https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.25.099

УДК 625.7

Скоропадський В. В., *https://orcid.org/0000-0002-4404-7447*
Балашов І. О., *https://orcid.org/0000-0002-9469-2591*
Сидорчук Р. О., *https://orcid.org/0000-0002-3235-1329*
Устименко В. В., *https://orcid.org/0000-0003-4232-206X*

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ЗОЛИ ГІДРОВИДАЛЕННЯ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ЩЕБЕНЕВО-ПІЩАНИХ СУМІШЕЙ У ПОЄДНАННІ З МІНЕРАЛЬНИМ В'ЯЖУЧИМ ТА ЯК СКЛАДОВОЇ СУМІШІ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ ОСНОВИ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Анотація

Вступ. Для якісного відновлення транспортної мережі доріг потрібно використовувати нові наукові досягнення, сучасну техніку та нові матеріали. Нові матеріали повинні задовольняти вимоги з покращення фізико-механічних властивостей доріг та повинен досягатися позитивний економічний ефект. У ролі сучасного та прогресивного матеріалу виступає зола гідровидалення, яка не тільки покращує фізичні характеристики сумішей та забезпечує економію коштів, а й позитивно впливає на екологію. Даний матеріал використовується як самостійно, так і в поєднанні з іншими сумішами, такими як: цементобетонна суміш, асфальтобетонна суміш, щебенево-піщана суміш укріплена мінеральним в'яжучим.

Мета. Мета роботи полягає в дослідженні ефективності використання золи гідровидалення в щебенево-піщаних сумішах укріплених мінеральним в'яжучим, встановлення оптимальної кількості золи та її вплив на фізичні параметри при різних комбінаціях поєднань із мінеральним в'яжучим.

Матеріали і методи. Виконані дослідні випробування ЩПС-20 укріпленої мінеральним в'яжучим із різною кількістю золи гідровидалення.

Результати. Визначена ефективність використання золи гідровидалення в щебенево-піщаних сумішах укріплених мінеральним в'яжучим, встановлена оптимальна кількість золи для досягнення потрібних фізичних параметрів, показаний характер зміни фізико-механічних параметрів залежно від вмісту золи.

Висновки. Проведені експериментальні випробування показали, що зола гідровидалення ефективно вливає на фізичні властивості кінцевого продукту, завдяки її використанню здійснюється економія коштів та природніх ресурсів, а також досягаються позитивні екологічні зміни. Ці фактори вказують, що золу гідровидалення доцільно застосовувати в дорожній галузі.

Ключові слова: автомобільна дорога, зерновий склад, зола гідровидалення, тужавіння, дорожній одяг, фізико-механічні властивості.

Вступ

Фахівцями ДП «ДерждорНДІ» виконувались дослідження щодо ефективності використання золи гідровидалення, як складової мінерального в'яжучого та як замінника мінеральної частини ЩПС-20 в шарах основи дорожнього одягу. Зола роздільного гідровидалення (зола гідровидалення) — тонкодисперсний матеріал, розміром часток до 0,315 мм. Це вторинний продукт, що залишається після згоряння вугілля в топках котлоагрегатів. Матеріал у пиловидному стані

вловлюється золоуловлювачем та гідротранспортом доставляється до золовідвалу. Зола за своїм складом і властивостями близька до природної сировини і може її замінити до 40 % в сумішах. У дорожньому будівництві може використовуватися як самостійне гідравлічне в'яжуче, як добавка до гідравлічного в'яжучого або як мінеральна сировина. Спосіб використання залежить від виду золи, її хімічного складу та властивостей [13].

ЩПС та її складові повинні задовольняти вимоги нормативних документів, зокрема за гранулометричним складом, міцністю, вмістом глинистих часток. Оптимізацію зернового складу здійснюють введенням відсутніх фракцій матеріалів, зокрема дрібнозернистих — введенням золи гідровидалення.

Улаштування шару дорожнього одягу із ЩПС виконують на рівній та чистій поверхні за температури не менше ніж 5 °С. Кам'яні матеріали обробляють неорганічним в'яжучим та золою гідровидалення в змішувальних установках з примусовим перемішуванням або змішуванням на дорозі. За приготування в установках враховують час транспортування, щоб уникнути завчасного тужавіння. Після доставки ЩПС, технологія влаштування із змішуванням на дорозі складається з таких операцій:

– Готову ЩПС розподіляють на дорозі у формі валика.

– Змішування кам'яного матеріалу з цементом та золою здійснюється без попереднього зволожування із застосуванням спеціальних змішувальних машин або автогрейдера. Наступне зволоження відбувається за допомогою поливально-мийної машини з остаточним змішуванням.

