зимової слизькості. Застосування золошлаку як протижеледного матеріалу, полягає у нанесенні його на покриття дорожнього одягу автомобільної дороги, що забезпечує зчеплення колеса автомобіля з покриттям по всій площі і, відповідно перешкоджає виникненню дорожньо-транспортних пригод завдяки зменшенню ймовірності заносів на складних ділянках дороги та при вимушеному гальмуванні. Золошлаки відносяться до фракційних і повинні відповідати вимогам СОУ 45.2-00018112-037.

Контроль якості будівництва

При влаштуванні шарів дорожнього одягу з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС необхідно проводити вхідний, операційний та приймальний контроль якості будівельних робіт.

Вхідний контроль

Золошлакові матеріали (золи-виносу, золошлакові суміші), ґрунти, кам'яні матеріали, цемент, воду, необхідно перевіряти на відповідність вимогам чинних нормативних документів.

Золи виносу та суміші золошлакові для дорожніх робіт повинні відповідати вимогам СОУ 42.1-37641918-104. Золи виносу теплових електростанцій для приготування цементобетонних сумішей повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-205. Суміші золошлакові теплових електростанцій для приготування цементобетонних сумішей повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-211.

Перевірку відповідності фізико-механічних показників кам'яних матеріалів необхідно здійснювати згідно з ДСТУ Б В.2.7-71, відсіву згідно з ДСТУ Б

В.2.7-232. Фізико-механічні показники ґрунтів визначають згідно з ДСТУ Б В.2.1-17, зерновий склад згідно з ДСТУ Б В.2.1-19. Відбір проб зразків проводять з кожних 2000 м³. Неорганічні в'язучі (портландцемент, шлакопортландцемент) повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-46 та ДСТУ Б EN 197-1.

Перевірку якості цементу здійснюють за показниками:

- нормальної густини;
- термінів тужавлення;
- активності.

Відбір проб неорганічних в'язучих і визначення їх властивостей слід проводити з кожної нової партії, що надійшла. Відбір проб цементу необхідно здійснювати згідно з ДСТУ Б В.2.7-44.

Контроль якості води для виготовлення суміші з матеріалів укріплених цементом необхідно здійснювати згідно з ДСТУ Б В.2.7-273 (ГОСТ 23732).

Операційний контроль

Для забезпечення потрібної міцності і довговічності дорожніх одягів з шарів, побудованих, із застосуванням золошлакових матеріалів ТЕС, під час будівництва, необхідно ретельно дотримуватися технологічних правил виконання всіх видів робіт.

При зведенні насипів земляного полотна і при будівництві шарів основ з застосуванням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС необхідно систематично контролювати гранулометричний склад і вологість матеріалів, ступінь їх ущільнення і відповідність параметрів зведених конструктивних елементів дороги проектним даним. В процесі приготування сумішей, укріплених неорганічними в'язучими, необхідно перевіряти зерновий склад суміші, дозування складових компонентів, вологість суміші, якість перемішування і фізико-механічні властивості.

При виконанні робіт з будівництва основ та покриттів з використанням золошлакових матеріалів ТЕС, укріплених неорганічними в'язучими, підлягають контролю: товщина укладеного шару суміші і ступінь його ущільнення, відповідність ширини і поперечного профілю шару проектним значенням, дотримання заходів по забезпеченню формуванню шару. При операційному контролі якості робіт з влаштування шарів дорожніх одягів з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС, через кожні 50 м необхідно здійснювати контроль проектних параметрів згідно з ДБН В.2.3-4. Контроль включає: дотримання проектних показників розміщення осової лінії в плані, висотних відміток, поперечних похилів, щільності, товщини та ширини влаштованого шару.

Операційний контроль якості суміші з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Бурштинської ТЕС укріпленої цементом потрібно здійснювати шляхом лабораторних випробувань проб та за зовнішніми ознаками. Якісно перемішана суміш з оптимальною кількістю цементу не повинна мати необроблених частинок. Границю міцності на стиск матеріалів оброблених цементом визначають згідно з ДСТУ Б В.2.7-214. Від кожної партії відбирають пробу, з якої готують серію зразків (не менше шести). Для сумішей щебеневих ущільнення зразків здійснюють пресуванням під тиском 20 кН/см^2 із витриманням 3 хв., для сумішей ґрунтових - методом стандартного ущільнення відповідно до ДСТУ Б В.2.1-12.

Відбір проб укріплених сумішей для визначення їх фізико-механічних властивостей слід проводити як під час вивантаження зі змішувача, так і безпосередньо перед їх ущільненням на дорозі. На стаціонарних та пересувних змішувальних установках проби укріплених сумішей необхідно відбирати не рідше одного разу на зміну, а на дорозі не рідше, ніж через 0,5 км. Випробування зразків виконують через 28 діб нормального твердіння (при температурі $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ та відносній вологості повітря не менше ніж 90 %).

Якщо відповідно до положень 9.2.2 буде виявлено, що суміш недостатньо перемішана, влаштування шару з неї не дозволяється. При влаштуванні шару суміші з використанням золошлакового матеріалу ДТЕК Бурштинської ТЕС укріпленої цементом за технологією на дорозі на ділянках де виявлено, що суміш недостатньо перемішана, потрібно виконати додаткове перемішування. При виготовленні суміші з використанням золошлакового матеріалу ДТЕК Бурштинської ТЕС укріпленої цементом за технологією в установці, недостатньо перемішана суміш підлягає утилізації. Вологість суміші необхідно періодично перевіряти в процесі перемішування та перед укладанням. Перед профілюванням суміші, на кожній ділянці, через кожні $250 \pm 50 \text{ м}$ належить відбирати проби зразків готової суміші для визначення її фізико-механічних властивостей. Товщину шару в ущільненому стані необхідно контролювати промірами щупом в (4 ± 1) точках поперечника з кроком $(15 \pm 5) \text{ м}$.

Приймальний контроль

Допустиме відхилення товщини влаштованого шару від проектних значень повинно бути в межах згідно з ДБН В.2.3-4. Допустиме відхилення ширини влаштованого шару, контролюють через кожні 100 м рулеткою мірною металевою згідно з ДСТУ 4179. Результати вимірювань відхилення ширини шару можуть мати відхилення від проектних значень в межах згідно з ДБН В.2.3-4.

Керни, відібраних з шару укріпленого цементом, відбирають після його влаштування через 28 діб. Випробування кернів, відібраних з шару, здійснюють згідно з ДСТУ Б В.2.7-214. Допустиме відхилення висотних відміток шару з суміші укріпленої цементом від проектних значень повинно бути в межах згідно з ДБН В.2.3-4.

Техніка безпеки при виконанні робіт

Розробка відвалів, навантаження, транспортування і зберігання золошлакових матеріалів, а також всі види робіт, що пов'язані з переробкою відходів Бурштинської ТЕС, та їх застосування при будівництві та ремонті дорожніх одягів, повинні виконуватися з урахуванням вимог ДСанПіН 2.2.7.029. Роботи по приготуванню укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів, вапна, цементу супроводжуються виділенням пилу, які надають подразнюючу дію на органи дихання людини, а також можуть викликати опіки незахищених ділянок шкіри та органів зору. Тому, до роботи з приготування укріплених золошлакових сумішей можуть бути допущені особи, що пройшли інструктаж з техніки безпеки виконання робіт згідно з НПАОП 0.00-4.12. Всі робітники згідно з ДБН Г.1-4 зайняті операціями, пов'язаними з навантаженням, розвантаженням, транспортуванням, розподілом, гасінням і перемішуванням вапна, повинні мати спецодяг і користуватися індивідуальними захисними засобами: окулярами в гумовій оправі, які щільно закривають очі, респіраторами і рукавицями згідно з НПАОП 63.21-3.03.

Машини і механізми, зайняті на операціях по приготуванню і влаштуванню укріплених сумішей, повинні завжди перебувати в технічно справному стані. Перевірка справності машин проводиться перед початком роботи кожної зміни. Використання несправних машин і установок забороняється.

Не допускається перевезення вапна-пушонки, меленого негашеного вапна, цементу, навалом в кузовах автомобілів. Для перевезення цих видів в'язучих слід застосовувати автоцементовози. Вивантаження цих матеріалів у бункери розподільники або змішувальні машини повинне здійснюватися тільки пневматичним способом. При цьому повинна бути забезпечена повна герметизація всіх з'єднань. Всі пилоутворюючі місця робочих механізмів і машин повинні бути герметизовані або покриті спеціальними кожухами. Забороняється знімати і піднімати кожухи під час роботи згідно з НПАОП 63.21-1.01. Стаціонарні змішувальні установки повинні бути обладнані витяжною вентиляцією і пиловловлювальними пристроями.

Усі категорії працівників відповідно до НАПБА.01.001 повинні проходити навчання з питань пожежної безпеки. Особи, які виконують роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою згідно з НАПББ.06.001, попередньо, до початку самостійного виконання робіт повинні пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум), а потім постійно – один раз на рік, а також пройти перевірку знань відповідно до НАПББ.02.005. Виробничі дільниці та майданчики, де проводяться роботи з влаштування шарів дорожнього одягу повинні бути забезпечені пожежною технікою та первинними засобами пожежогасіння відповідно до ГОСТ12.4.009, НАБПБ.03.001.

