

**АВТОМАТИЧНИЙ І ДИСТАНЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ПОВЕРХНІ  
АВТОМОБІЛЬНИХ ШЛЯХІВ ТА ЗЛІТНО-ПОСАДКОВИХ СМУГ**

*Розглянуто систему факторів, яка дозволяє контролювати і прогнозувати значення основних факторів, що впливають на небезпечну зміну коефіцієнта зчеплення, наявність та висоту шару води, стан, температуру повітря і покриття поверхні злітно-посадкових смуг. Описано важливий досвід який слід використати в подальших дослідженнях.*

**1). Актуальність теми.****Безпека руху літаків і автомобілів.**

Безпека зльоту і посадки, які відносяться до найбільш складних етапів польоту, значною мірою залежить від правильного і своєчасного контролю стану поверхні злітно-посадкових смуг (ЗПС). У багатьох країнах цей контроль здійснюється візуально із використанням або автомобіля з п'ятим колесом для визначення коефіцієнта щеплення, або деселерометра який прикріплюється на автомобіль. Усі ці способи контролю мають суттєві недоліки. В той же час швидкість автомобілів в зв'язку з покращенням доріг зростає до швидкості зльоту чи посадки літаків. Тому дані проблеми легко об'єднати теоретичними даними.

Проблема полягає в тому, що на таких швидкостях при малій зльоті чи пере зволоженості дороги, ожеледиці виникає велика імовірність надзвичайної ситуації та аквапланування. Водій втрачає контроль над автомобілем і може потрапити в аварію.

Налагодження розрахунку спецмашин та запасів необхідних матеріалів.

Дистанційне керування дасть змогу спрогнозувати погодні умови і можливість виникнення проблем на покритті, що в свою чергу дасть: по-перше економічний ефект від доцільного використання матеріалів і спецтехніки, і головне реагентів чи матеріалів засипки витратиться менше, що дасть і екологічний ефект. Ну і як додаток ця проблема актуальна і для простих пішоходів на тротуарах.

2). У Національному авіаційному університеті з 1987 р. проводиться робота із забезпечення дистанційного, автоматичного контролю стану поверхні ЗПС, у основу яких покладена залежність вихідних даних від двох груп факторів – повільно і швидко змінних. До повільно змінних факторів відносять шорсткість бетонної поверхні, її рівність і забрудненість рештками гуми від пневматиків. Ці фактори можна контролювати епізодично, у перервах між польотами, один-два рази за рік. До швидкозмінних факторів, які потребують безперервного, оперативного контролю, відносять висоту шару і вид атмосферних опадів на поверхні ЗПС, температуру поверхні бетону, повітря і масив покриття. Ось схема датчика визначення висоти шару води і виду опадів.

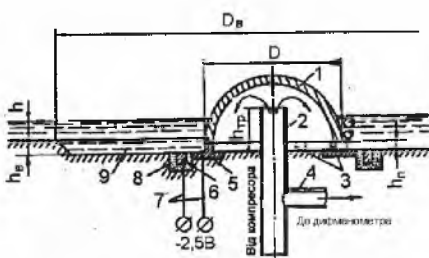


Рис.1 Схема датчика визначення висоти шару води і виду опадів: 1 - ковпак; 2 - трубка для підводу води від компресора; 3- два пази для виходу підшипникової кількості повітря; 4- імпульсна трубка до дифманометра; 5- внутрішній електрод; 6- зовнішній електрод; 7- електрокабель для підводу напруги від контролюючого і пускового пристрою; 8- діелектрик; 9- виїмка для виключення нестійких режимів у роботі датчика.

Ось які дослідження проводились на кафедрі аеропортів а згодом і на кафедрі гідрогазових систем. Було встановлено що температура поверхні може суттєво відрізнятись від температури покриття, що підвело до дивних на перший погляд висновків: ожеледиця при «+»

(поверхня ще не розігрілась); тепла поверхня але холодне повітря і випадає сніг, спочатку він розтає і охолоджує поверхню а потім замерзає утворюючи ожеледицю.