– Однорідну готову суміш розподіляють шаром рівномірної товщини з урахуванням коефіцієнта запасу на ущільнення в межах від 1,25 до 1,30, з наступним плануванням поверхні.

– Ущільнення шару основи важкими котками від крайок з перекриттям сліду на ширину 1/3 вальця.

– Догляд за шаром дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, оброблених цементом здійснюють нанесенням на поверхню шару водопаронепроникної плівки, засипанням шаром піску з наступним зволоженням. Для догляду також дозволяється використовувати бітумні емульсії або депресори випаровування води.

– Рух технологічного транспорту по шару основи відкривають після набирання матеріалом міцності не менше ніж 70 % від проєктних значень, але не раніше ніж через 7 діб після ущільнення.

Технологія влаштування шару при змішуванні в установці така ж сама за виключенням операцій перемішування. При цьому досягається краща однорідність і, як наслідок, вищі фізико-механічні показники шару [11].

Основна частина

Дослідження ефективності використання золи гідровидалення в щебенево-піщаних сумішах укріплених мінеральним в'яжучим виконувалися за концепцією добавки до мінерального в'яжучого та в ролі замінника мінеральної частини з поліпшенням (оптимізацією) зернового складу. Експериментальні випробування проводилися фахівцями ДП «ДерждорНДІ» на сучасному обладнанні відповідно до нормативних документів [3, 4]. Внаслідок планування експерименту було визначено склади сумішей та заформовано 6 різних складів сумішей для порівняння властивостей після тужавіння.

При виконанні досліджень були проведені такі випробування:

– Визначення зернового складу золи, середньої густини, вологості, числа пластичності за [3] на відповідність вимог [12] та для класифікації. Внаслідок чого встановлено, що зола є неактивною (**табл. 1–3**).

– Визначення гранулометричного складу ЩПС [7] та встановлення відповідності вимогам [11] (**рис. 1**);

– Підбір зернового складу суміші укріпленої мінеральним в'яжучим із застосуванням золи гідровидалення. З максимальною крупністю зерен 20 мм (**рис. 2–4**).

– Випробування ЩПС з додаванням 3,5 % цементу від маси суміші та витриманих відповідно до вимог розділу 8.1 [10] на відповідність фізико-механічних параметрів вимогам [11] та [10] (**табл. 4**).

– Випробування ЩПС з додаванням 2,5 % цементу та 1,0 % золи гідровидалення від маси суміші та витриманих відповідно до вимог розділу 8.1 [10] на відповідність фізико-механічних параметрів вимогам [11] та [10] (**табл. 4**).

– Випробування ЩПС з додаванням 2,0 % цементу та 2,0 % золи гідровидалення від маси суміші та витриманих відповідно до вимог розділу 8.1 [10] на відповідність фізико-механічних параметрів вимогам [11] та [10] (**табл. 4**).

– Випробування ЩПС з додаванням 3,5 % цементу та 20 % золи гідровидалення від маси суміші та витриманих відповідно до вимог розділу 8.1 [10] на відповідність фізико-механічних параметрів вимогам [11] та [10] (**табл. 5**).

– Випробування ЩПС з додаванням 3,5 % цементу та 25 % золи гідровидалення від маси суміші та витриманих відповідно до вимог розділу 8.1 [10] на відповідність фізико-механічних параметрів вимогам [11] та [10] (**табл. 5**).

– Випробування ЩПС з додаванням 3,5 % цементу та 30 % золи гідровидалення від маси суміші та витриманих відповідно до вимог розділу 8.1 [10] на відповідність фізико-механічних параметрів вимогам [11] та [10] (**табл. 5**).

Таблиця 1

Результати визначення гранулометричного складу ЩПС та золи гідровидалення

Матеріал	Повний залишок у відсотках на ситі з розміром отворів, мм									
	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	Піддон
ЩПС, 20 кг	6,6	24,7	37,2	51,7	71,8	83,2	90,1	91,5	95,3	100
Зола, 100 г	-	-	-	-	-	-	0,11	5,89	17,11	100

За результатами випробувань гранулометричного складу ЩПС відповідає вимогам гранулометричного складу згідно з [11].

