

УДК 625.7

ІННОВАЦІЇ В ДОРОЖНЬОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ

Кушнір О.В., завідувач сектору

Катукова В.М., інженер

Державне підприємство “Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна” (ДП «ДерждорНД»)

Щебенево-мастиковий асфальтобетон, асфальтобетон на модифікованому бітумі, холодний та гарячий ресайклінг, літні емульсійно-мінеральні суміші, геосинтетичні матеріали, стабілізатори ґрунтових мас та інші – останнім часом ці терміни, що позначають сучасні технології дорожнього будівництва, ми часто чуємо в лексиконі будівельних підрядників. Попит на нові будівельні технології пред'являє і держава.

Незважаючи на складний економічний стан дорожньої галузі є позитивні зрушення у впровадженні сучасних технологій та нових матеріалів. Одним з інноваційних полігонів стають дороги державного значення. Наприклад, автомобільні дороги Київ – Одеса, Кіпті – Глухів – Бачівськ, Київ – Чоп, Київ – Ковель – Ягодин, Київ – Харків – Довжанський.

Останнє десятиліття нові технології активно застосовуються на об'єктах Укравтодору. Прикладом цього є звернення та накази до Служб автомобільних доріг в областях, зокрема, лист № 3/11.2-8 від 21.05.2007 р. та наказ № 208 від 13.05.2009 р. Державної служби автомобільних доріг України. В 2012 році були введені додаткові вимоги до погодження проектів на будівництво та реконструкцію автомобільних доріг загального користування (наказ № 67 від 15.02.2012 р.). Вимога Укравтодору – конструкції дорожнього одягу повинні розроблятися з обов'язковим урахуванням сучасних технологій. Наприклад, відповідно до листа № 2018/3/13-5 від 07.09.12 р. необхідно дотримуватись наступних рекомендацій:

1. Між шаром піску та щебенево-піщаними шарами основи передбачати використання геосинтетичних матеріалів.
2. Не передбачати влаштування шарів основи із фракціонованого щебеню методом заклинювання. Перевагу надавати шарам із щебенево-піщаних сумішей оптимального складу.
3. Виконувати стабілізацію верхніх шарів основи з використанням цементу або комплексного в'язучого.
4. Нижній шар покриття проектувати товщиною не менше ніж 8 см із сумішей асфальтобетонних гарячих крупнозернистих пористих (високопористих) з максимально можливим вмістом щебеню (не менше ніж 55 %) на бітумі БНД.
5. Середній шар проектувати товщиною не менше ніж 8 см із сумішей асфальтобетонних гарячих крупнозернистих щільних типу А, марки І з максимально можливим вмістом щебеню (60–65 %) на модифікованому бітумному в'язучому (з температурою розм'якшення за кільцем і кулею не менше ніж 60 °С). Для дослідної перевірки варіант, де шар товщиною (6–7) см із сумішей щебенево-мастикових асфальтобетонних з максимальним розміром зерен (25–30) мм на модифікованому бітумному в'язучому (з температурою розм'якшення за кільцем і кулею не менше ніж 60 °С).

6. Верхній шар покриття проектувати товщиною 5 см із сумішшю щебенево-мастикових асфальтобетонних з максимальним розміром зерен 20 (15) мм на модифікованому бітумному в'язучому (з температурою розм'якшення за кільцем і кулею не менше ніж 60 °С) з адгезійними добавками. Вміст зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми у щебені не повинен перевищувати 15 %. Як модифікуючі добавки, що вводяться безпосередньо в асфальтозмішувач, можуть застосовуватися природні асфальти та дисперсно-армуючі матеріали.

7. Підгрунтовку під нижній та середній шари покриття передбачати немодифікованою бітумною емульсією або бітумом БНД, під верхній шар – полімермодифікованою катіонною бітумною емульсією або бітумом БМП.