Рівень шумового навантаження на працюючих при використанні ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами, не повинен перевищувати 80,0 дБ "А" екв., згідно з ДСН 3.3.6.037.

Концентрація речовини у вигляді суспендованих твердих частинок в повітрі робочої зони визначається та контролюється згідно з МУ 4436.

Еквівалентні рівні загальної вібрації на робочих місцях згідно з ДСН 3.3.6.039 не повинні перевищувати 92 дБ "А" екв.

Порядок накопичення, транспортування, знешкодження утилізації та поховання некондиційних матеріалів та інших відходів, що утворюються в процесі приготування сумішей здійснюють з дотриманням природоохоронних вимог згідно з ДСанПіН 2.2.7.029 в установленому законодавством порядку.

З дотриманням відповідних природоохоронних вимог здійснюють: захист ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами – згідно з ДСанПіН 2.2.7.029, охорону поверхневих вод від забруднення та засмічення при виконанні робіт – згідно з СанПіН 4630. Місця тимчасової стоянки автотранспорту та дорожньо-будівельних механізмів повинні бути забезпечені буксирними тросами та штангами з розрахунку один трос (штанга) на 10 одиниць техніки. Порядок огороження та організації дорожнього руху в місцях проведення робіт повинен відповідати вимогам СОУ 45.2-00018112-006. Інвентарні будівлі мобільного типу (будинки-вагончики), які використовуються для перебування працівників, слід розміщувати окремо один від одного або парами в торець один до одного (з виходами в протилежні боки).

Транспортування та зберігання

Золу транспортують в спеціальних вагонах-цементовозах, а також автоцементовозах відповідно до правил перевезення вантажів. Золошлакову суміш транспортують у залізничних вагонах, піввагонах із спеціальним накриттям, що виключає її розпилення, піввагонах з люковим розвантаженням, а також в автотранспортних засобах вкритих спеціальним накриттям, відповідно до правил перевезення вантажів. Зберігання золи здійснюють в силосах або інших критих ємкостях. Зберігання золошлакової суміші здійснюють в умовах, що запобігають їх засміченню, забрудненню - критих складах, обладнаних дренажною системою. Допускається зберігання золошлакової суміші у відкритих складах за умови захисту її від забруднення, перезволоження і змішування з іншими матеріалами.

2.3 Методичні рекомендації з використання золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС у дорожньому будівництві.

2.3.1 Технічні вимоги на золу-виносу та золошлакову суміш ДТЕК Добротвірської ТЕС

Золи-виносу сухого відбору ДТЕК Добротвірської ТЕС за видом вугілля, що спалюється згідно з СОУ 42.1-37641918-104 відносяться до кам'яновугільних, що утворюються при спалюванні вугілля марки (Г) Львівсько-Волинського басейну. Золи-виносу сухого відбору за хімічним складом відносяться до типу: кислі - які містять оксид кальцію до 10 % за масою. Золи-виносу сухого відбору за фізико-технічними показниками поділяються на види: І - для цементобетонних сумішей для влаштування основ дорожніх одягів; ІІ - для щебенево-піщаних та гравійно - піщаних сумішей укріплених цементом. Фізико-технічні показники кожного виду золи-виносу наведені в таблиці.

Таблиця. Фізико-технічні показники золи-виносу сухого відбору

Найменування показника	Значення показника залежно від виду золи сухого відбору	
	І	ІІ
Вміст оксиду кальцію (СаО), % за масою, не більше	10	10
Вміст оксиду магнію (MgO), % за масою, не більше	5	5
Вміст сірчаних і сірчаноокислих з'єднань у перерахуванні на SO ₃ , % за масою, не більше	3	5
Вміст лужних оксидів у перерахуванні на Na ₂ O, % за масою, не більше	3	3
Втрата маси при прожарюванні, % за масою, не більше	5	10
Питома поверхня м ² /кг, не менше	300	150

Золи-виносу в суміші з цементом повинні забезпечувати рівномірність зміни об'єму. При випробуванні рівномірності зміни об'єму з застосуванням приладу Ле Шательє, розширення не повинно перевищувати 10 мм. Вологість золи-виносу повинна бути не більше ніж 1 % за масою.

Золошлакові суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС складаються із зольної складової (частинки менше ніж 0,315 мм) і шлакової складової (шлаку). Шлак може включати шлаковий пісок-зерна розміром від 0,315 мм до 5 (3) мм і шлаковий щебінь - зерна розміром понад 5 (3) мм. Золошлакові суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС згідно з СОУ 42.1-37641918-104 в залежності від

зернового складу (таблиця) поділяються на такі типи: середньозернисті (С) і дрібнозернисті (Д).

Таблиця. Класифікація золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС в залежності від максимального розміру зерен

Найменування показника	Значення показника для різних типів золошлакових сумішей	
	середньозернисті (С)	дрібнозернисті (Д)
1	2	3
Максимальний розмір зерен шлаків шлакової складової мм, не більше ніж	20	5
Примітка. У золошлакових сумішах ДТЕК Добротвірської ТЕС різних типів вміст зерен шлаків, що перевищують максимальний розмір зерен, повинен бути не більше 10 % за масою.		

За видом шлакової складової - золошлакові суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС поділяються на суміші з щільними шлаками (Щ), з середньою густиною зерен понад $2,0 \text{ г/см}^3$, та суміші золошлакові з пористими шлаками (По), з середньою густиною зерен менше ніж $2,0 \text{ г/см}^3$. Суміші золошлакові залежно від кількості золи в суміші відносяться до третьої групи, показники властивостей групи згідно з СОУ 42.1-37641918-104. Вимоги до складу суміші наведені в таблиці.

Таблиця. Групи золошлакової суміші Добротвірської ТЕС

Найменування показника	Група золошлакової суміші ТЕС
	III
1	2
Вміст золи-виносу, % за масою	понад 50
Вологість, % за масою, не більше	15
Марка золошлакової складової за міцністю	Не нормується
Марка золошлакової складової за морозостійкістю	Не нормується

Примітка. За даними випробувань щебінь у складі суміші відповідає марці 400 згідно з ДСТУ Б В.2.7-30.

Таблиця. Зерновий склад золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС

	На ситі з розміром отворів, мм							
	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Частковий залишок на ситі, г	15,7	41,7	136,3	81,4	154,5	258,4	166,3	145,7
Частковий залишок на ситі, %	1,6	4,2	13,6	8,1	15,5	25,8	16,6	14,6
Повний залишок на ситі, %	1,6	5,8	19,4	27,5	43,0	68,8	85,4	100

Втрата маси при прожарюванні зольної складової повинна становити не більше 15 % за масою. Вміст оксиду кальцію CaO в зольній складовій золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС і в дрібнозернистій суміші повинен бути не більше ніж 10 % за масою. Через малий вміст силікатів і алюмінатів кальцію золошлакові суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС не мають самостійних гідралічних властивостей.

Таблиця. Визначення втрати маси при прожарюванні ДТЕК Добротвірської ТЕС (зольна складова)

Тигель №	Втрата маси, %	Середнє значення
I	3,9	3,4
II	3,2	
III	3,0	

Вміст оксиду магнію MgO у зольній складовій золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС та у шлаковій складовій повинен бути не більше ніж 5 % за масою. Вміст сірчаних та сірчаноокислих з'єднань у перерахуванні на SO_3 у зольній і шлаковій складовій золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС повинен бути не більше ніж 3 % за масою, у тому числі сульфідної сірки – не більше ніж 1 % за масою. Вміст лужних оксидів натрію і калію в перерахуванні на Na_2O в зольній складовій золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС і в дрібнозернистій суміші повинен бути не більше ніж 3 % за масою. Золошлакова суміш ДТЕК Добротвірської ТЕС не повинна містити гумусових речовин понад 2 % за масою. Зольна складова золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС у композиціях з цементом повинна забезпечувати рівномірність зміни об'єму. При випробуванні рівномірності зміни об'єму із застосуванням приладу Ле Шательє розширення не повинно перевищувати 10 мм.

2.3.2 Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС при будівництві насипів земляного полотна та основи дорожнього одягу в неукріпленому стані

Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС для будівництва насипів земляного полотна

Залежно від місцевих ґрунтово-гідрогеологічних умов, а також властивостей і дальності перевезення золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС, зведення насипів земляного полотна з цих матеріалів здійснюють шляхом заміни ними ґрунту у частині насипу, або на повну висоту насипу. Ці роботи здійснюють при температурі повітря вище 0°C.

Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС в окремих шарах насипу виконують з урахуванням властивостей ґрунтів, золошлакової суміші у відповідності з загальними принципами конструювання насипів, виходячи з умов отримання найбільш економічної та стійкої конструкції. Проектувати та зводити насип із золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС необхідно згідно вимог ДБН В.2.3-4, ВБН 2.3-218-171 та цих Методичних рекомендацій. При використанні золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС III групи, насип зводять за принципом "суміш в об'ємі", при якому оболонка тіла насипу на ширину до 2 м влаштовується з місцевого ґрунту, що має кращі дренажні властивості. На ділянках з тривалим підтопленням водою відсипання нижньої частини насипу слід проводити з золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС з коефіцієнтом фільтрації не нижче ніж 0,5 м/добу.