Таблиця 2

Результати визначення природної вологості зразка золи гідровидалення

№ бюкса	Маса пустого бюкса із кришкою, m, г	Маса вологого матеріалу з бюксом, m_1, г	Маса висушеного матеріалу, m_0, г	Вологість, %	Середня вологість проби, %
011	22,75	37,90	35,82	15,91	15,93
302	22,80	39,69	37,35	16,08	
013	23,20	41,38	38,90	15,80	

Таблиця 3

Результати визначення числа пластичності зразка золи гідровидалення

Показники пластичності	Номер бюкса	Маса порожнього бюкса, г	Маса бюкса з вологим зразком, г	Маса бюкса з висушеним зразком, г	Середнє значення W, %
Вологість на границі текучості, W_L	068	21,74	36,84	34,18	21,48
	307	22,04	40,42	37,16	
	218	22,34	39,91	36,80	
Вологість на границі розкочування, W_p	014	22,47	32,40	30,79	17,56
	008	21,60	31,75	30,21	
Число пластичності I_p	3,92				

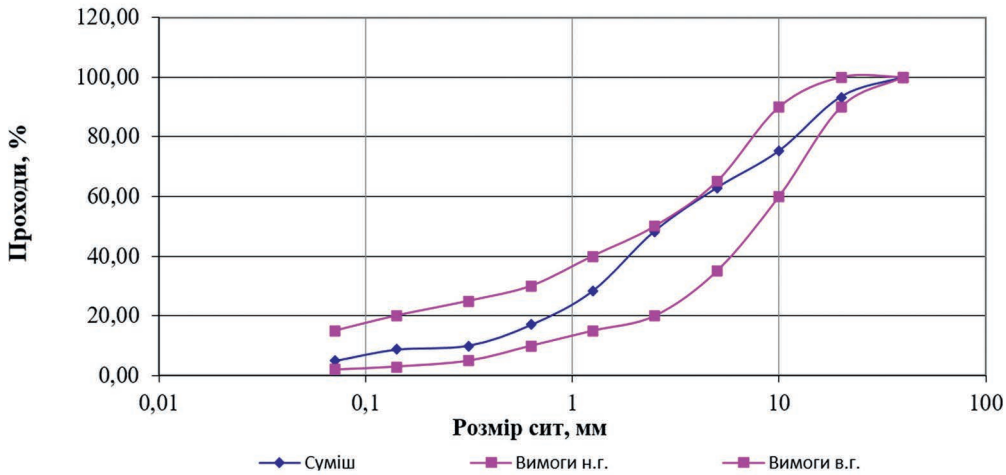

Рисунок 1 — Підбір складу суміші ЩПС-20

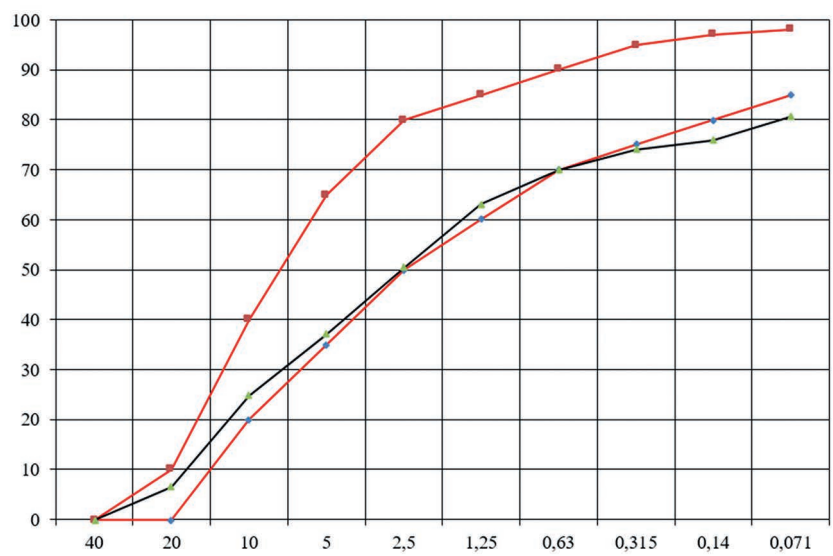

Рисунок 2 — Підбір складу суміші ЩПС-20 з додаванням 20 % золи гідровидалення

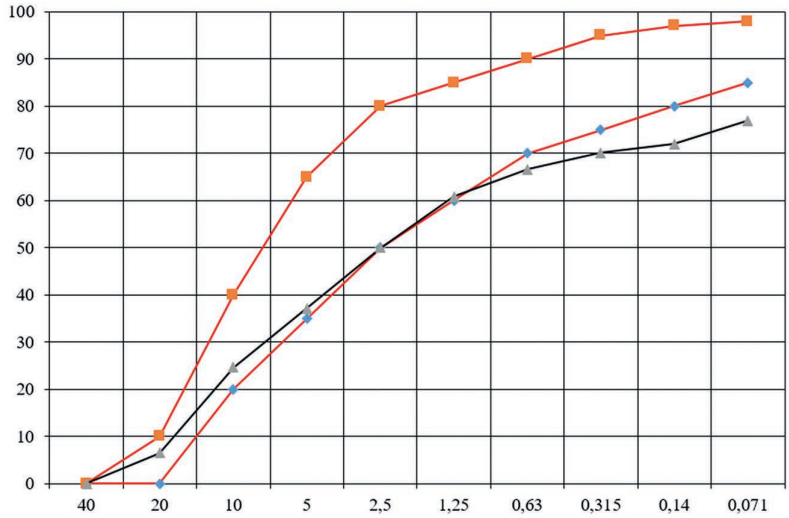

Рисунок 3 — Підбір складу суміші ЩПС-20 з додаванням 25 % золи гідровидалення

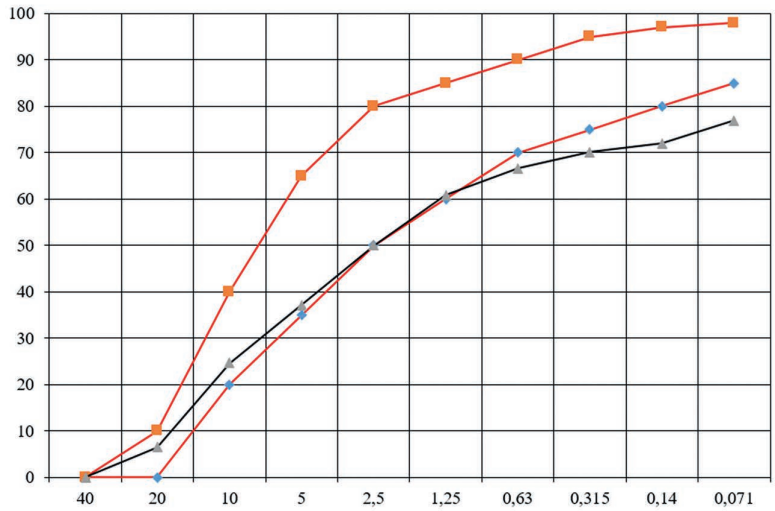

Рисунок 4 — Підбір складу суміші ЩПС-20 з додаванням 30 % золи гідровидалення