Щоб надати інноваційним процесам в дорожньому будівництві нового імпульсу, необхідна не лише сучасна нормативна база, але також і система відбору та поширення інновацій. Адже більшість сучасних технологій має закордонне походження і часто не враховує місцеві гідрологічні, кліматичні умови. Показовий експеримент проведено у 2009 – 2011 рр. у Вінницькій та Київській областях. Захисна фарба на основі базальту VMX-Базальт не підтвердила свою ефективність вже в перші роки експлуатації. Або, наприклад, заявлені виробником технічні характеристики стабілізатору ґрунтів SOILTAC не підтвердилися в ході застосування. На сьогодні досліджено, що більшість добавок-стабілізаторів потрібно використовувати тільки в комбінації з неорганічними в'язучими (цемент, вапно), в той же час дистрибутори наголошували на протилежному.

Деякі технології, наприклад, застосування щебенево-мастикового асфальтобетону (ЩМА) [1] потребували звичайної апробації, зараз широко застосовуються.

У зарубіжних країнах, які прийнято вважати еталонами інфраструктурного розвитку, одним з ключових елементів впровадження інноваційних технологій і матеріалів є мережа випробувальних центрів. Наприклад, Федеральна дорожня адміністрація США має в своєму складі спеціалізоване управління з впровадження технологій, де працює близько 150 співробітників, Національний дорожній інститут, 55 центрів впровадження технологій, які створено на федеральному, регіональному та місцевому рівнях [2]. Вони вивчають ринок технологій і матеріалів, здійснюють дослідно-впроваджувальні роботи, формують банк даних.

В 2013–2014 рр. в ДП «ДерждорНДІ» спільно з ТОВ «Інфотех» (м. Дніпропетровськ) для поліпшення обліку та аналізу результатів лабораторних та польових випробувань транспортно-експлуатаційних показників розроблено програмно-аналітичний комплекс «Система аналізу матеріалів» (САМ). Основне завдання БД САМ – систематизувати всі наявні дані по матеріалах і технологіях та ділянках їх застосування, а також поліпшити пошук, збереження, аналіз та доступ до інформації [3].

Системні вимоги для функціонування бази даних:

- операційна система – Windows XP, Windows Vista або Windows 7.
- додаткове програмне забезпечення – Net40 Full Framework, сервер Microsoft SQL Server 2008 R2 Express або більш сучасний.

Система БД САМ використовує для роботи довідкову інформацію, яку зібрано в довідниках, розподілених по групах: автомобільні дороги, матеріали, технології, компанії та процес вимірювання.

Переваги електронної аналітичної бази даних полягають у забезпеченні інформаційної підтримки на всіх етапах проходження інформації; уніфікована форма

подання, зберігання, пошуку, відображення, відновлення та захисту даних; безпаперовий процес опрацювання документів, мінімальні витрати ручної праці на оброблення інформації, можливість перевірки повноти та коректності розрахунків; інтерактивний (діалоговий) режим розв'язування задач; можливість колективної (групової) співпраці на базі кількох персональних комп'ютерів, об'єднаних засобами комунікацій; можливість адаптивної перебудови форм і способів подання інформації у процесі розв'язування задач; забезпечення захисту від несанкціонованого доступу. Основні частини електронно-аналітичної бази: банк даних – збереження та надання інформації за запитом, адміністрування – доступ, архівація та відновлення даних; обмін даними; візуалізація – включає фільтри за технологіями, матеріалами; протоколи, довідники, звіти.

Всі частини бази даних відображено у головному вікні – інтерфейсі (рис. 1).

