

УДК 625.717.02: 625.86.6.001.5(045)

А.І. Барішпол

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДРЕНУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ДРЕНАЖНИМИ ШАРАМИ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ В УМОВАХ НЕУСТАЛЕНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

Викладено матеріали експериментальних досліджень на фізичній моделі дренажного шару аеродромного (дорожнього) покриття процесу нестационарної фільтрації з метою отримання експериментальних залежностей часу його осушення від потужності дренажного шару та його гідравлічного ухилу. Дренажний шар відсипався з різних фільтруючих матеріалів: щебеню, жорстви, піску середньої крупності. Отримані результати можуть бути використані для перевірки достовірності відповідних теоретичних залежностей.

Метою експериментальних досліджень процесу дренування поверхневих вод водопроникними аеродромними покриттями була експериментальна перевірка запропонованих методів їх гідравлічного розрахунку та дренуючої спроможності в умовах неусталеної фільтрації (встановлення кількісної та якісної оцінки теоретичних досліджень).

Крім того, за мету ставилося експериментальне визначення функціональних залежностей, що характеризують вплив ухилу дна корита покриття I , потужності (товщини) дренажного шару покриття h_d і коефіцієнта фільтрації матеріалу засипки дренажного шару k на тривалість його осушення. Зрозуміло, що така перевірка могла бути реалізована при створенні належних умов експерименту, які б забезпечували не тільки його подібність реальній роботі аеродромних та дорожніх покриттів, але й отримання достовірної кількісної оцінки руху дренажних вод з урахуванням різних чинників, що мають на нього вплив.

Експериментальні дослідження проводилися на відкритому майданчику влітку та восени 1996 та 1997 років у м. Києві. Для їх проведення був виготовлений фільтраційний лоток з листового металу, який мав розміри $3 \times 0,5 \times 0,2$ м. Це - ємність з необхідними влаштуваннями для задання граничних умов та вимірювання напорів у встановлених окремих точках, що заповнена пористою породою. Так, під час експерименту забезпечувалися умови завдання необхідного похвильного ухилу лотка (дна корита) та потрібної потужності дренажного шару. Лоток мав знімну заслінку, яка дозволяла зберігати в ньому воду на потрібному рівні (без витoku її з лотка) та випускати її у певний момент часу.

Для вимірювання потужності дренажного потоку та п'єзометричного напору використовувалися скляні п'єзометри (усього уздовж лотка встановлювалося 11 п'єзометрів). Вони сполучалися резиновими трубками, з'єднаними із штуцерами, що вмонтовувалися в отвори у дні лотка.

Для надання лотку потрібного ухилу використовувався гвинтовий домкрат, а ухил дна корита контролювався гідравлічним рівнем.

Час 50%-ного або 100%-ного осушення дренажного шару вимірювався за допомогою секундоміру (вручну).

Для максимального наближення умов експерименту до реальних умов роботи аеродромного (дорожнього) покриття верхня (відкрита) грань лотка герметично зачинялася водонепроникними бетонними плитами (товщиною 6 см), що дозволяло створювати місцевий напір по довжині лотка. Таким чином створювалася натурна модель аеродромного (дорожнього) покриття з двома водонепроникними гранями, що цілком відповідає прийнятій розрахунковій теоретичній моделі функціонування покриття.

Матеріалами дренажного шару були: щебінь, жорства (ендогенних гірських порід) та алювіальний кварцовий пісок середньої крупності з коефіцієнтом фільтрації відповідно 40000, 20000 та 8,5 м/доба.

Фільтраційний лоток заповнювався ґрунтовою водою, температура якої була 11 °С.

Дренажний шар повністю заповнювався водою. Встановлення гідравлічного зв'язку між порами його заповнювача та встановлення напорів по довжині фільтраційного лотка контролювалися за допомогою п'езометрів. Поздовжній ухил лотка і встановлювався рівним 0,01; 0,013 та 0,015. Завданням експериментів було визначення часу формування депресійної кривої (перша фаза неусталеної фільтрації), а також часу 50%-ного та 100%-ного осушення (виснаження) дренажного шару при зміні ухилу лотка та потужності дренажного шару.