Приготування зразків з щебенево-піщаних сумішей здійснювали згідно з [4] з дотриманням стандартної послідовності технологічних операцій. Порівняння властивостей суміші із цементом і золою наведего на **рис. 5–9**.

Таблиця 4

Результати випробувань ЩПС-20 зі зміною кількості введеного цементу

Ч. ч.	Назва показника	Результати випробування МДХР, що складається з		
		ЩПС + 3,5 % цементу	ЩПС + 2,5 % цементу + 1,0 % золи	ЩПС + 2,0 % цементу + 2,0 % золи
1	Середня густина, г/см^3	2,25	2,28	2,30

Кінець таблиці 4

Ч. ч.	Назва показника	Результати випробування МДХР, що складається з		
		ЩПС + 3,5 % цементу	ЩПС + 2,5 % цементу + 1,0 % золи	ЩПС + 2,0 % цементу + 2,0 % золи
2	Водонасичення, % за об'ємом	4,82	4,73	4,68
3	Границя міцності при стиску за температури 20 ºС, МПа	3,83	3,81	4,14
4	Водостійкість при тривалому водонасиченні	0,95	0,79	0,69
5	Морозостійкість	0,79	0,76	0,53

Таблиця 5

Результати випробувань ЩПС-20 зі зміною кількості введеної золи

Ч. ч.	Назва показника	Результати випробування ЩПС, що складається з		
		ЩПС + 3,5 % цементу + 20 % золи	ЩПС + 3,5 % цементу + 25 % золи	ЩПС + 3,5 % цементу + 30 % золи
1	Середня густина, г/см^3	2,24	2,21	2,20
2	Водонасичення, % за об'ємом	3,02	5,68	4,99
3	Границя міцності при стиску за температури 20 ºС, МПа	4,21	4,19	4,19
4	Водостійкість при тривалому водонасиченні	0,96	1,29	1,17
5	Морозостійкість	1,21	1,29	1,24