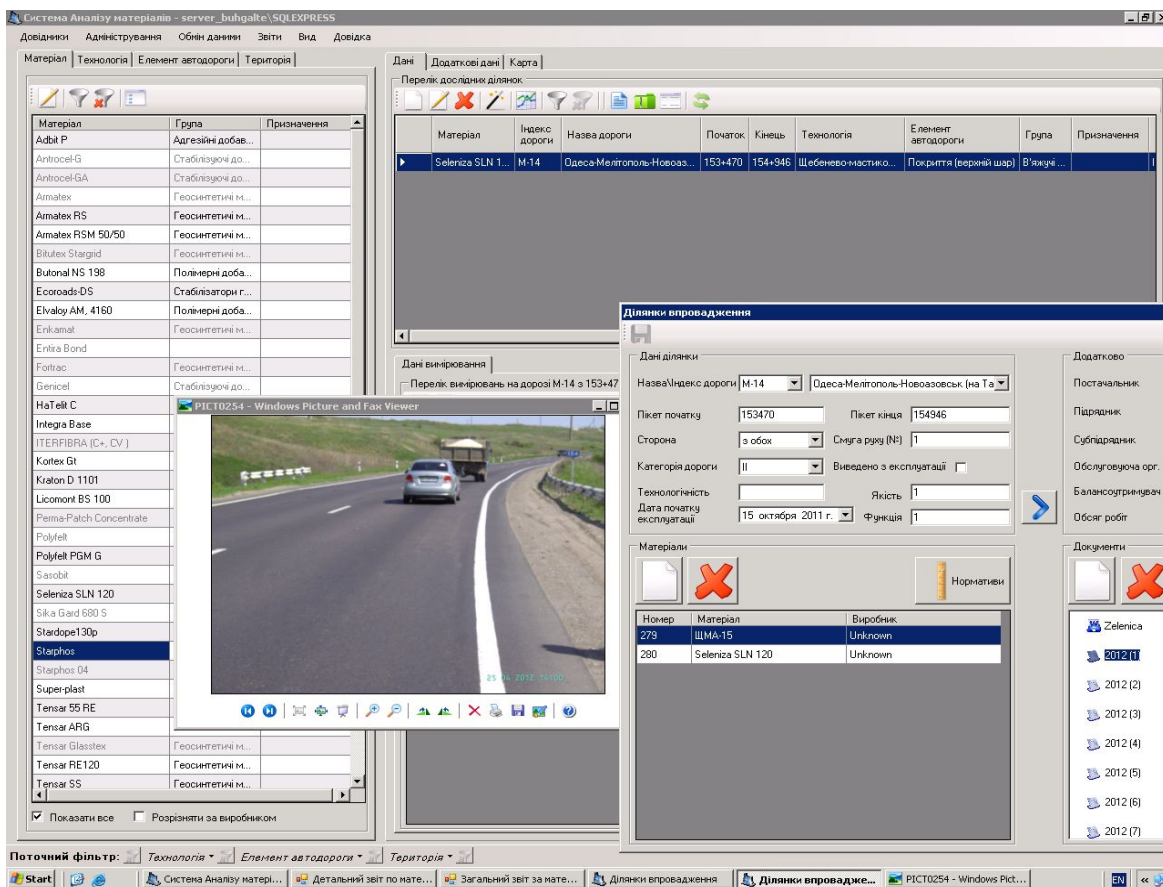


Рисунок 1 – Головний інтерфейс електронної аналітичної бази САМ

Однією з основних частин бази даних є навігатор, призначений для сортування та класифікації матеріалів та технологій в системі. В електронній аналітичній базі даних можна фільтрувати дані по категоріях: технології та матеріали, елемент автомобільної дороги.

Електронна аналітична база містить дані про впровадження інноваційних технологій, таких як:

- влаштування дорожніх покриттів підвищеної довговічності – щєбенєво-мастикєвий асфальтобетон, литий асфальтобетон, асфальтобетон на модифікованому бітумі;

- повторне використання матеріалів асфальтобетонних шляхом ресайклінгу старих асфальтобетонних покриттів;
- деформування старих цементобетонних покриттів для влаштування основ;
- бітумно-емульсійні технології;
- влаштування тонкошарових покриттів з литих емульсійно-мінеральних сумішей на полімер-модифікованих бітумних емульсіях;
- армування дорожніх конструкцій геосинтетичними матеріалами;
- укріплення укосів геосинтетичними матеріалами;
- армування слабких основ насипів земляного полотна;
- використання гофрованих металевих та пластикових водоперепускних труб при будівництві нових та ремонті старих труб;
- застосування промислових відходів (шлаки, щебінь ГЗК тощо);
- влаштування ефективних дренажних систем, підірних стінок з армуванням укосів;
- влаштування протизасліплювальних і шумозахисних екранів;
- захист бетонних та металевих конструкцій штучних споруд;
- стабілізація ґрунтів та інш.

