

5. Армстронг, Амріт. "Вантажні автомобільні перевезення: закупівлі транспорту та вплив на довкілля". Дисертація, Högskolan i Borås, Institutionen Ingenjörshögskolan, 2014. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hb:diva-17527>
6. Н.В. Внукова. Методологія екологічної безпеки комплексу АДС (автомобіль-дорога-середовище). Монографія. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 185с.

ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ АНТИОЖЕЛЕДНИХ ЗАСОБІВ

*Кузьменко Т. В., здобувач першого (бакалаврського) рівня,
Анісімова С.В., доц., к.г.н.
Харківський національний автомобільно- дорожній університет
svitlanaanisimova@meta.ua*

Дороги постійно піддаються впливу навантажень та атмосферних явищ. Клімат, погодні умови та деструктивна поведінка транспортних засобів є факторами, що погіршують властивості доріг як інженерних споруд, тим самим знижуючи ефективність та безпеку дорожнього руху.

Одним з найважливіших факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху та швидкість транспортних засобів, є слизьке дорожнє покриття (низький коефіцієнт зчеплення шин транспортних засобів з дорожнім покриттям), що особливо помітно взимку. Це призводить до збільшення гальмівного шляху та підвищує ймовірність аварій. Багато науковців, як в Україні, так і за її межами, приділяли увагу заходам щодо збільшення шорсткості доріг взимку. Проте всі вони спрямовані на зменшення шкідливих наслідків і не можуть повністю їх усунути.

Для підтримки високого коефіцієнта адгезії використовують такі методи:

- нагрівання покриття парою або електричним струмом;

*Збірка матеріалів 86-ї Міжнародної наукової конференції студентів університету.
Секція Кафедри ЕКОЛОГІЇ. 11 квітня 2024 року*

- використання дренажних покриттів;
- використання трьох типів протижеледних реагентів: рідких, твердих і змішаних.

Найпоширенішими твердими реагентами для дорожнього покриття є хлорид натрію та хлорид кальцію (NaCl і CaCl_2). Рідкі реагенти - це розчини твердих, а комбіновані реагенти - це хімічні суміші, що містять так звані фрикційні елементи (наприклад, щебінь або мармурову крихту).

Сіль, що потрапляє на дорожнє покриття взимку, або згрібається снігоочисниками, або змивається з дороги у вигляді солоної води. Навесні, коли сніг тане, сіль може накопичуватися на дорозі, просочуватися в ґрунт або потрапляти у водойми та водотоки. Активність хімічних реакцій солей протижеледної суміші з іншими неорганічними речовинами (наприклад, продуктами згоряння палива, продуктами корозії та абразивного зносу), що утворюються під час експлуатації наземних транспортних шляхів, значно зростає навесні з підвищенням температури. Продукти утримання доріг, змиті дощем, реагують з протижеледними солями у вигляді розчинів і суспензій, утворюючи різні, часто токсичні, сполуки.

Глибина, на яку солі проникають у ґрунт, залежить від розчинності солей у воді, їхньої хімічної реакційної здатності та здатності до самоочищення самого ґрунту. У верхніх шарах ґрунту (до 15 см) солей накопичується в 1,5-2,5 рази більше, ніж у нижніх. Солі накопичуються в ґрунтах, особливо в розділових смугах автомобільних доріг.

Порівняно з іншими речовинами, хлориди найглибше проникають у ґрунт і досягають ґрунтових вод. Концентрація хлоридів у ґрунті зменшується в міру віддалення від дороги. Через накопичувальний характер іонів натрію (вони накопичуються в ґрунті з часом) характер зміни концентрації залежить від тривалості та інтенсивності використання протижеледної солі.

Вплив протижеледних солей погіршує структуру та фізико-хімічні властивості ґрунту. Глинисті ґрунти стають нестійкими і більш схильними до водної ерозії. Мінерали, необхідні для живлення рослин, вимиваються з ґрунту, а водневий показник рН підвищується (в 1,3-1,5 рази). Іони кальцію, які присутні в ґрунті і підвищують родючість, замінюються іонами натрію. Це порушує природний іонний баланс і нормальне живлення рослин не досягається.

Негативний вплив антифризу на зелені насадження проявляється як через прямий контакт з надземною частиною рослини, так і через кореневу систему. Прямий контакт з сіллю призводить до безпосереднього руйнування рослинних тканин, особливо кори. Взимку, в період спокою рослин, стійкість рослин до солі є найвищою. Навесні вона стрімко знижується. У цей період активного росту і розвитку рослин найбільший негативний вплив на насадження має стік солоної води з доріг внаслідок танення снігу. Накопичені в ґрунті іони натрію заважають кореневій системі поглинати поживні речовини та воду.