Тривалість кожної фази фільтрації контролювалася за зміною рівнів дренажної води (у п'езометрах). За час формування кривої депресії приймався час фільтрації дренажних вод з моменту зняття заслінки з нижньої водопроникної границі лотка до моменту початку зниження рівня води у п'езометрі, що був розташований біля верхової водонепроникної границі (стінки) лотка. За час 50%-ного осушення дренажного шару приймався час фільтрації дренажних вод від моменту зняття заслінки з низової водопроникної границі лотка до моменту збігу рівня води у п'езометрах, що знаходилися біля центру лотка, з рівнем половини товщини дренажного шару.

За час 100%-ного виснаження дренажного шару приймався час фільтрації в ньому води з моменту зняття заслінки до моменту повного припинення витоку дренажної води, коли рівень дренажних вод (у п'езометрах) знижувався до нуля.

Результати групи експериментів (рис.1 - 7) ілюструють велику різницю в часі тривалості гідравлічних процесів, які відбуваються в дренажних шарах, матеріалом яких є пісок середньої крупності і грубоуламковий матеріал.

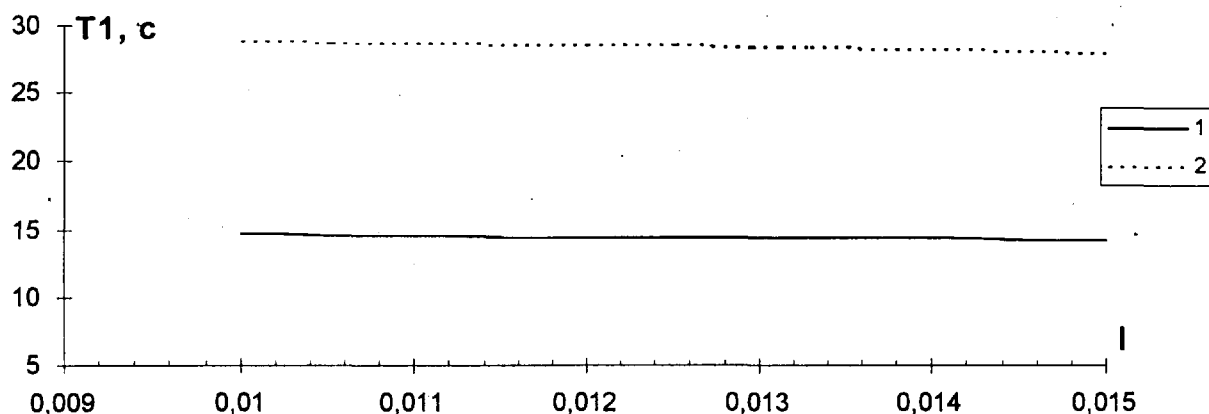


Рис. 1. Залежність часу формування кривої депресії T_1 від ухилу дренажного шару I :
1 - матеріал дренажного шару - щебінь; 2 - матеріал дренажного шару - жорства