Можна отримати загальні дані щодо призначення технологій, протяжності ділянок автомобільних доріг, де вони застосовані, обсягів застосування, а також детальний перелік ділянок автомобільних доріг з конкретно прив'язкою по кожній технології і матеріалу.

На даному етапі база САМ налічує більше 100 нових матеріалів, що застосовуються в дорожній галузі.

Всі матеріали поєднані в групи:

- добавки в бітум: адгезійні, модифікуючі (полімерні, на основі синтетичного воску), енергозберігаючі, природні бітуми, стабілізуючі, гумова крихта;
- хімічні реагенти;
- добавки для холодних асфальтобетонних сумішей;
- геосинтетичні матеріали ;
- гідроізоляційні матеріали для захисту бетону і арматури на мостах;
- матеріали для розмітки;
- герметики (матеріали для ремонту тріщин і заповнення стиків);
- емульгатори бітумних емульсій;
- литі емульсійно-мінеральні суміші;
- вторинні матеріали, отримані шляхом подрібнення старих покриттів: подрібнений асфальтобетон, деформування цементобетон.

В БД САМ реалізовано багаторівневий опис дорожніх конструкцій, який включає наступні елементи автомобільної дороги:

- земляне полотно: основа насипу, робочий шар; укїсна частина;
- дорожній одяг проїзної частини: покриття, основа, прошарки;
- узбіччя та розділювальна смуга;
- елементи інженерного облаштування;
- штучні споруди.

При внесенні даних про застосування матеріалів вибирається один або декілька елементів автодороги в списку. В залежності від елемента автодороги обираються види

випробувань транспортно-експлуатаційних показників – колійність, рівність, міцність, коефіцієнт зчеплення, шорсткість та дефектність.

За результатами моніторингу на сьогоднішній день зібрано та опрацьовано інформацію щодо результатів польових вимірювань більше 100 ділянок автомобільних доріг, що складає близько 500 км, де застосовано нові технології та матеріали.

З метою визначення ефективності впровадження сучасних технологій та нових матеріалів на цих ділянках проведено дослідження їх впливу на довговічність дорожніх конструкцій. Довговічність автомобільної дороги – період часу, протягом якого вона зберігає роботу транспорту із стабільними транспортно-експлуатаційними показниками.

Для оцінки однорідності сукупності даних вимірювань транспортно-експлуатаційних показників в базі даних виконується їх статистичний аналіз. Оцінюючи показник коефіцієнта варіації отриманих даних вимірювань, можна стверджувати про їх однорідність, коефіцієнт варіації змінюється в межах 7 % – 30 % (рис. 2). Сукупність вважається однорідною і середня величина показника є типовою, якщо коефіцієнт варіації не перевищує 33 %.