Технологія виконання робіт по зведенню насипів із золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС складається з наступних технологічних операцій: розробка золошлакових відвалів ТЕС, навантаження і транспортування золошлакових матеріалів, відсипання їх в тіло насипу, розрівнювання та ущільнення відсипаних шарів, а також планування укосів і їх укріплення. Вологість золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС перед ущільненням повинна бути доведена до оптимальної, що складає 8-9 %.

Таблиця. Результати визначення оптимальної вологості та максимальної щільності золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС

№ проби	Вологість при додаванні, %	Вологість матеріалу фактична середнє значення W, %	Об'ємна вага матеріалу, г/см ³	Об'ємна вага скелету матеріалу, г/см ³
1	6	6,0	1,16	1,13
2	7	6,5	1,22	1,13

3	8	7,7	1,30	1,21
4	10	8,6	1,23	1,10
5	12	8,3	1,23	1,10

З метою підвищення стійкості насипів, розташованих в сухих місцях, золошлакові матеріали ДТЕК Добротвірської ТЕС рекомендується дозволювати до оптимальної вологості розчином хлористого кальцію. У перерахунку на суху речовину витрата хлористого кальцію повинна бути рівна 0,5 % від маси. Ущільнення золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС виконують пошарово котками на пневматичних шинах, віброкотками або механізмами ударної дії. Використання котків с гладкими вальцями, а також кулачкових котків для ущільнення насипів з золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС не рекомендується. Поверхню укосів насипів з золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС додатково укріплюють. Укріплення укосів здійснюють шляхом нанесення на них шару рослинного ґрунту з засівом багаторічними травами. Укоси насипів, що підтоплюються, укріплюють збірними чи монолітними цементобетонними плитами, габіонами заповненими щебенем міцних порід або іншими способами, що захищають укоси від розмиву водою.

Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС як гранулометричних добавок для поліпшення властивостей ґрунтів

Золошлакові матеріали ДТЕК Добротвірської ТЕС можуть застосовуватися для поліпшення фізико-механічних властивостей ґрунтів, призначених для влаштування земляного полотна. Вибір необхідного для цього виду золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС здійснюється з урахуванням виду ґрунту. Золошлакові матеріали ДТЕК Добротвірської ТЕС рекомендуються в якості добавки для поліпшення гранулометричного складу пісків та супісків з числом пластичності менше ніж 3 %. Для поліпшення гранулометричного складу важких суглинків з числом пластичності менше ніж 15 рекомендується застосування використання золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС. Гранулометричний склад великоуламкових ґрунтів, а також пісків і супісків покращують шляхом додавання до них золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС. Кількість добавки золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС до ґрунту визначається за результатами підбору складу сумішей в лабораторії.

Застосування золошлакових матеріалів при будівництві шарів основи дорожнього одягу

В якості матеріалів для будівництва неукріплених шарів основи дорожніх одягів використовують золошлакові матеріали ТЕС, а також суміші,

золошлакові матеріали ДТЕК Добротвірської ТЕС з піском, щебенем чи гравієм, що відповідають вимогам до зернового складу сумішей згідно з ДСТУ Б В.2.7-30. Золошлакові матеріали ДТЕК Добротвірської ТЕС III групи застосовують для влаштування основ під перехідні і вдосконалені полегшені типи покриттів на дорогах IV-V категорій, а також нижніх шарів основ під вдосконалені полегшені і капітальні покриття на дорогах III категорії. Процес будівництва шарів основи дорожнього одягу складається з наступних технологічних операцій: вивезення золошлакових матеріалів ТЕС, кам'яних матеріалів, піску в «корито», на ущільнене земляне полотно або нижній шар основи, їх перемішування, розподіл, зволоження до оптимальної вологості, остаточне профілювання і ущільнення. Мінімальна товщина шарів, що укладаються, повинна бути не менше ніж 10 см, а максимальна не більше 25 см. Основи товщиною понад 25 см влаштовують у два шари. Ущільнення сумішей рекомендується виконувати котками на пневматичних шинах або віброкатками.

Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС при будівництві укріплених гарів дорожнього одягу

Сфера застосування

Укріплені суміші з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС використовують для влаштування шарів основи та покриття дорожнього одягу. Товщини шарів визначаються згідно з ВБН В.2.3-218-186.

Фізико-механічні властивості укріплених ґрунтових сумішей з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС повинні задовольняти вимогам наведених у відповідності до ВБН В.2.3-218-541. Укріплені укріплених цементом щебенево-піщаних та гравійно-піщаних сумішей з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС, фізико-механічні властивості сумішей повинні відповідати вимогам ГБН В.2.3-37641918-554. Укріплені фрезеровані матеріали з використанням золошлакових матеріалів ТЕС, повинні задовольняти вимогам ВБН В.2.3-218-545. Укріплені суміші першого класу згідно з ВБН В.2.3-218-541 та марки матеріалів М20, М 40, М60, М75 згідно з ГБН В.2.3-37641918-554 та ВБН В.2.3-218-545, призначені для влаштування верхніх шарів основ під вдосконалені покриття капітального і полегшеного типу на дорогах I-III категорії, а також покриття з захисними шарами на дорогах IV-V категорій. Укріплені суміші, які відповідають вимогам другого класу згідно з ВБН В.2.3-218-541 та марки М10, М20, М40 згідно з ГБН В.2.3-37641918-554 та ВБН В.2.3-218-545, призначені для нижніх шарів основ під полегшені та

перехідні типи покриттів на дорогах II-III категорій, а також основ під покриття доріг IV-V категорій. Укріплені суміші третього класу міцності згідно з ВБН В.2.3-218-541 та марки М10, М20 згідно з ГБН В.2.3-37641918-554 та ВБН В.2.3-218-545, призначені для нижніх шарів основ під покриття доріг III-IV категорій, а також для влаштування основи на дорогах V категорії.

Матеріали для приготування укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС

Для влаштування шарів дорожніх одягів з ґрунтів, укріплених в'язучими, використовують природні ґрунти, які відповідають класифікації згідно з ДСТУ Б В.2.1-2 (ГОСТ 25100). При визначенні ґрунтів для укріплення в'язучими необхідно враховувати вимоги ВБН В.2.3-218-541 та ГБН В.2.3-37641918-554 до зернового (гранулометричного) складу, походження (генезису), ступеню засоленості та кислотності середовища, вмісту органічної речовини (гумусу) та вологості. Допускається застосовувати суміші ґрунтів складу, близького до оптимального, якщо відхилення у кількості окремих фракцій від необхідного становить не більше ніж 10 % при дотриманні норм вмісту найбільших і дрібних зерен. Можливо також укріплення в'язучими великоуламкових ґрунтів переривчастого зернового складу, якщо вміст окремих фракцій у них не виходить за межі вимог ВБН В.2.3-218-541.

Перевагу потрібно надавати карбонатним ґрунтам, які набувають після укріплення більшу міцність порівняно з некарбонатними. Для укріплення ґрунтових сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС необхідно використовувати цементи згідно з ДСТУ Б В.2.7-112:

- портландцемент;
- шлакопортландцемент;
- пуцолановий портландцемент, марок 300, 400 і 500, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-46.

Тужавіння цементу, що застосовується, повинно починатися не раніше ніж через 2 години після його змішування з водою.

Для укріплення використовують вапно згідно з ДСТУ Б В.2.7-90. Для укріплення сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС необхідно використовувати органічні в'язучі матеріали:

- емульсії дорожні бітумні згідно з ДСТУ Б В.2.7-129;
- бітуми нафтові дорожні в'язкі згідно з ДСТУ 4044.

Дозволяється використовувати емульсії бітумні катіонні марок ЕК-П, ЕК-С, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-129. Дозволяється для приготування

сумішей, укріплених в'язучим, використовувати бітуми нафтові дорожні у спіненому стані.

Вода для приготування ґрунтів, укріплених в'язучими, має відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-273. Не допускається для приготування ґрунтів, укріплених в'язучими, використовувати болотні та стічні води. Для прискорення процесів твердіння, підвищення міцності і морозостійкості укріплених сумішей рекомендується вводити в них наступні водорозчинні активатори: технічний хлористий кальцій; технічний хлористий натрій; технічний натрій сірчаноокислий; хлорне залізо.

Як активатор для ґрунтових сумішей з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС, укріплених вапном може застосовуватись портландцемент або гіпс.

Підбір складу укріплених ґрунтових сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС

Підбір складу укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС виконують експериментальним шляхом з урахуванням властивостей застосовуваних матеріалів, погоднокліматичних умов району будівництва, інтенсивності автомобільного руху і призначення конструктивних шарів дорожнього одягу. Визначення складу укріплених сумішей зводиться до вибору такого співвідношення між їх складовими компонентами, при якому надійно і найбільш економічно забезпечується отримання сумішами заданої міцності та морозостійкості. Рекомендовані зернові склади наведені в таблиці.