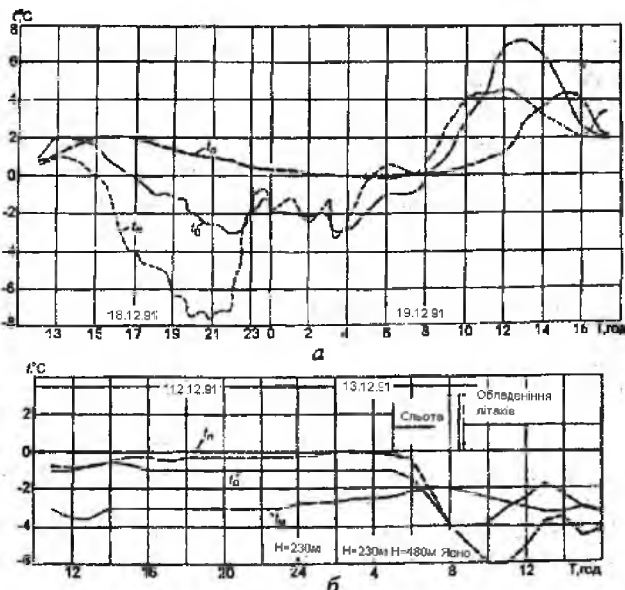


Рис.2 Температурні графіки в аеропортах Мінеральні води (а) та Київ (б) у зимовий час

встановлення датчиків. Датчик складається з двох взаємоповоджуючих і резервуючи частин – пневматичної і електричної. До пневматичної частини входить захисний ковпачок, який має форму півсфери діаметром 50 мм, куди підводиться трубкою повітря від компресора, розташованого в камері поблизу датчика (Рис 1).

Головною метою на даному етапі досліджень є переведення даних з аналогових приладів в цифровий статус, це дасть змогу ще краще обробляти данні (датчик глибини шару води пройшов державну атестацію, за визначенням якої його точність становить 0,4 мм). Актуальність виготовлення і встановлення таких датчиків на території хоча б великих міст України дуже велика.

Ось наприклад: багатолітні дослідження впливу ефективності служби зимового утримання доріг Німеччини на безпеку руху і економічність транспортного потоку на позаміських дорогах при реалізації методу «Operation Research» показали, що своєчасне використання протиожеледних матеріалів вже через півгодини роботи служби окупилося за рахунок оптимального розходження користувачів дороги. В Німеччині ця проблема була широко розглянута ще зимою 1992-1993рр. і з того часу система вводиться по всій федерації. Аналогічні системи метеозабезпечення за останні роки з'явилися в Австрії, Канаді, Фінляндії та інших країнах.

#### ПОПЕРЕДНЯ АНТИОЖЕЛЕДНА ОБРОБКА ПОКРИТТІВ В КОНТЕКСТІ ДОСВІДУ.

Перспективною технологією, застосовуваної в США наприкінці ХХ сторіччя, виявилася попередня обробка, що сприяє зменшенню утворення льоду й сніжного накату на дорожньому покритті.

Антиожеледна обробка покриттів є основною концепцією й стратегією боротьби зі снігом й ожеледдю, згідно яким хімічна речовина, що знижує температуру замерзання, або в рідкій формі, або в попередньо зволоженому твердому виді розподіляється безпосередньо на дорожнє покритті перед снігопадом і ожеледицеутворенням. Хімічні речовини попереджають зчеплення снігу й льоду з дорожнім покриттям і перешкоджають утворенню важко злежалого шару, що усуває, сніг й лід, що формується під час або після снігопаду. Традиційним же методом боротьби зі снігом й ожеледдю, використовуваним раніше як основний спосіб видалення снігу з дорожнього одягу, було снігоочищення, а не хімічні речовини.