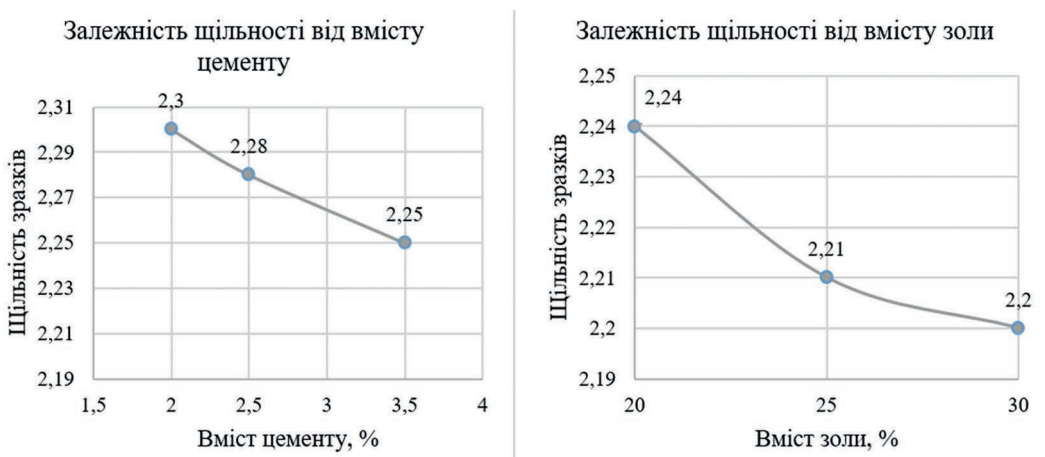

Рисунок 5 — Порівняння результатів визначення середньої густини зразків ЩПС залежно від вмісту золи та цементу в суміші

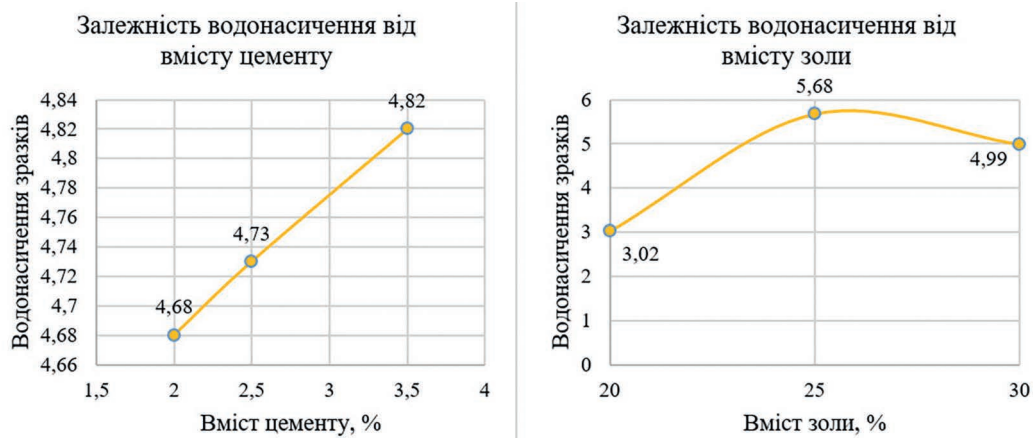

Рисунок 6 — Порівняння результатів визначення водонасичення зразків ЩПС залежно від вмісту золи та цементу в суміші

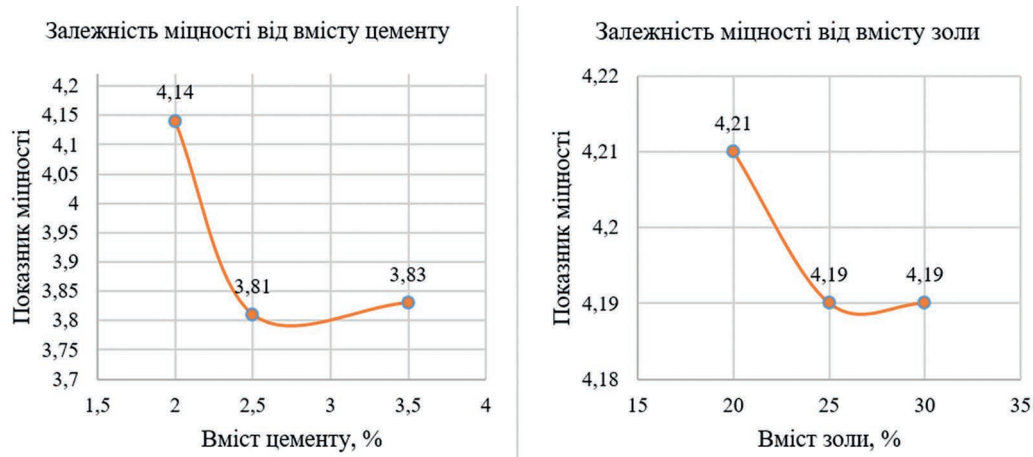

Рисунок 7 — Порівняння результатів визначення границі міцності при стиску за температури 20 ºС зразків ЩПС залежно від вмісту золи та цементу в суміші