Таблиця. Вимоги до зернового складу суміші з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів

Умовне позначення суміші	Максимальна крупність зерен, мм	Повний залишок мінеральних зерен, у відсотках за масою, на ситі з розміром отворів, мм									
		40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
СЦ 40	40	0-10	10-40	35-65	50-80	60-85	70-90	75-95	80-97	85-98	87-99
СЦ 20	20	—	0-10	20-40	35-65	50-80	60-85	70-90	75-95	80-97	85-98
СЦ 10	10	—	—	0-10	25-40	45-65	60-80	70-85	75-90	75-95	85-98
СЦ 5	5	—	—	—	0-	30-	50-	65-	75-	80-	95-

					10	40	65	80	85	90	97
СГ 2,5	2,5	—	—	—	—	0-10	30-40	55-65	70-80	80-90	82-92
СГ 1,25	1,25	—	—	—	—	—	0-10	35-45	60-70	75-85	82-91
СГ 0,63	0,63	—	—	—	—	—	—	0-10	60-70	70-80	80-90
Примітка. Допускається використовувати мінеральні матеріали та ґрунти інших зернових складів, за умови забезпечення вимог таблиці 6.2 ГБН В.2.3-37641918-554											

Процес підбору складу укріплених ґрунтових сумішей виконують у такій послідовності: визначення зернового складу ґрунту, визначення кількості золошлакового матеріалу ДТЕК Добротвірської ТЕС, визначення витрат в'язучого, оптимальної вологості суміші, виду і кількості активатору, за потреби. Для укріплення ґрунтових сумішей в залежності від гранулометричного складу і властивостей матеріалів, що укріплюються, рекомендується кількість вапна від (2 - 6) % (у перерахунку на активний СаО), портландцементу - від (4 – 8)%, шлакових в'язучих – від (7,5 - 15,0) %. Піщані та супіщані ґрунти з числом пластичності менше ніж 7 рекомендується після введення золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС укріплювати вапном.

Необхідна кількість добавки золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС або для поліпшення властивостей ґрунту встановлюється за максимальної щільності суміші, але не більше ніж 25 і не менше ніж 10 % за масою. Ґрунтові суміші із використанням золошлакових матеріалів ТЕС, що обробляються в'язучим, повинні мати оптимальну вологість, але не більше ніж 0,55 WT для глинистих ґрунтів, інших - не більше ніж 0,75 WT. Використання засолених різновидів піщаних і супіщаних ґрунтів, що містять у своєму складі легкорозчинні компоненти, допускається при хлоридному, сульфатно-хлоридному і хлоридно-сульфатному засоленні, коли вміст солей не перевищує більше ніж 4 % (від маси ґрунту); при сульфатному засоленні, коли вміст солей не перевищує більше ніж 2 %. Суглинки всіх різновидів, а також глини (за винятком важких) рекомендується обробляти вапном після поліпшення добавкою золошлакового матеріалу ДТЕК Добротвірської ТЕС в кількості (30 – 40) % по масі.

Підбір складу укріплених сумішей з кам'яних матеріалів із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС

Фізико-механічні властивості укріплених цементом кам'яних матеріалів з добавкою золошлакових матеріалів ТЕС, повинні задовольняти вимогам ГБН

В.2.3-37641918-554 фізико-механічні властивості укріплених органічним в'язучим кам'яних матеріалів з добавкою золошлакових матеріалів ТЕС, повинні задовольняти вимогам ВБН В.2.3-218-189. Залежно від гранулометричного складу і властивостей матеріалів, що укріплюються, а також необхідного класу міцності, кількість цементу рекомендується у межах (8- 10) %, гідравлічних або шлакових в'язучих (7,5 - 15,0) %, органічного в'язучого (4 - 6) %.

Таблиця. Результати проведених випробувань із використанням золошлаку укріпленого цементом (Доброутвірська ТЕС)

Склад суміші	Границя міцності при стиску водонасичених зразків, МПа	Коефіцієнт морозостійкості (5 циклів заморожування - відтавання)
Золошлак – 100 % Цемент – 6 %	0,8	1,00
Золошлак – 100 % Цемент – 8 %	1,0	1,00
Золошлак – 100 % Цемент – 10 %	0,7	0,86
Золошлак – 50 % 10-20 – 20 % 5-10 – 30 % Цемент – 10 %	4,6	0,83
Вимоги ГБН В.2.3-37641918-554	Не менше ніж 1,0 (для М 10)	Не нормується, визначається для накопичення даних (для М 10)
Примітка. Випробування зразків проводили після 28 діб набору міцності		

Таблиця. Результати проведених випробувань підібраного складу суміші СЩ 20 згідно з ГБН В.2.3-37641918-554 (Доброутвірська ТЕС)

Склад суміші	Границя міцності при стиску водонасичених зразків, МПа	Коефіцієнт морозостійкості (5 циклів заморожування - відтавання)
Золошлак – 20 % 10-20 – 20 % 5-10 – 20 % 0-5 – 40 % Цемент – 10 %	6,3	0,84

Вимоги ГБН В.2.3-37641918-554	Не менше ніж 1,0 (для М 10)	Не нормується, визначається для накопичення даних (для М 10)
Примітка. Випробування зразків проводили після 28 діб набору міцності		

З метою зниження витрат цементу, прискорення твердіння, підвищення морозостійкості, рекомендується вводити добавки активаторів. Вміст пилоподібних, мулистих і глинистих часток в застосовуваному щебені, щебенево-піщаних і гравійно-піщаних сумішах не повинно перевищувати 5 %, у тому числі глинистих часток - не більше ніж 2 %. Морозостійкість використовуваного щебеню та гравію повинна бути не нижче ніж необхідна морозостійкість укріпленої суміші. Цим же вимогам повинні задовольняти і всі різновиди використовуваних промислових відходів.

Укріплення кам'яних матеріалів може виконуватися як за технологією змішування в установках, так і технологією змішування на дорозі. При наявності відповідних механізмів перевагу слід віддавати технології змішування в установці. Готова укріплена суміш кам'яних матеріалів з добавкою золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС та прискорювачів твердіння повинна бути укладена та ущільнена не пізніше 2 годин після її приготування.

Підбір складу органо-мінеральних сумішей з фрезерованих матеріалів із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС

Фізико-механічні властивості укріплених фрезерованих матеріалів з добавкою золошлакових матеріалів ТЕС, укріплених цементом або комплексним в'язучим, повинні відповідати вимогам ВБН В.2.3-218-545. Залежно від гранулометричного складу і властивостей матеріалів, що укріплюються, а також необхідного класу міцності, кількість цементу рекомендується у межах (3 - 5) %, бітуму (2 - 4) %.

Необхідна кількість золошлакового матеріалу ДТЕК Добротвірської ТЕС встановлюється за результатом визначення максимальної щільності суміші однак, не більше 25 % і не менше ніж 10 %. Вміст пилоподібних та глинистих часток у фрезерованій суміші не повинно перевищувати більше ніж 5 %, у тому числі глинистих часток - не більше ніж 2 %. Морозостійкість використовуваного щебеню та гравію повинна бути не нижче, ніж необхідна морозостійкість укріпленої суміші. Укріплення сумішей з фрезерованих матеріалів із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС може виконуватися як за технологією змішування в установках, так і технологією змішування на дорозі. При наявності відповідних механізмів

перевагу слід віддавати методу змішання в установці. Готова укріплена суміш з фрезерованих матеріалів із використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС повинна бути укладена і ущільнена не пізніше 2 годин після її приготування.

Технологія виконання робіт з влаштування укріплених шарів дорожнього одягу з використанням золошлакової суміші ДТЕК Добротвірської ТЕС

Загальні положення

Залежно від проектної товщини і прийнятого способу виконання робіт основи і покриття з укріплених сумішей влаштовують в один або два шари. Товщина ущільненого шару суміші повинна бути не менше ніж 12 см і не більше ніж 25 см. При товщині основи більше 25 см вона виконується в два шари. Будівництво шарів з укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів слід виконувати при температурі навколишнього повітря не нижче + 5°C.

Будівництво шарів дорожніх одягів з укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів здійснюють шляхом послідовного виконання таких технологічних процесів: приготування укріплених сумішей, транспортування, укладання їх в основу або покриття, ущільнення і забезпечення умов для формування. Залежно від наявного устаткування приготування укріплених сумішей здійснюють наступними способами:

- змішування в стаціонарних або пересувних змішувальних установках;
- змішування на дорозі за допомогою однопрохідних змішувальних машин (ресайклер тощо);
- змішування на дорозі за допомогою багатопрохідних машин (автогрейдер, тощо).

Найбільш висока якість укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів досягається при приготуванні в змішувальних установках з примусовим перемішуванням.

Суміші із використанням золошлакових матеріалів, укріплені цементом, повинні бути укладені і ущільнені не пізніше 4 годин після їх приготування. При температурі 20°C допустимий розрив у часі між приготуванням, укладанням і ущільненням сумішей, укріплених вапном або меленим гранульованим доменним шлаком, не повинен перевищувати 4 діб. При наявності в таких сумішах активаторів, а також при температурі повітря понад 20°C зазначений термін скорочується до 2 діб.