У цей час метод попередньої антиожеледної обробки покриттів автомобільних доріг у США розвився до рівня сучасної стратегії боротьби зі снігом й ожеледдю, у якій використа-

Це добре видно на графіку (рис.2): зміни температури поверхні  $t_0$ , масиву  $t_m$ , цементно-бетонних покриттів ЗПС і повітря  $t_p$  в аеропортах Мінеральні води (а) та Київ (б) у зимовий час

Досліджуючи потоки малої глибини було доведено що стікання потоків у трубах і потоків великої глибини сильно відрізняються від потоків малої глибини. Справа в тому, що в трубах і потоках з відносно великою глибиною нерівності поверхні не відіграють значної ролі, а в потоках з малою глибиною нерівності мають керуюче значення.

Для контролю на ЗПС факторів, які швидко змінюються, були розроблені датчики, методи оцінки стану поверхні за їхніми показниками і способи визначення характерних місць на ЗПС для

ються нові науково обґрунтовані й ефективні технології. До таких технологій відносяться: система інформації про погодні умови на дорозі (RWIS), прогнозування погодних і температурних умов на певних ділянках дороги, використання більше складного розподільного й снігоочисного встаткування. Протягом трьох років в 15 дорожніх агентствах штатів випробували й оцінювали різні технології й системи антижелезної обробки покриттів, щоб визначити топографічні, кліматологічні, метеорологічні умови й умови дорожнього руху, при яких протижелезні матеріали роблять найбільш ефективно.

Підтверджений успіх цього проекту привів дорожні агентства різних штатів й агентства місцевого підпорядкування до використання попередніх антижелезних обробок покриттів як засіб максимальної ефективності робіт із зимового змісту з мінімальним використанням реагентів й абразивів. Антижелезні обробки дозволили ширше дотримувати екологічних вимог, використовуючи для боротьби зі снігом й ожеледдю реагенти, що не викликають корозії автомобілів і не роблять шкідливого впливу на навколишнє середовище й елементи дорожньої інфраструктури.

Боротьба зі снігом й ожеледдю в США одержала пріоритет серед питань експлуатації автомобільних доріг. Дійсно, у деяких штатах це найбільш дорогий вид робіт з утримання автомобільних доріг. Наприклад, у шт. Монтана на боротьбу зі снігом й ожеледдю витрачається до 35 % засобів, виділюваних на утримання доріг. В 1996 р. у шт. Пенсільванія витрачена 187 млн. дол. на снігоочищення, у той час як тільки в м. Нью-Йорку витрачено майже 56 млн. дол. Щорічно в США витрачається 2,1 млрд. дол. на боротьбу зі снігом й ожеледдю (у тому числі 700 млн. дол. становить вартість реагентів).

Суспільні втрати, пов'язані з відсутністю належної боротьби зі снігом й ожеледдю, оцінюються приблизно в 5 млрд. дол./рік. До таких втрат економісти відносять затримки при русі, ушкодження власності в результаті ДТП, а також корозію транспортних засобів і мостів, поранення людей і негативний вплив на навколишнє середовище.

За допомогою системи RWIS дорожні агентства США прогнозують час, тип й інтенсивність утворення зимової слизькості на дорожніх покриттях, передбачають найбільш ефектively використання антижелезних матеріалів і розподільного встаткування. Досвід провідного користувача цієї технології (шт. Невада) показав, що використання системи RWIS зменшує витрату протижелезних матеріалів і скорочує наднормативні роботи.

Розвиток системи RWIS дозволило розробити й впровадити автоматизовані дозатори рідких протижелезних для обробки мостового полотна штучних споруджень. Така система складається з окремих елементів, які включають пристрою подачі рідких матеріалів (насоси, резервуари, трубопровід, форсунки й т.д.) і відеокамеру, що оглядає міст. Система має також датчик, що контролює стан проїзної частини моста, і атмосферний датчик, установлений безпосередньо на самому мосту. Система сповіщає шляховиків про умови, що насуваються, утворення зимової слизькості, і при несприятливих умовах автоматично включається пристрій подачі рідкого протижелезного реагенту. Система може також дистанційно управлятися вручну за допомогою телефонного зв'язку. Вона особливо корисна для мостів, які найбільш піддані утворенню зимової слизькості й розташовані на віддалених і важкодоступних ділянках доріг.