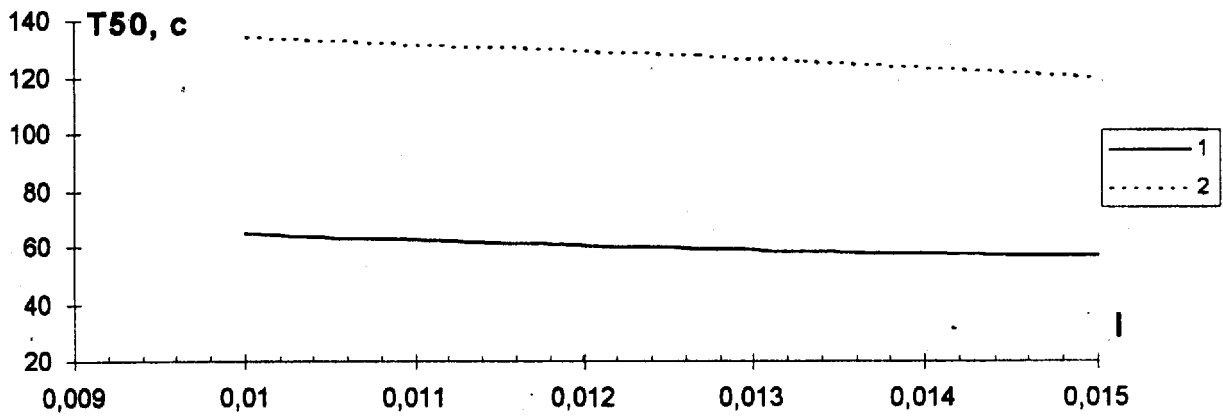


Рис. 2. Залежність часу осушення 50%-ного дренажного шару T_{50} від його ухилу I : 1 - матеріал дренажного шару - щебінь; 2 - матеріал дренажного шару - жорства

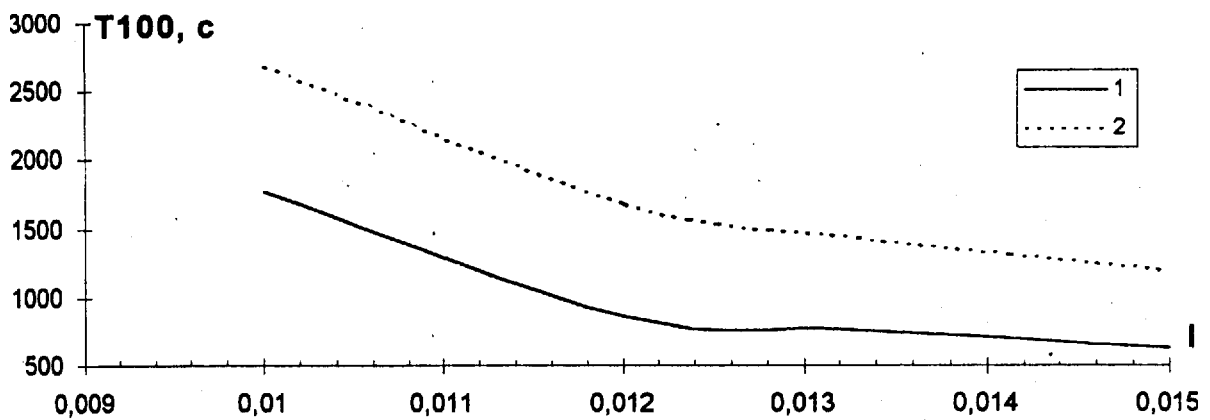


Рис. 3. Залежність часу 100%-ного виснаження дренажного шару T_{100} від його ухилу I : 1 - матеріал дренажного шару - щебінь; 2 - матеріал дренажного шару - жорства