Граничну довжину змінної захватки конструктивних шарів з укріплених сумішей призначають, виходячи з продуктивності змішувальних і укладальних механізмів і строків тужавлення застосовуваного в'язучого з введенням відповідних поправок на погодно-кліматичні умови. Укріплені суміші із використанням золошлакових матеріалів укладають безпосередньо на ущільнене земляне полотно, дно корита або на нижній шар основи. Коефіцієнт ущільнення ґрунту земляного полотна або шару основи, на який укладають укріплену суміш, повинен бути не нижче 0,98 від стандартної щільності.

Приготування укріплених сумішей в змішувальних установках

Процес приготування укріплених сумішей в змішувальних установках складається з таких операцій: подача в змішувач компонентів мінерального матеріалу, золошлакового матеріалу, гранулометричних добавок (за потреби), в'язучого, води або водного розчину активатору і їх змішування до досягнення однорідного стану. Допускається також готувати сухі суміші з подальшим їх зволоженням до оптимальної вологості і додатковим перемішуванням вже на місці їх укладання в основу або покриття. Змішувальні установки повинні бути обладнані ваговими дозаторами для дозування мінеральних компонентів суміші, а також в'язучого, активаторів і води. Для змішування використовують ґрунтозмішувачі, бетономішалки з примусовим перемішуванням періодичної і безперервної дії, а також змішувальне обладнання стаціонарних асфальтобетонних і цементно-бетонних заводів.

Бази приготування укріплених сумішей повинні мати майданчик з твердим покриттям для розвантаження і зберігання готової продукції, а також інвентарні склади для зберігання неорганічних в'язучих і активаторів. При використанні золошлакових матеріалів сухого відбору та вапна на базах встановлюють додаткові інвентарні склади для зберігання цих матеріалів. Крім того, бази оснащують механізованим обладнанням для вертикального і горизонтального переміщення вихідних матеріалів і готової продукції. При застосуванні комового вапна, його слід попередньо загасити в пушонку. Для цієї мети використовують механізовані гідратори. З гідраторів готову вапно-пушонку подають прямо у бункер змішувача або у силосний склад для зберігання.

Дозування води, необхідної для приготування укріплених сумішей, здійснюють з урахуванням природної вологості золошлакових матеріалів.

Готові суміші вивантажують зі змішувача у кузова автосамоскидів і транспортують на місце укладання. Допускається короткочасне зберігання

укріплених сумішей у накопичувальних бункерах. При навантаженні, транспортуванні і розвантаженні укріплених сумішей потрібно дотримуватись заходів проти її розшарування.

Приготування укріплених сумішей на дорозі однопрохідними машинами

При використанні для приготування укріплених сумішей однопрохідних змішувальних машин, зола шлаковий матеріал разом з іншими компонентами суміші розподіляють автогрейдером рівним шаром по ширині, а потім перемішують з в'язучими і водою за один прохід. При цьому товщина шару повинна бути більше проектної на величину коефіцієнту ущільнення суміші. Ширина оброблюваної смуги залежить від ширини змішувального барабана однопрохідної змішувальної машини. Проходи машини по ширині повинні бути розраховані так, щоб суміжні смуги перекривалися на ширину не менше 30 см. Дозування води для зволоження суміші до оптимальної вологості здійснюють за допомогою системи змішувача, в яку подають воду. Вода знаходиться у автоцистернах, що рухаються поруч із змішувачем. Також, зволоження суміші може бути виконано поливальною машиною.

Приготування укріплених сумішей багатопрохідними машинами

Як багатопрохідну машину для приготування укріплених сумішей способом змішання на дорозі використовують дорожні фрези та автогрейдери. При влаштуванні дорожнього одягу з присипними узбіччями зола шлаковий матеріал, а також інші компоненти суміші вивозять і відсипають у конуси або суцільний призматичний валик по осі проїзної частини або збоку на сплановане та ущільнене земляне полотно, нижній шар основи. Після завезення розрахункового обсягу суміші її збирають у валик і розподіляють по ширині дорожнього одягу автогрейдером. У разі влаштування дорожнього одягу з напівприсипними узбіччями, укріплену суміш розподіляють по ширині проїзної частини так, щоб вона не доходила до крайок ближче ніж 0,5м. Введення в суміш заданої кількості неорганічного в'язучого виконують розподільником цементу. Для підвезення і завантаження неорганічного в'язучого в бункер розподільника використовують автоцементовози. Органічне в'язуче доставляють та розподіляють гудронатором. Перемішування суміші із золошлаковим матеріалом та в'язучим здійснюють багатопрохідними машинами за (2 – 3) проходу по одному місцю, після чого зволожують суміш водою до оптимальної вологості і перемішують її до однорідного стану. Зволожувати суміш рекомендується поливальними машинами.

Укладання і ущільнення укріплених сумішей

Укріплені суміші, виготовлені в стаціонарних змішувальних установках, укладають на сплановане і добре ущільнене земляне полотно (при влаштуванні основи з присипними узбіччями), дно корита або ущільнений нижній шар основи з розрахунку одержання заданої товщини шару укріпленої суміші в ущільненому стані. Коефіцієнт ущільнення укріплених сумішей орієнтовно приймають рівним 1,2 остаточної величини уточнюють дослідним шляхом.

Для укладання укріплених сумішей, виготовлених в змішувальних установках, використовують асфальтоукладач. У разі відсутності асфальтоукладача, укріплену суміш вивозять на середину проїзної частини і відсипають в конуса або суцільний призматичний валик. Вивезену суміш розподіляють по ширині основи автогрейдером. Для надання основі підвищеної рівності укладання укріплених сумішей рекомендується здійснювати за допомогою будівельних машин або автогрейдера, оснащених системою стеження, що забезпечує задану товщину і профіль шару, що укладається. Укладені укріплені суміші ущільнюють котками на пневматичних шинах. При відсутності таких котків укладені суміші ущільнюють гладковальцевими котками. В обох випадках ущільнення здійснюють спочатку легкими, а потім важкими котками. Ущільнення ведуть від краю проїжджої частини до середини з перекриттям сусідніх смуг на одну третину сліду. Суміш повинна мати вологість, що відрізняється від оптимальної не більше ніж на 2 %. Ущільнення закінчують по досягненні сумішшю щільності не нижче чим 0,98 від стандартної. Поперечні і поздовжні стики влаштовують за допомогою бічних або торцевих упорів. У разі якщо перерва між часом укладання сумішей на суміжних ділянках не перевищує терміну тужавлення в'язучого, допускається влаштування стиків під кутом 30°.

Зрізку нерівностей, досипання укріпленої суміші, і остаточно профілювання укладеного шару здійснюють після його ущільнення пневматичними котками. Остаточно спрофільовану ділянку укочують гладковальцевими котками.

Заходи щодо забезпечення твердіння укріплених сумішей

Основи і покриття з укріплених сумішей необхідно оберігати від випаровування з них вологи. Цього досягають шляхом укладання на них шару водонепроникного покриття шляхом нанесення на них плівкоутворювального матеріалу. Плівкоутворювальний матеріал наносять на шар укріпленої суміші з розрахунку (0,8 – 1,0) л/м². Розподіл плівкоутворювальних матеріалів здійснюють за допомогою автогудронаторів або спеціальних розпилювачів. Щоб уникнути вимивання водою матеріалу

через захисну плівку, не дозволяється проведення робіт по нанесенню на основу з укріплених сумішей бітумних емульсій і синтетичних латексів під час випадання атмосферних опадів. При відсутності плівкоутворювальних матеріалів та неможливості негайного укладання шару водонепроникного покриття або захисного бітумомінерального шару, основа повинна бути покрита шаром вологого піску товщиною (5 – 7) см. Шляхом періодичних поливок вологість підтримується постійною протягом усього періоду твердіння основи аж до моменту влаштування покриття. Перед влаштуванням покриття шар піску слід видалити, очистити основу механічними щітками і нанести на нього ґрунтовку з рідкого бітуму або бітумної емульсії.

Застосування золошлакових матеріалів ДТЕК Добровірської ТЕС в дорожній цементобетонах

Зола-виносу є різновидом дрібного заповнювача, який застосовують з метою зниження витрат цементу, підвищення рухливості бетонної суміші і щільності бетону. Для зниження витрат цементу і заповнювачів при приготуванні бетонних сумішей рекомендується використовувати золи-винесення, шлаки та золошлакові суміші Добровірської ТЕС, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-205, ДСТУ Б В.2.7-211, СОУ 42.1-37641918-104.

Допустиму кількість добавки золи-виносу до цементобетону призначають за даними лабораторних випробувань зразків бетонних сумішей з різним вмістом золи. Показники міцності зразків цементобетону з добавкою золи-виносу після 28-добового твердіння повинен бути не нижче ніж 75 %, а після 90 діб - не нижче ніж 100 % міцності аналогічних зразків цементобетону без добавки золи-виносу згідно з ДСТУ Б В.2.7-43. Граничний вміст золи-виносу в бетонній суміші не повинен перевищувати більше ніж 10 % від об'єму піску і 20 % від маси цементу. При цьому добавка золи-виносу не повинна викликати збільшення водопотреби бетонної суміші.