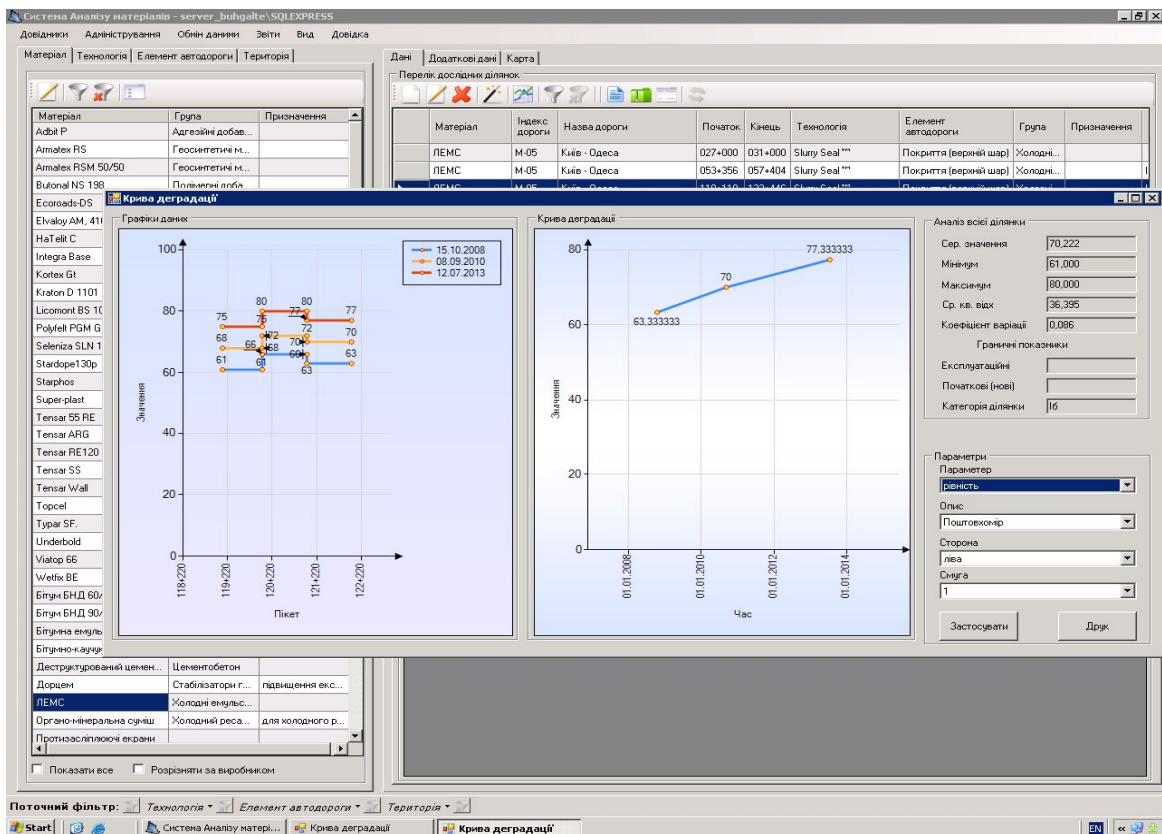


Рисунок 2 – Статистичний аналіз показників та побудова графіків змінювання даних по пікетах (км) та кривої деградації по роках в базі даних SAM

БД SAM дозволяє підрозділам Укравтодору обмінюватися інформацією про практичне застосування тих чи інших технологій, конструктивних рішень (рис. 3). Якщо який-небудь матеріал (наприклад, добавка-модифікатор) себе добре показав в тих чи інших

умовах, то він повинен застосовуватися. Якщо досвід негативний, від використання матеріалу відмовляються. За словами дорожників, іноді їхні запитання про те, як ті чи інші матеріали, апробовані за кордоном, поведуть себе в нашому кліматі, ставлять західних постачальників в глухий кут.