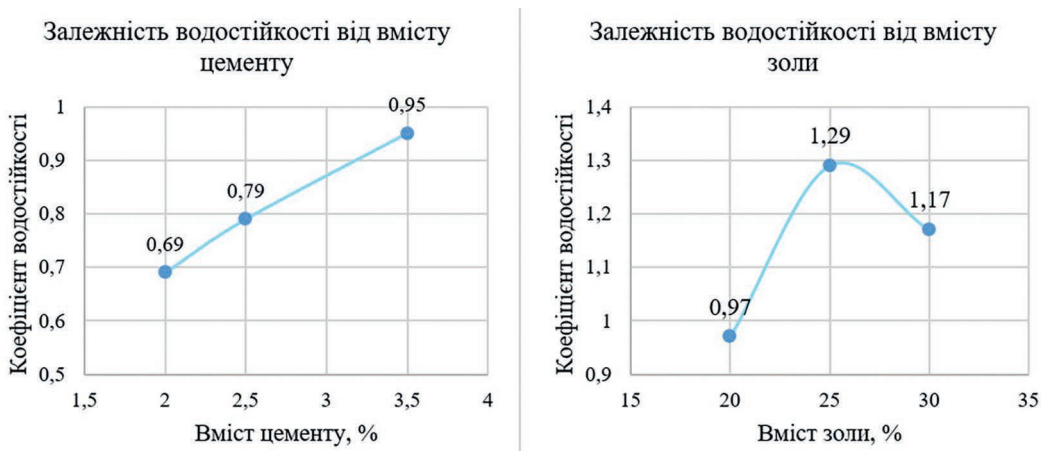

Рисунок 8 — Порівняння результатів визначення водостійкості зразків ЩПС залежно від вмісту золи та цементу в суміші

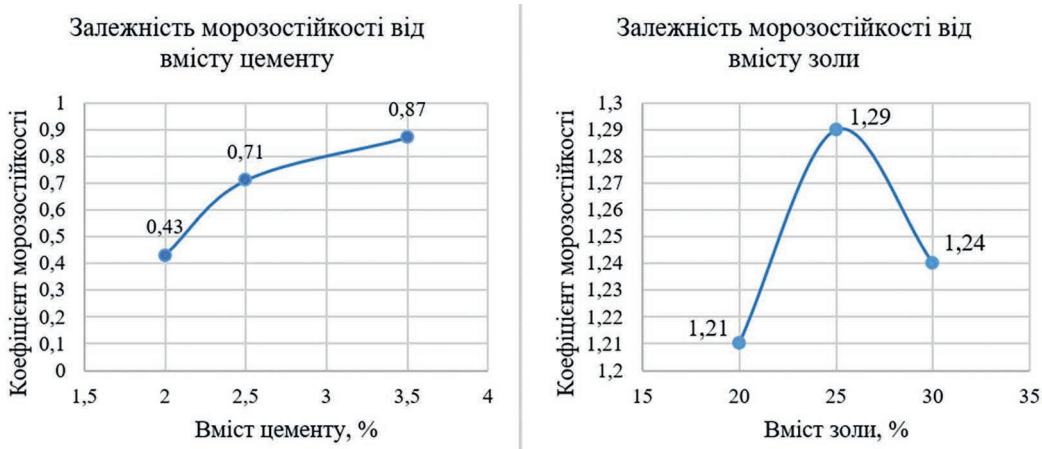

Рисунок 9 — Порівняння результатів визначення морозостійкості зразків ЩПС залежно від вмісту золи та цементу в суміші

Висновки

У результаті досліджень спрямованих на визначення ефективності використання золи гідровидалення в щебенево-піщаних сумішах укріплених мінеральним в'яжучим було проведено ряд лабораторних досліджень, які дозволили вивести закономірності зміни параметрів залежно від кількості золи. Результати дослідів дозволяють зробити наступні висновки:

1) Результати випробувань ущільнених ЩПС з додаванням 3,5 % цементу та 20 %, 25 %, 30 % золи гідровидалення від маси суміші відповідають вимогам марки М 40 відповідно до [10].

2) Щільність матеріалу збільшується при додаванні золи у якості часткової заміни цементу, але якщо золу використовувати як мінеральний замінник для оптимізації зернового складу то щільність зменшується.

3) Водонасичення матеріалу зменшується при зменшенні кількості цементу та при збільшенні вмісту золи. Однак з графіків видно, що після досягнення вмісту золи понад 20 % у суміші, водонасичення різко зростає. Це свідчить про те що кількість золи понад 20 % є небажаною для ЩПС.

4) Міцність матеріалу з додаванням золи гідровидалення у поєднанні з цементом є вищою за міцність зразків з додаванням лише цементу. При поєднанні цементу із золою міцність зразків підвищилася при тому самому вмісті цементу. Зростання міцності за рахунок золи відбувається до певного моменту оптимального вмісту після чого міцнісні характеристики падають.

5) Водостійкість зразків прямо пропорційна до кількості вмісту цементу, а також прямо пропорційна до кількості вмісту золи гідровидалення до певного оптимуму (25 %) після чого падає. Це пов'язано з тим, що зола набирає міцність довгостроково проявляючи приховану гідравлічну активність і цей набір міцності також відбувається у воді. Це твердження також є справедливим і по відношенню до морозостійкості.