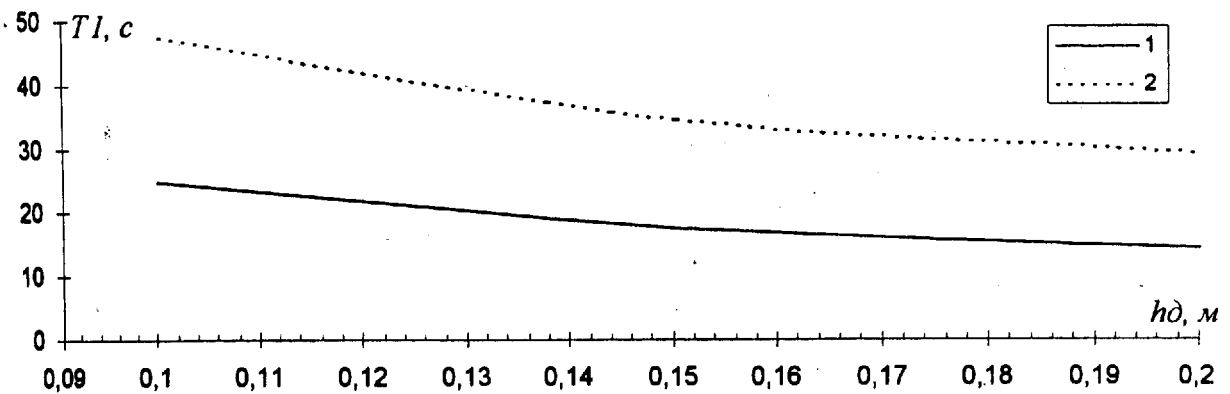


Рис. 4. Залежність часу формування кривої депресії T_1 від його потужності h_{δ} : 1 - матеріал дренажного шару - щебінь; 2 - матеріал дренажного шару - жорства

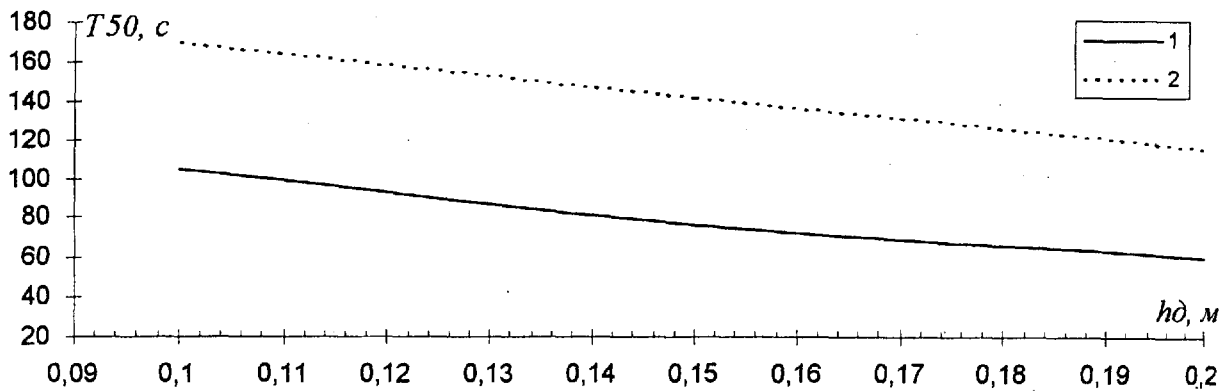


Рис. 5. Залежність часу осушення 50%-ного дренажного шару T_{50} від його потужності h_d : 1 - матеріал дренажного шару - щебінь; 2 - матеріал дренажного шару - жорства

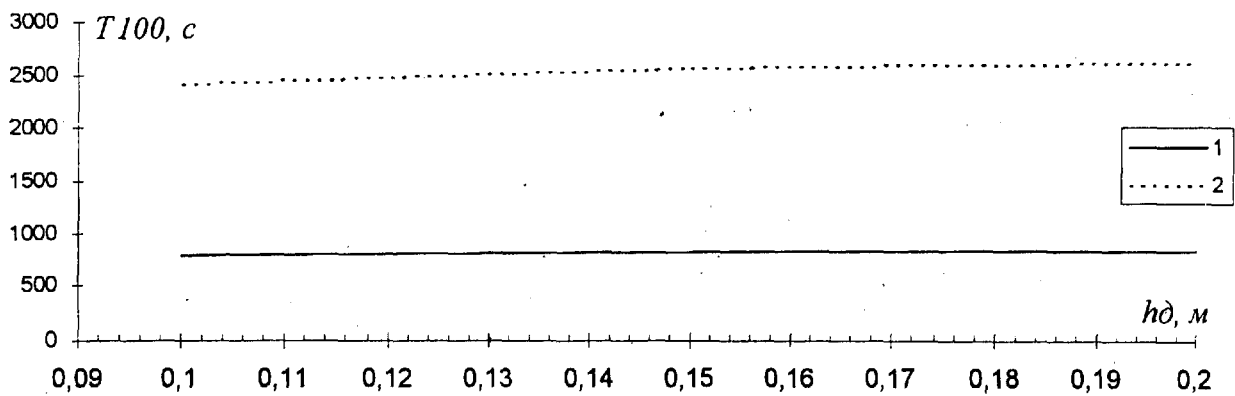


Рис. 6. Залежність часу 100%-ного виснаження дренажного шару T_{100} від його потужності h_d : 1 - матеріал дренажного шару - щебінь; 2 - матеріал дренажного шару - жорства