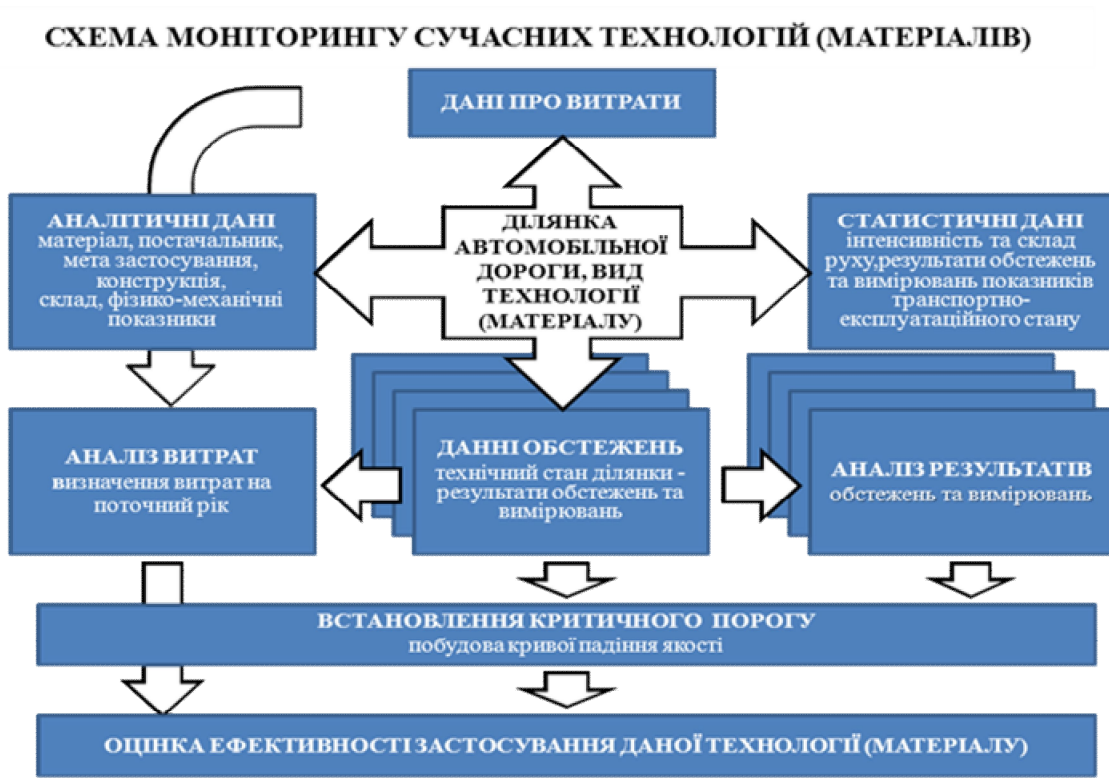


Рисунок 3 – Схема моніторингу сучасних технологій та матеріалів реалізована в САМ

В ідеалі БД САМ має включати результати моніторингу, зібрані з дослідних ділянок як автономних (наприклад, кільцевий випробувальний стенд ДП "Дорцентр"), так і у вигляді ділянок автомобільних доріг України, на яких будуть тестуватися, наприклад, різні склади асфальтобетонів.

Важливим елементом САМ можуть бути лабораторно-випробувальні центри в обласних службах автомобільних доріг, які будуть не тільки здійснювати поточний контроль, а і працювати на перспективу, тобто здійснювати більш широкий спектр випробувань. У них будуть проводитися випробування нових матеріалів.

За результатами проведеної роботи можна зробити висновок, що створення електронної аналітичної БД САМ дозволяє користувачам одержати об'єктивну інформацію про наявність дослідних ділянок, про їх протяжність, технічний стан, його змінювання в часі (довговічність) з метою раціонального застосування сучасних технологій і нових матеріалів при новому будівництві, реконструкції, ремонті і утриманні доріг. Додатково у всіх режимах програми реалізовано контекстний пошук за двома напрямками – матеріали та технології, формуються протоколи випробувань, результати статистики та інші функції, пов'язані з інформаційно-пошуковими системами. Налаштування програми дозволяють працювати з даними за кілька обраних років, на певний рік або з актуальними даними (за поточним станом).

Розроблена база даних САМ завдяки систематизації наявних даних багаторічного моніторингу, наявності інформаційної системи, яка може аналізувати результати випробувань, дозволяє визначати ефективність впровадження нових матеріалів і технологій на автомобільних дорогах України.

Література

1. Kushnir. Introduction of technology of construction of pavements from Stone Mastic Asphalt mixtures ENVIROAD, 2009.
2. <http://www.rg.ru /2012/01/27/innovacii.html>.
3. Кушнір О.В., Катукова В.М. Моніторинг сучасних технологій у дорожній галузі // Дорожня галузь України. № 2, 2014. – С. 49–52.
4. Сизоненко В.В. ГІС до ЄВРО 2012 // Дорожня галузь України. № 3, 2011. – С. 52–53.
5. Сизоненко В.В., Рибіцький Л.Л. Тенденції розвитку управління дорожнім господарством на основі новітніх світових геоінформаційних технологій // Дорожня галузь України. № 3, 2008. – С. 62–63.
6. Рибіцький, Л.Л. Геоінформаційна система управління автомобільними дорогами України – на допомогу водіям / Л.Л. Рибіцький, Г.А. Харченко // Дорожня галузь України. № 1, 2010. – С. 20–22.