До складу бетонних сумішей добавку золи-виносу слід вводити після короткочасного перемішування піску і щебеню з цементом. Дозволяється вводити золу-виносу одночасно з цементом. При введенні золи-виносу в цементобетон з реакційно здатними заповнювачами, сумарний вміст водорозчинних лугів в цементі і золі-виносу не повинен перевищувати більше ніж 0,6 %.

Як активну добавку для приготування цементобетонних сумішей застосовують золу-виносу сухого відбору. Допускається використовувати

для цієї мети також і золи-виносу роздільного гідровидалення з вмістом часток більше 0,08 мм не більше ніж 25 %. Застосовані золи-виносу по своїм властивостям повинні відповідати вимогам наведених у відповідності до ДСТУ Б В.2.7-205.

Цементобетони з добавкою золи-виносу застосовують для будівництва дорожніх основ під вдосконалені типи покриттів, а також для зведення фундаментів штучних споруд і технічних споруд. За умови введення до складу таких цементобетонів повітровтягуючих добавок, вони можуть бути використані для будівництва покриттів на дорогах III-IV категорій. Добавка золи-виносу в цементобетон сприяє підвищенню рухливості суміші, але знижує тепловиділення і уповільнює швидкість твердіння. Тому укладання таких цементобетонів повинно виконуватись при температурі повітря не нижче + 10 оС.

Застосування золошлакових матеріалів як протиожеледний матеріал

Золошлакові матеріали можуть застосовуватись як протиожеледні матеріали, для ліквідації зимової слизькості. Застосування золошлакових матеріалів як протиожеледний полягає у нанесенні їх на покриття дорожнього одягу автомобільної дороги, що забезпечує зчеплення колеса автомобіля з покриттям по всій площі і, відповідно перешкоджає виникненню дорожньо-транспортних пригод завдяки зменшенню ймовірності заносів на складних ділянках дороги та при вимушеному гальмуванні. Золошлакові матеріали відносяться до фракційних і повинні відповідати вимогам СОУ 45.2-00018112-037 Споруди транспорту. Матеріали протиожеледні для боротьби із зимовою слизькістю. Класифікація. Технічні вимоги. Методи випробувань.

Контроль якості будівництва

При влаштуванні шарів дорожнього одягу з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС необхідно проводити вхідний, операційний та приймальний контроль якості будівельних робіт.

Вхідний контроль

Золошлакові матеріали (золи-виносу, золошлакові суміші), ґрунти, кам'яні матеріали, цемент, воду, необхідно перевіряти на відповідність вимогам чинних нормативних документів. Золи виносу та суміші золошлакові для

дорожніх робіт повинні відповідати вимогам СОУ 42.1-37641918-104. Золи виносу теплових електростанцій для приготування цементобетонних сумішей повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-205. Суміші золошлакові теплових електростанцій для приготування цементобетонних сумішей повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-211.

Перевірку відповідності фізико-механічних показників кам'яних матеріалів необхідно здійснювати згідно з ДСТУ Б В.2.7-71, відсіву згідно з ДСТУ Б В.2.7-232. Фізико-механічні показники ґрунтів визначають згідно з ДСТУ Б В.2.1-17, зерновий склад згідно з ДСТУ Б В.2.1-19. Відбір проб зразків проводять з кожних 2000 м³. Неорганічні в'язучі (портландцемент, шлакопортландцемент) повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-46 та ДСТУ Б EN 197-1. Перевірку якості цементу здійснюють за показниками:

- нормальної густини;
- термінів тужавлення;
- активності.

Відбір проб неорганічних в'язучих і визначення їх властивостей слід проводити з кожної нової партії, що надійшла. Відбір проб цементу необхідно здійснювати згідно з ДСТУ Б В.2.7-44.

Контроль якості води для виготовлення суміші з матеріалів укріплених цементом необхідно здійснювати згідно з ДСТУ Б В.2.7-273 (ГОСТ 23732).

Операційний контроль

Для забезпечення потрібної міцності і довговічності дорожніх одягів з шарів, побудованих, із застосуванням золошлакових матеріалів ТЕС, під час будівництва, необхідно ретельно дотримуватися технологічних правил виконання всіх видів робіт.

При зведенні насипів земляного полотна і при будівництві шарів основ з застосуванням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС необхідно систематично контролювати гранулометричний склад і вологість матеріалів, ступінь їх ущільнення і відповідність параметрів зведених конструктивних елементів дороги проектним даним. В процесі приготування сумішей, укріплених неорганічними в'язучими, необхідно перевіряти зерновий склад суміші, дозування складових компонентів, вологість суміші, якість перемішування і фізико-механічні властивості. При виконанні робіт з будівництва основ та покриттів з використанням золошлакових матеріалів ТЕС, укріплених неорганічними в'язучими, підлягають контролю: товщина укладеного шару суміші і ступінь його ущільнення, відповідність ширини і поперечного профілю шару проектним значенням, дотримання заходів по забезпеченню формуванню шару.

При операційному контролі якості робіт з влаштування шарів дорожніх одягів з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС, через кожні 50 м необхідно здійснювати контроль проектних параметрів згідно з ДБН В.2.3-4. Контроль включає: дотримання проектних показників розміщення осевої лінії в плані, висотних відміток, поперечних похилів, щільності, товщини та ширини влаштованого шару.

Операційний контроль якості суміші з використанням золошлакових матеріалів ДТЕК Добротвірської ТЕС укріпленої цементом потрібно здійснювати шляхом лабораторних випробувань проб та за зовнішніми ознаками. Якісно перемішана суміш з оптимальною кількістю цементу не повинна мати необроблених частинок. Границю міцності на стиск матеріалів оброблених цементом визначають згідно з ДСТУ Б В.2.7-214. Від кожної партії відбирають пробу, з якої готують серію зразків (не менше шести). Для сумішей щебеневих ущільнення зразків здійснюють пресуванням під тиском 20 кН/см^2 із витриманням 3 хв., для сумішей ґрунтових - методом стандартного ущільнення відповідно до ДСТУ Б В.2.1-12. Відбір проб укріплених сумішей для визначення їх фізико-механічних властивостей слід проводити як під час вивантаження зі змішувача, так і безпосередньо перед їх ущільненням на дорозі. На стаціонарних та пересувних змішувальних установках проби укріплених сумішей необхідно відбирати не рідше одного разу на зміну, а на дорозі не рідше, ніж через 0,5 км. Випробування зразків виконують через 28 діб нормального твердіння (при температурі $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ та відносній вологості повітря не менше ніж 90 %).

Якщо відповідно до положень 9.2.2 буде виявлено, що суміш недостатньо перемішана, влаштування шару з неї не дозволяється. При влаштуванні шару суміші з використанням золошлакового матеріалу ДТЕК Добротвірської ТЕС укріпленої цементом за технологією на дорозі на ділянках де виявлено, що суміш недостатньо перемішана, потрібно виконати додаткове перемішування. При виготовленні суміші з використанням золошлакового матеріалу ДТЕК Добротвірської ТЕС укріпленої цементом за технологією в установці, недостатньо перемішана суміш підлягає утилізації. Вологість суміші необхідно періодично перевіряти в процесі перемішування та перед укочуванням.

Перед профілюванням суміші на кожній ділянці не рідше, ніж через (250 ± 50) м належить відбирати проби зразків готової суміші для визначення її фізико-механічних властивостей. Товщину шару в ущільненому стані необхідно контролювати промірами щупом в (4 ± 1) точках поперечника з кроком (15 ± 5) м.

Приймальний контроль

Допустиме відхилення товщини влаштованого шару від проектних значень повинно бути в межах згідно з ДБН В.2.3-4. Допустиме відхилення ширини влаштованого шару, контролюють через кожні 100 м рулеткою мірною металевою згідно з ДСТУ 4179. Результати вимірювань відхилення ширини шару можуть мати відхилення від проектних значень в межах згідно з ДБН В.2.3-4. Керни з шару укріпленого цементом відбирають після його влаштування через 28 діб. Випробування кернів, відібраних з шару, здійснюють згідно з ДСТУ Б В.2.7-214. Допустиме відхилення висотних відміток шару з суміші укріпленої цементом від проектних значень повинно бути в межах згідно з ДБН В.2.3-4.

Техніка безпеки при виконанні робіт

Розробка відвалів, навантаження, транспортування і зберігання золошлакових матеріалів, а також всі види робіт, що пов'язані з переробкою відходів Добротвірської ТЕС та їх застосування при будівництві та ремонті дорожніх одягів, повинні виконуватися з урахуванням вимог ДСанПіН 2.2.7.029. Роботи по приготуванню укріплених сумішей із використанням золошлакових матеріалів, вапна, цементу супроводжуються виділенням пилу, які надають подразнюючу дію на органи дихання людини, а також можуть викликати опіки незахищених ділянок шкіри та органів зору. Тому, до роботи з приготування укріплених золошлакових сумішей можуть бути допущені особи, що пройшли інструктаж з техніки безпеки виконання робіт згідно з НПАОП 0.00-4.12.Всі робітники згідно з ДБН Г.1-4 зайняті операціями, пов'язаними з навантаженням, розвантаженням, транспортуванням, розподілом, гасінням і перемішуванням вапна, повинні мати спецодяг і користуватися індивідуальними захисними засобами: окулярами в гумовій оправі, які щільно закривають очі, респіраторами і рукавицями згідно з НПАОП 63.21-3.03.