Із впровадженням надійного метеозабезпечення на автомобільних дорогах з'явилася можливість використання автоматичних систем розподілу хімічних протижелезних матеріалів. Уперше така система (TMS-2000) була запропонована фірмою Boschung Mecatronic (Швейцарія). Система TMS-2000 (мал. 16) складається з насосної станції, що містить у собі цистерну для зберігання рідких ПГМ місткістю 8 м<sup>3</sup> насос і блок електронного керування, клапанний пускач і форсунки.

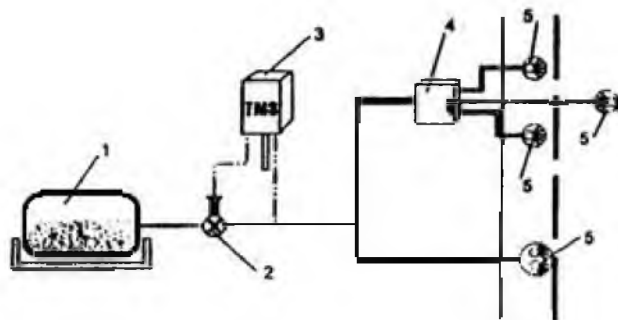


Рис.3 Розпилювальна система протиожеледного розчину: 1 - цистерна для зберігання рідких ПГМ; 2 - насос; 3 - блок електронного керування; 4 - клапанний пускач; 5 – форсунки

Ці системи встановлювались фірмою на теренах України, а саме в аеропорту Бориспіль. Це коштувало аеропорту чималих грошей. Але без цієї системи можна втратити набагато більше. Ось випадок з практики дослідження нашого датчика: коли внаслідок відсутності даних про температуру на ЗПС 13 грудня 1991 р. через неправильні дії аеродромної служби і керівника польотів в аеропорту Київ раптом біля 8-ої години ранку 13 грудня льотчиком був зафіксований зліт по ожеледиці. У той час пізно ввечері 12 грудня, вночі і рано вранці 13 грудня прилади працювали автоматично, у дослідному режимі. Експлуатувалися вони не співробітниками аеродромної служби, а фахівцями Національного авіаційного університету. Тільки пізніше ці записи були використані для об'єктивного аналізу ситуації.

У керівника польотів майстром аеродромної служби о 7 год був зроблений запис, що ЗПС без ожеледиці і готова до польотів, на основі чого і був дозволений, як звичайно, зліт біля 8 год.

Одразу після заяви льотчика аеродром був закритий, внаслідок чого 18 рейсів, які летіли до Києва, були направлені на запасні аеродроми.

Крім цього, як показав подальший аналіз діаграм, у зв'язку зі звичайними діями працівників аеродрому без даних про наявність шару води, температуру поверхні покриття і масиву на ЗПС було висипано за 4 години біля 11 тон хім. реагентів, що призвело до значних витрат аеропорту і забруднення водоймищ у межах міста.

#### Список літератури

1. Звіти по лабораторним дослідженням. Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів. НАУ. 1986-1989рр.
2. Боротьба із зимовою слизькістю на автомобільних дорогах / Г.В. Бялобжеский, М.М. Дербенева, В.И. Мазенова, Л.М. Рудаков. - М.: Транспорт, 1975.
3. Dobosi T., Timar A., Toth S., Realisation des taches d'exploitation des routes publiques nationales en hiver dans la forme de societe. - Mise en parallele de la pratique hongroise et celle de l'union Europeen: X PIARC International Winter Road Congress: Technical Report, Lulea, Sweden, 16-19 march 1998. - Lulea, 1998. - Vol. 1.
4. Verglimit gegen Glatteisbildung // Strasse. - 1986. - № 6.
5. Kutter M, Moritz K., Pohle G. Untersuchungen zur wirkung-sdauer von Tausalzen // Strassen und Tiefbau. - 1986. - № 5.
6. Martin Burtwell. Performance assessment of road surface freezing point sensors: 4-th Annual Winter Maintenance Conference and Exhibition, Nottingham, 10 October 1995. - Nottingham, 1995.
7. Довідник методів випробувань по оцінці хімічних противогололедних засобів. - США, 2000.