6) Проведені випробування дозволяють зробити висновок, що заміна піщаної фракції золою позитивно впливає на фізико-механічні властивості щебенево-піщаної суміші, укріпленої мінеральним в'яжучим.

7) Раціональний вміст золи гідровидалення залежить від властивостей вихідних кам'яних матеріалів. У кожному конкретному випадку необхідний вміст золи гідровидалення та цементу необхідно визначати в лабораторії за результатами випробування зразків ущільнених сумішей. Необхідна кількість доданих мінеральних матеріалів залежить від складу суміші, складу доданих мінеральних матеріалів та типу суміші.

8) Оптимальна кількість води повинна становити від 3,0 % до 4,5 % за масою залежно від вологості щебенево-піщаної суміші та місцевих умов. При виконанні робіт із влаштування щебенево-піщаних шарів укріплених мінеральним в'яжучим потрібно керуватися вимогами [11].

Встановлено, що досліджувану щебенево-піщану суміш, укріплену мінеральним в'яжучим із додаванням золи гідровидалення можна використовувати:

– під час влаштування покриття дорожнього одягу автомобільних доріг загального користування IV–V категорії згідно з [11];

– під час влаштування шарів основи дорожнього одягу автомобільних доріг загального користування I–V категорії згідно з [11];

– для виробництва щебенево-піщаних сумішей згідно з [5] номер С4–С9, що використовують для влаштування шарів основи дорожнього одягу автомобільних доріг загального користування та вулиць і доріг населених пунктів [2].

Список літератури

1. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Київ, 2016. 104 с. (Інформація та документація).
2. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. Київ, 2018. 61 с. (Інформація та документація).
3. ДСТУ 8772:2018 Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Методи випробування. Київ, 2019. 44 с. (Інформація та документація).
4. ДСТУ 8977:2020 Матеріали дорожні, виготовлені за технологією холодного ресайклінгу. Методи випробування. Київ, 2021. 19 с. (Інформація та документація).
5. ДСТУ Б В.2.7-30:2013 Матеріали нерудні для щебеневих і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг. Загальні технічні умови. Київ, 2013. 49 с. (Інформація та документація).
6. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. Київ, 2015. 20 с. (Інформація та документація).
7. ДСТУ Б В.2.7-71-98 Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань. Київ, 1998. 47 с. (Інформація та документація).
8. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови. Київ, 1998. 17 с. (Інформація та документація).
9. ДСТУ Б В.2.7-112-2002 Будівельні матеріали. Цементи. Загальні технічні умови. Київ, 2002. 56 с. (Інформація та документація).
10. ДСТУ Б В.2.7-207:2009 Будівельні матеріали. Матеріали щебеневі, гравійні та піщані, оброблені неорганічними в`яжучими. Технічні умови. Київ, 2009. 55 с. (Інформація та документація).
11. ДСТУ-Н Б В.2.3-39:2016 Настанова з влаштування шарів дорожнього одягу з кам'яних матеріалів. Київ, 2016. 62 с. (Інформація та документація).
12. СОУ 42.1-37641918-104:2013 Золи-виносу та суміші золошлакові теплових електростанцій для дорожніх робіт. Технічні умови. Київ, 2013. 22 с. (Інформація та документація).
13. Інтернет ресурс: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/101/189-197.pdf (дата звернення: 30.01.20220).