Машини і механізми, зайняті на операціях: по приготуванню і влаштуванню укріплених сумішей, повинні завжди перебувати в технічно справному стані. Перевірка справності машин проводиться перед початком роботи кожної зміни. Використання несправних машин і установок забороняється. Не допускається перевезення вапна-пушонки, меленого негашеного вапна, цементу, навалом в кузовах автомобілів. Для перевезення цих видів в'язучих слід застосовувати автоцементовози. Вивантаження цих матеріалів у бункери розподільники або змішувальні машини повинне здійснюватися тільки пневматичним способом. При цьому повинна бути забезпечена повна герметизація всіх з'єднань.

Всі пилоутворюючі місця робочих механізмів і машин повинні бути герметизовані або покриті спеціальними кожухами. Забороняється знімати і піднімати кожухи під час роботи згідно з НПАОП 63.21-1.01. Стационарні змішувальні установки повинні бути обладнані витяжною вентиляцією і пиловловлювальними пристроями. Усі категорії працівників відповідно до НАПБ А.01.001 повинні проходити навчання з питань пожежної безпеки. Особи, які виконують роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою згідно з НАПБ Б.06.001, попередньо, до початку самостійного виконання робіт повинні пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум), а потім постійно – один раз на рік, а також пройти перевірку знань відповідно до НАПБ Б.02.005. Виробничі дільниці та майданчики, де проводяться роботи з влаштування шарів дорожнього одягу повинні бути забезпечені пожежною технікою та первинними засобами пожежогасіння відповідно до ГОСТ 12.4.009, НАБП Б.03.001.

Рівень шумового навантаження на працюючих при використанні ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами, не повинен перевищувати 80,0 дБ "А" екв., згідно з ДСН 3.3.6.037. Концентрація речовини у вигляді суспендованих твердих частинок в повітрі робочої зони визначається та контролюється згідно з МУ 4436. Еквівалентні рівні загальної вібрації на робочих місцях згідно з ДСН 3.3.6.039 не повинні перевищувати 92 дБ "А" екв.

Порядок накопичення, транспортування, знешкодження утилізації та поховання некондиційних матеріалів та інших відходів, що утворюються в процесі приготування сумішей здійснюють з дотриманням природоохоронних вимог згідно з ДСанПіН 2.2.7.029 в установленому законодавством порядку. З дотриманням відповідних природоохоронних вимог здійснюють: захист ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами – згідно з ДСанПіН 2.2.7.029, охорону поверхневих вод від забруднення та засмічення при виконанні робіт – згідно з СанПіН 4630. Місця тимчасової стоянки автотранспорту та дорожньо-будівельних механізмів повинні бути забезпечені буксирними тросами та штангами з розрахунку один трос (штанга) на 10 одиниць техніки. Порядок огороження та організації дорожнього руху в місцях проведення робіт повинен відповідати вимогам СОУ 45.2-00018112-006.

Інвентарні будівлі мобільного типу (будинки-вагончики), які використовуються для перебування працівників, слід розміщувати окремо один від одного або парами в торець один до одного (з виходами в протилежні боки).

Транспортування та зберігання

Золу транспортують в спеціальних вагонах-цементовозах, а також автоцементовозах відповідно до правил перевезення вантажів. Золошлакову суміш транспортують у залізничних вагонах, піввагонах із спеціальним накриттям, що виключає її розпилення, піввагонах з люковим розвантаженням, а також в автотранспортних засобах вкритих спеціальним накриттям, відповідно до правил перевезення вантажів. Зберігання золи здійснюють в силосах або інших критих ємкостях. Зберігання золошлакової суміші здійснюють в умовах, що запобігають їх засміченню, забрудненню - критих складах, обладнаних дренажною системою. Допускається зберігання золошлакової суміші у відкритих складах за умови захисту її від забруднення, перезволоження і змішування з іншими матеріалами.

3. Формування нових видів промисловості на основі золотушкових матеріалів

Розробка методичних рекомендацій з використання золотушкових матеріалів Бурштинської та Добротвірської ТЕС на подальше використання цих матеріалів для будівництва ділянки дороги до Новороздільського індустріального парку спричинить підвищення інтересу до цих матеріалів. Зважаючи на те, що повноцінна ділянка дороги з використанням золотушкових матеріалів будуватиметься вперше (за даними проєктантів, на початку 00-их було збудовано експериментальну ділянку у Львівку у рамках наукових досліджень ДерждорНДІ), Новороздільський індустріальний парк може використати цей факт для залучення потенційних інвесторів. Нижче наводиться аналіз можливих підходів до використання золотушкових матеріалів для формування нових виробничих потужностей у Новороздільському індустріальному парку.

1. Розміщення цементобетонного заводу

Під час будівництва дороги до Новороздільського індустріального парку та всередині Новороздільського індустріального парку з використанням золотушкових матеріалів Добротвірської ТЕС згідно із проєктованим робочим проєктом необхідне розміщення тимчасового заводу цементобетону на території або самого Новороздільського індустріального парку або прилеглих територіях. Саме на цьому тимчасовому заводі буде проводитись змішування золотушкових матеріалів з ДТЕК Добротвірска ТЕС із щебенем, піском та цементом для отримання необхідних матеріалів відповідно до методних рекомендацій. Тимчасовий завод буде розташований поруч з ділянкою залізниці, що проходить на південній частині території Новороздільського індустріального парку.

Зважаючи на наявність залізниці та перспективи будівництва доріг у субрегіоні Розділля (лише будівництво доріг, що розробляються у рамках проєкту транскордонної співпраці Новороздільської міською радою у 2015р., вимагатиме мін. 7 років), рекомендується планувати такий цементобетонний завод як постійнодіючий. Такий завод може працювати на інші дороги субрегіону, зважаючи на промисловий майданчик Новороздільського індустріального парку поруч та наявність доступу до залізниці. Також, такий завод цементобетонних сумішей зможе виконувати роботи з підготовки сумішей на основі золотушкових матеріалів, у т.ч. під брендом зовнішніх замовників. Такі золотушкові брендовані матеріали є популярними в Польщі (див. розділ про досвід країн ЄС).

Одним з можливих сценаріїв є залучення польського (або іншого іноземного інвестора), який має досвід використання золожужелових матеріалів та виробництва будівельних сумішей на основі золожужелових матеріалів, для будівництва цементобетонного заводу у Новороздільському індустріальному парку. Замовлення матеріалів для будівництва дороги до Новороздільського індустріального парку може стати елементом мотивації для потенційних інвесторів для розміщення виробничих потужностей в Новому Роздолі. Водночас інвестор має бути зацікавлений у виробництві ширшого асортименту продукції з золожужелових матеріалів та інших матеріалів для завантаження виробничих потужностей впродовж року. Такими матеріалами можуть бути в'язучі для дорожніх сумішей на основі золожужелових матеріалів, підготовлені дорожні протиожезедні суміші тощо. Бажано, щоб профіль цементобетонного заводу концентрувався на дорожній сфері задля уникнення конкуренції з іншими потенційними виробниками (див. нижче).

Потенційними підприємствами відповідного профілю у Польщі є Польська спілка виробників продукції з золожужелових матеріалів (Polish Fly Ash Products Union, м.Катовіце).

2. Виробництво будівельних матеріалів з використанням золожужелових матеріалів

Окрім дорожнього будівництва, одним з ключових напрямків використання золожужелових матеріалів є виробництво будівельних матеріалів (див. відповідний розділ). Перспективним є напрямок виробництва т.зв. сірих сухих будівельних сумішей, що містять певну частку золи-виносу або золошлакової суміші та використовуються для внутрішніх будівельних робіт. Іншими можливими будівельними матеріалами з використанням золожужелових матеріалів є керамзитцементи, портландцементи, заповнювачі (наприклад керамзитні) тощо.

Водночас переваги Новороздільського індустріального парку як місця розміщення таких виробництв є незначними, якщо дивитись виключно з точки зору доступу до дешевої сировини (золожужелових матеріалів), оскільки ці матеріали доступні безпосередньо у смт. Добротвір (Львівської області) та м. Бурштин (Івано-Франківської області) коло відповідних теплостанцій. Також конкуренцію складають діючі заводи та підприємства з виробництва будівельних матеріалів, яких є понад 50 у Західній Україні, із наявною технікою, потужностями, базою клієнтів тощо. Отже, Новороздільський індустріальний парк має запропонувати інші додаткові переваги для роцташування таких підприємств у Нвоому Роздолі.

Пропонована стратегія передбачає використання цементобетонного заводу (сценарій 1) як якірного підприємства для розміщення інших підприємств, у

т.ч. із виробництва будівельних матеріалів, у Новороздільському індустріальному парку. Оскільки цементобетонний завод вимагатиме транспортування золожужелових матеріалів до Нового Роздолу на етапі будівництва заводу, можливо розглядати питання про транспортування більшої кількості матеріалу для потреб інших підприємств, зокрема невеликих підприємств з виробництва сухих будівельних сумішей з вмістом золожужелових матеріалів.