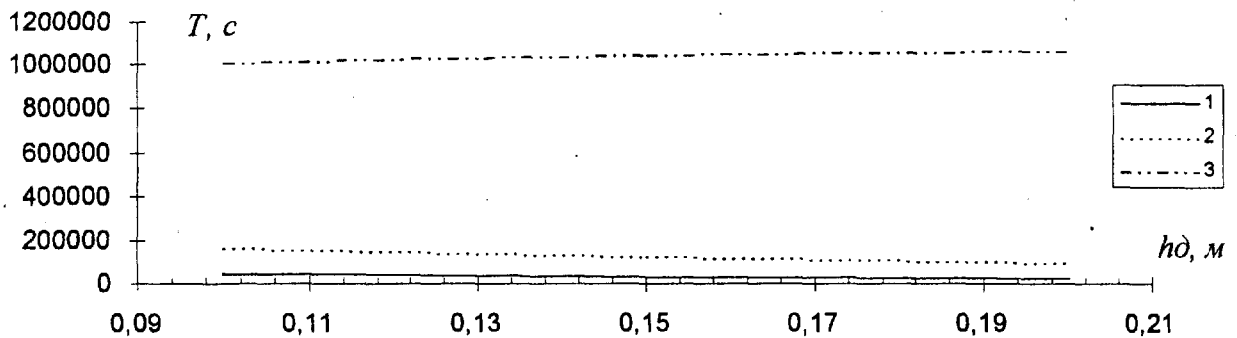


Рис. 7. Залежність швидкості фільтрації в дренажному шарі, матеріалом якого є пісок середньої крупності, від його потужності h_d : 1 - час формування кривої депресії; 2 - час 50%-ного осушення дренажного шару; 3 - час 100%-ного виснаження дренажного шару

На основі отриманих результатів усіх груп експериментів з вивчення функціонування дренажного шару збудованої фізичної моделі можна зробити такі висновки. Із зміною ухилу дренажного шару процес фільтрації поверхневої води в ньому змінюється обернено пропорційно до зміни ухилу. Залежність часу формування кривої депресії та 50%-ного осушення дренажного шару практично має прямолінійний характер, а залежність часу 100%-ного виснаження дренажного шару від ухилу носить криволінійний характер. Отже, найбільш оптимальним з точки зору узгодження двох принципів та обернено залежних умов, які висуваються до аеродромних покриттів, горизонтальності покриття та швидкості його осушення, є ухили від 0,012 до 0,013. При збільшенні потужності дренажного шару процеси формування кривої депресії та осушення 50% його товщі прямо пропорційно прискорюються за рахунок збільшення результуючого гідравлічного градієнту, а час 100%-ного виснаження дренажного шару зростає завдяки збільшенню загального об'єму води, який може вмістити дренажний шар на етапі водонасичення. Необхідно відмітити, що вже при осушенні дренажного шару покриття на 50% шкідливі гідродинамічні процеси практично виключаються (тільки для засипок з грубоуламкових порід). Термін тривалості процесів фільтрації в дренажних шарах, матеріалом яких є пісок середньої крупності, приводить до висновку, що матеріали з такими гідравлічними показниками не повинні використовуватися як ефективний дренажний шар.

Стаття надійшла до редакції 14 жовтня 1995 року



Андрій Іванович Барішпол (1970) закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації в 1994 році. Аспірант кафедри аеропортів КМУЦА. Спеціалізується у галузі водопроникних аеродромних покриттів.

A.I. Barishpol (1970) graduated from Kiev's Institute of Civil Aviation in 1994. Post graduate student of airports department of Kiev International University of Civil Aviation. Specializes in the Field of airdrome waterpermeability pavements.