Цей ефект особливо сильний, коли катіони натрію потрапляють у тканини рослин. Коли аніони хлориду концентруються в листі, порушується нормальний процес фотосинтезу. Хлорофіл виснажується (такий стан називається хлорозом), листя жовтіє, засихає і відмирає. Особливо чутливі до засолення хвойні рослини. В результаті несприятливого впливу хвойні дерева жовтіють і осипаються.

Ссавці та птахи гинуть від отруєння протижеледними солями. Найбільш вразливими видами є зайці, перепели та голуби. Риба гине, коли солоня вода потрапляє у водойму. Ступінь смертності залежить від виду і віку риби, температури води, концентрації хлоридів і тривалості впливу. Сіль також шкідлива для інших водних організмів, таких як *Daphnia magna*.

Протижеледні солі, що просочуються в ґрунтові води, збільшують в'язкість ґрунтових вод і зменшують швидкість їх руху. Мінералізація

грунтових вод залежить від рельєфу місцевості, гідрологічних умов, геології ґрунту, середньої температури та кількості опадів, за інших рівних умов.

Сіль проти ожеледиці використовують з 50-х років минулого століття. Практично відразу почався вестися і моніторинг екологічної ситуації. Так, група вчених з 1952 по 1998 роки досліджувала вміст солі в річці Мохок, штат Нью-Йорк. Було встановлено, що концентрація у воді іонів натрію і хлору збільшилася відповідно на 130 % і на 243 %, і головною причиною цього виявилось посипання доріг сіллю.

Ще одне дослідження, що проводилося з 1986 по 2005 роки в південно-східній частині штату Нью-Йорк, показало 91 % збільшення обсягу хлориду натрію в природних водоймах. В цілому, за даними екологів, у 40 % річок, що протікають по території американських міст, рівень вмісту хлору перевищує безпечні показники.

Європейські країни використовують хлорид магнію (бішофіт) для запобігання слизькому дорожньому покриттю як засіб мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей. На відміну від хлориду натрію, хлорид магнію менш агресивний (містить 30 % хлориду) і витримує температуру замерзання до -30°C . Крім того, бішофіт також використовується як добриво. Однак крім агресивних хімічних сполук можна використовувати і інші методи боротьби з льодом.

Наприклад, в Австрії, Фінляндії та Швеції, окрім хімічних реагентів, використовують також фрикційний метод - посипання дороги піском або кам'яною крихтою. Перевагою цього методу є те, що не відбувається хімічної реакції, але недоліком - недовговічність покриття. Пісок і кам'яна крихта здуваються з дороги вітром, переносяться колесами транспортних засобів і ногами пішоходів, пошкоджуючи взуття.

Ще один метод, також незвичний для нас, використовують у Швеції, названий на честь дослідника Торгейра Ваа. Вчений виявив, що коли дрібний пісок змішати з гарячою водою ($90-95^{\circ}\text{C}$) у співвідношенні 7:3 і нанести на

сніг і лід, піщинки «вплаваються» в лід і роблять поверхню шорсткою. Пісок не здувається вітром, а колеса транспортних засобів і взуття пішоходів краще зчіплюються з дорожнім покриттям. Цей процес триває близько тижня (навіть при досить інтенсивному русі), а потім його потрібно повторювати.

У Норвегії реагенти практично не використовують. У разі сильних морозів дороги посипають дрібною гранітною крихтою, а сніг просто постійно прибирають. Так ця північна країна продовжує робити вже понад півтора століття, незалежно від поширеності автомобілів і кількості транспортних засобів на дорогах. Навесні крихту збирають, миють і складають на зберігання, щоб дочекатися наступної зими. Норвегія пішла далі і побудувала автобани з підігрівом. Завдяки таким радикальним (і дорогим) методам можна забути про сніг та ожеледицю на дорогах.

Японія також не використовує жодних хімічних засобів для боротьби з ожеледицею, а також утеплення доріг. Японці обрали один з найпростіших методів – дороги чистять від снігу. Це рішення є досить ефективним, оскільки для країни характерні сильні та нетривалі снігопади.

У більшості цивілізованих країн використання реагентів заборонено, і це закріплено на законодавчому рівні. Солі використовують лише після снігопаду, механічного очищення дороги і лише на дорогах, якими їздить громадський транспорт, у кількості не більше 25 грамів на квадратний метр. Автобани та федеральні траси тільки очищаються від снігу.

Так потрібно в Україні використовувати реагенти? Не обов'язково. Достатньо правильно організованих громадських робіт та ефективного використання гранітної крихти, піску і, тільки за необхідності, солі.