Наступним кроком має стати пошук бізнес-ніші будівельних конструкцій або матеріалів, в яких можливе використання золожужелових матеріалів, і на які існує попит в Україні. Одним з таких напрямків може бути виробництво конструкцій для громадських просторів, - лав, відкритих сцен, зупинок, кругів для висадки дерев тощо. Такі вироби ставатимуть затребуваними із розвитком естетики громадських просторів в Україні. Їхнє виробництво вимагає високої доданої вартості, - вартість полягає у навичках та компетенціях персоналу аніж у вартості самих виробів, що матиме додаткові переваги для Новороздільського індустріального парку (кращі робочі місця). Львів поруч із Новим Роздолом має достатню кількість нових архітектурних бюро, що експериментують із новими матеріалами та підходами до міських громадських просторів. Імовірним є зацікавлення таких бюро у партнерських виробничих потужностях, створених спільно із виробничим підприємством. Виробництво продукції для благоустрою вимагатиме не лише золожужелових матеріалів (передовсім інших), але наявність цих матеріалів та місцевого цементобетонного заводу може стати фактором зацікавлення, як фактору відмінності від інших локацій. Близкість до миколаївських пісчаних кар'єрів та Івано-Франківськцементу та Миколаївського цементного заводу створює додаткові переваги для розміщення у Новороздільському індустріальному парку.

Додатковою можливістю є залучення Роздільського керамічного заводу до використання золожужелових матеріалів для виробництва цегли та Розвадівського заводу будівельних конструкцій до використання золожужелових матеріалів. Отже, наявність дешевої сировини, що транспортуватиметься до Новороздільського індустріального парку з метою будівництва доріг, може бути використане для заохочення діючих у субрегіоні Розділля підприємств до використання цих пост-індустріальних матеріалів та для залучення нових спеціалізованих виробництв.

3. Розробка фосфогіпсів, що розміщені у Новому Роздолі

Однією з проблем на території колишніх гірничо-хімічних виробництв у Новому Роздолі є складування понад 6 млн т фосфогіпсів. Ці матеріали можуть використовуватись для виробництва сухих будівельних матеріалів, але вимагають складних технологічних процесів через агресивність сполук

фосфору. Фосфогіпси вважаються небезпечними речовинами і їхнє складування в Новому Роздолі вимагає вирішення. Розміщення виробництв, які використовуватимуть золотушні матеріали, може бути прив'язане до вирішення проблеми використання фосфогіпсів як сировини для виробництва будівельних матеріалів.

Одним з потенційних джерел фінансування (залучення до капіталу) такого підприємства може бути Фонд чистих інвестицій (м. Хельсінкі), що інвестує у проекти у країнах Східної Європи, які призводять до зменшення екологічного впливу на повітря, ґрунти та воду.

4. Формування експертних центрів з використання пост-індустріальних матеріалів

Наявність компаній, що використовуватимуть золотушні матеріали та/або фосфогіпси, стимулюватиме формування експертизи з використання таких пост-індустріальних матеріалів у дорожньому будівництві, виробництві будівельних матеріалів, матеріалів для благоустрою тощо у Новороздільському індустріальному парку. Для керуючої компанії індустріального парку важливим буде заохочувати відповідних експертів реєструвати сервісні компанії (компанії з надання проектних послуг, послуг з управління відповідними проектами тощо) у Новороздільському індустріальному парку, що створюватиме додаткові податкові надходження, незважаючи на те, чи такі компанії фізично розташовуватимуться у Новороздільському індустріальному парку чи ні. У перспективі, із забудовою зони розвитку парку, такі сервісні компанії можуть розміщуватись в офісних центрах зони розвитку Новороздільського індустріального парку. Також істотним буде формувати культуру передачі знань та компетенцій від зовнішніх експертів та менеджерів місцевим менеджерам та фахівцям, задля формування кадрового запасу загалом у Новому Роздолі та підвищення якості людського капіталу для Новороздільського індустріального парку.

Прикладами таких експертних центрів можуть бути:

- Компанії з проектування доріг з використанням золотушних матеріалів;
- Компанії, які можуть організувати безоплатну утилізацію фосфогіпсів у різних містах України (мають команду, технології тощо) – значна проблема для Рівного, Черкас, Сум та Северодонецька – місць розташування хімічних заводів в Україні;
- Компанії з проектування об'єктів благоустрою з використанням будівельних матеріалів з вмістом золотушних матеріалів;

Отже, використання золотушних матеріалів під час будівництва дороги до Новороздільського індустріального парку може стати поштовхом для

створення нових видів виробництв та цілих галузей у Новороздільському індустріальному парку, які відповідатимуть концепції парку.

Література

- 1) ДСТУ Б В.2.7-211:2009 "Суміші золожужелові теплових електростанцій бетонів. Технічні умови." К., Мінрегіонбуд України, 2010.
- 2) ДСТУ Б В.2.7-205:2009 "Золи виносу теплових електростанцій для бетонів. Технічні умови." К., Мінрегіонбуд України, 2010.
- 3) ДСТУ Б В.2.7-119-2003 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный».
- 4) ДСТУ Б В.2.7-128:2006 «Добавки активні мінеральні та добавки наповнювачі до цементу. Технічні умови Технічні умови
- 5) ДСТУ Б В.2.7-232:2010 Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань.
- 6) ДСТУ Б В.2.7-188:2009 Цементи. Методи визначення тонкості помолу.
- 7) ДСТУ Б В.2.7-185:2009 Цементи. Методи визначення нормальної густини, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму.
- 8) ДСТУ Б В.2.7-264: 2011 «Заповнювачі пористі неорганічні для будівельних робіт. Методи випробувань»
- 9) ДСТУ Б В.2.7-71-98 «Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів будівельного виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань»
- 10) ДСТУ Б В.2.7-72-98 «Щебінь і гравій із щільних порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи хімічного аналізу».
- 11) СН 25-74 «Інструкція з застосування ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами, для будівництва основ та покриттів автомобільних доріг і аеродромів»
- 12) РСН 278-83 Інструкція по приготуванню і застосуванню важких бетонів з використанням золожужелової суміші, шлаку і золи теплових електростанцій. Затв. наказом Держбуду УРСР від 9 червня 1983 №106, м. Донецьк, 1984
- 13) Дослідження складу і властивостей пилоподібних зол Курахівської, Слов'янської, Криворізької та Зміївської ГРЕС з метою визначення придатності їх для виробництва будівельних матеріалів. НТО Донецького ПромбудНДПроекту, г. Донецьк, 1971.
- 14) Дослідження золожужелових відходів Слов'янської і Миронівської ДРЕС з метою використання їх в якості будівельних матеріалів в сільському господарстві. НТО ДІСІ, г. Дніпропетровськ, 1970.
- 15) Методичні рекомендації по підбору складів і технології приготування бетонів з використанням зол і шлаків. ДПСНП, 1975.
- 16) В.П. Володько. Використання зол и шлаків ТЕС в будівництві

автомобільних шляхів, «Будівельник», К., 1976.

17) Золожужелові матеріали і золівідвали. М., «Енергія», 1978.

18) Рекомендації щодо застосування сухої золи Курахівської ГРЕС у виробництві бетонних і залізобетонних виробів і в приготуванні будівельних розчинів. ДПСНП, Донецьк, 1981.

19) М.Ю. Лещинський. Застосування золи-винесення в бетонах, розчинах та оздоблювальних складах. «НТЦ ТЕСТ», 1990.

20) Рекомендації щодо застосування золи, шлаку і золожужелової суміші теплових електростанцій у важких бетонах і будівельних розчинах. М., «Стройиздат», 1977.

21) ВСН №67 УРСР 258-76. Технологічна інструкція по застосуванню золожужелових відходів Придніпровської ГРЕС у виробництві важких бетонів, виробів із звичайних і паро розігрітих бетонних сумішей. К., Мінтяжстрой УРСР, 1976.

22) Стандарт підприємства. Бетон на заповнювачі з золожужелової суміші та шлаку ГРЕС Донбасу для будівництва сільськогосподарських об'єктів Ворошиловградського облмежколхозостроя СТП 1-75. Донецьк, 1975.

23) Стандарт підприємства. Бетон на заповнювачах із зол і шлаків теплових електростанцій для шахтного будівництва СТП 1-71. Донецьк, 1973.

24) Рекомендації з використання золожужелових відходів Ладизинської ГРЕС у попередньо-напружених залізобетонних виробках, армованих термічно зміцненої сталлю, НДІЗБ, 1988.

25) ІУ 223 УРСР 20-75 Бетон на заповнювачі з золожужелової суміші Запорізької ГРЕС для збірних і монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій. Донецьк, Укрміжколгоспбуду, 1976.

26) СТП 2-78 Стандарт підприємства. Контроль якості бетону на заповнювачі з золожужелової суміші ТЕС. застосовуваного в енергетичному будівництві збірних і монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій. Д., 1978.

27) Рекомендації щодо захисту арматури від корозії на шлакових і зольних матеріалах, Донецьк-1979.

28) ДСТУ Б В.2.7-249: 2011 «Бетони жаростійкі, Технічні умови».