References

1. DBN V.2.3-4:2015 Avtomobilni dorohy. Chastyna I. Proektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo [State Building Norms (DBN V.2.3-4:2015) Highways. Part I. Design. Part II. Building]. Kyiv, 2016. 104 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
2. DBN V.2.3-5:2018 Vulytsi ta dorohy naselenykh punktiv [State Building Norms (DBN V.2.3-5:2018) Streets and roads settlements]. Kyiv, 2018. 61 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
3. DSTU 8772:2018 Poroshok mineralnyi dlia asfaltobetonnykh sumishei. Metody vyprobuvannia [State Standard of Ukraine (DSTU 8772:2018) Mineral filler for asphalt concrete mixtures. Methods of tests]. Kyiv, 2019. 44 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
4. DSTU 8977:2020 Materialy dorozhni, vyhotovleni za tekhnolohiieiu kholodnoho resaiklinhu. Metody vyprobuvannia [State Standard of Ukraine (DSTU 8977:2020) Road materials, produced by cold recycling technology. Test methods]. Kyiv, 2020. 19 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
5. DSTU B V.2.7-30:2013 Materialy nerudni dlia shchebenevykh i hraviinykh osnov ta pokryttiv avtomobilnykh dorih. Zahalni tekhnichni umovy [State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-30:2013) Rock products for crushed stone and gravel bases and surfacings of automobile roads. General specifications]. Kyiv, 2013. 49 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
6. DSTU B V.2.7-46:2010 Budivelni materialy. Tsementy zahalnobudivelnoho pryznachennia. Tekhnichni umovy [State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-46:2010) Building materials. Common cements. Specifications]. Kyiv, 2015, 20 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
7. DSTU B V.2.7-71-98 Shchebin i hravii iz shchilnykh hirskykh porid i vidkhodiv promyslovoho vyrobnytstva dlia budivelnykh robit. Metody fizyko-mekhanichnykh vyprobuvan [State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-71-98) Building materials. Mauntainous rock road-metal and gravel, industrial waste products for construction works. Methods of physical and mechanical tests]. Kyiv, 1998. 47 p. (Information and documentation) [in Russian].
8. DSTU B V.2.7-75-98 Budivelni materialy. Shchebin ta hravii shchilni pryrodni dlia budivelnykh materialiv, vyrobiv, konstruktsii ta robit. Tekhnichni umovy [State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-75-98) Building materials. Solid natural crushed stone and gravel for building materials, products, structures and construction works. Specifications]. Kyiv, 1998. 17 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
9. DSTU B V.2.7-112-2002 Tsementy. Zahalni tekhnichni umovy [State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-112-2002) Building materials. Cements. General specifications]. Kyiv, 2002. 56 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
10. DSTU B V.2.7-207:2009 Budivelni materialy. Materialy shchebenevi, hraviini ta pishchani, obrobleni neorhanichnymy vyazhuchymy. Tekhnichni umovy [State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-207:2009) Building materials. Crushed stone, gravel and sang materials treated by hydraulic binders. Specifications]. Kyiv, 2009. 55 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
11. DSTU-N B V.2.3-39:2016 Nastanova z vlashtuvannia shariv dorozhnoho odiahu z kamianykh materialiv [State Standard of Ukraine (DSTU-N B V.2.3-39:2016) Guidelines for the arrangement of layers of pavement made of stone materials]. Kyiv, 2016. 62 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
12. SOU 42.1-37641918-104:2013 Zoly-vynosu ta sumishi zoloshlakovi teplovykh elektrostantsii dlia dorozhnikh robit. Tekhnichni umovy [Standard of organization of Ukraine (SOU 42.1-37641918-104:2013) Flow ash and ash-slag mixtures of thermal power plants for road works. Technical conditions]. Kyiv, 2013. 22 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
13. URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/101/189-197.pdf (Last accessed: 30.01.20220) [in Ukrainian].

Viktor Skoropadskyi, *https://orcid.org/0000-0002-4404-7447*
Ivan Balashov, *https://orcid.org/0000-0002-9469-2591*
Roman Sydorchuk, *https://orcid.org/0000-0002-3235-1329*
Volodymyr Ustymenko, *https://orcid.org/0000-0003-4232-206X*

M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

USE OF HYDRO-REMOVAL ASH FOR PREPARATION OF CRUSHED AND SAND MIXTURES, IN COMBINATION WITH MINERAL BINDERS AND COMPOSITIONS FOR ARRANGEMENT OF PAVEMENT BASE

Abstract

Introduction. New scientific achievements, modern equipment and new materials have to be used for the quality rehabilitation of the road transport network. New materials have to meet the requirements for improving the physical and mechanical properties of roads and a positive economic effect must be achieved. The role of modern and advanced material is hydro-removal ash, which not only improves the physical characteristics of mixtures and saves the funds, but also has a positive impact on the environment. This material is used as independently also in combination with other mixtures, such as: cement concrete mixture, asphalt concrete mixture, crushed stone-sand mix strengthened with mineral binders

Purpose. The purpose of research is to study the effectiveness of the use of hydro-removal ash in crushed stone-sand mixtures strengthened with mineral binders, to determine the optimal volume of ash and its effect on physical parameters in different combinations with mineral binders.

Materials and methods. Experimental tests of crushed stone-sand mixture 20 strengthened with mineral binder with different volume of hydro-removal ash were performed.

Results. The efficiency of hydro-removal ash in crushed stone-sand mixtures strengthened with mineral binders is determined, the optimal volume of ash to reach the required physical parameters is determined, the pattern of changes in physical and mechanical parameters depending on the ash content is shown.

Conclusions. Experimental tests have shown that hydro-removal ash affects effectively the physical properties of the final product, its use saves funds and natural resources, and reaches positive changes in the environment. These factors indicate that the hydro-removal ash is recommended for use in the road industry.

Keywords: road, grain, hydro-removal ash, strengthening, pavement, physical and mechanical properties.