

УДК 625.768.5

Тхорук Є. І., к.т.н., доцент, Голотюк М. В., асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗМІЩЕННЯ ЗУБЦІВ НА УДАРНИЙ ПЛИТІ ЛЬОДОСКОЛЮВАЧА

Викладено експериментальні дослідження обґрунтування раціональної системи розміщення зубців. Визначено та експериментально обґрунтовано зміну енергоємності процесу руйнування льодового шару та дана оцінка якості очищення дорожнього покриття залежно від розміщення зубців на робочому органі.

Ключові слова: льодове покриття, тріщина, руйнування, розстановка зубців, технологічний модуль, система тріщин, розклинювання.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Існуючі технології видалення льодових утворень, які утворилися на поверхні дорожнього покриття, зокрема застосування солей, на території міст є недостатньо ефективними, оскільки викликають корозію металічних поверхонь, негативно впливають на дорожнє покриття, шини автомобілів, потрапляючи в ґрунт, на придорожню рослинність, забруднюють стічні води.

З цією метою доцільно застосовувати робочі органи, які забезпечували б очищення покриття без його пошкодження та без забруднення навколишнього середовища. До цього часу розробка їх конструкцій, в переважній більшості, була спрямована на зменшення тягового опору, і в меншій – на досягнення якісних показників роботи та очистки покриттів. За існуючими технологіями необхідна якість очищення покриттів досягається використанням комбінації декількох видів обробки, що призводить до додаткових енерговитрат [2, 5].

Аналіз досліджень та публікацій. Вплив на лід динамічним навантаженням з великою амплітудою, але малою частотою призводить до його миттєвого крихкого руйнування від дії хвиль напруження. Умова утворення і поширення хвиль напруження в середовищах при динамічних навантаженнях і їх вплив на руйнування матеріалу розглянуті в монографіях відомих вчених Н.А. Алексєєва, Д.Д. Баркана, Л.І. Барона, В.Л. Баладінського, С.С. Григоряна та багатьох інших. Дослідженню фізико-механічних властивостей льоду і закономірностей його руйнування присвячені роботи Г.Л. Карабана, А.Н. Зелєніна, В.Н. Де-

нісова, Л.С. Мнухіна, В.В. Богородського, В.В. Лаврова, К.Ф. Войтківського та інші. Дослідженнями встановлено, що утворений на дорожньому покритті вулиць і тротуарів лід має явно виражене хаотичне структурування, а величина сил його змерзання з дорожнім покриттям залежить від ряду факторів, в першу чергу, від стану поверхні покриття [1, 2, 6].

У зв'язку з цим актуальною задачею на даний час, є розробка високоефективних робочих органів для видалення льоду, які б дозволили, на основі врахування різних умов утворення покращити показники якості очищення покриття без його пошкодження.

Викладення матеріалу та результати. Ефективність роботи льодосколювача суттєво залежить від розстановки зубців в технологічному модулі, яка утворює ту чи іншу систему тріщин руйнування на льодовій поверхні. Тому, вибираючи раціональну розстановку зубців на робочому органі, можна знизити енергоємність процесу руйнування, збільшити площу руйнування і зменшити розміри фракцій сколеного льоду, забезпечити необхідну якість очищення дорожнього покриття.

Отже, для забезпечення якісної роботи робочого обладнання необхідно створити в льодовому масиві такий напружений стан, щоб відбувалося поширення тріщин руйнування до поверхні дорожнього покриття [3].

При цьому відстань між сусідніми зубцями (рис. 1) повинна бути такою, щоб відбувалося взаємне перекриття поля їх напружених станів, що дасть можливість забезпечити повне руйнування шару льодових утворень на покритті.

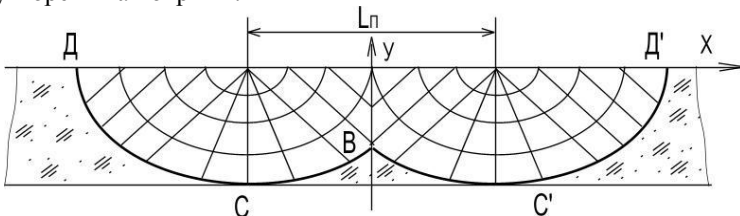


Рис. 1. Схеми перекриття зон напруженого стану

В якості об'єкта досліджень використовувався гідроімпульсний робочий орган, ударна плита якого обладнана зубцями з відповідними геометричними параметрами, та щітка для зачистки залишків льодових утворень.

Робочі зубці розміщені в два паралельні ряди, в шаховому порядку, із взаємним перекриттям зони руйнування (рис. 1), перпендикулярно

до напрямку переміщення льодосколювача з єдиним фронтом розвитку тріщин.

Об'єм утворень складав $0,01 \dots 0,10 \text{ м}^3$ на один м^2 покриття. Температура навколишнього середовища складала $-2 \dots -25 \text{ }^\circ\text{C}$, густина льодових утворень $0,7 \dots 0,95 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, наявність різних включень $2 \dots 7\%$.

Слід відзначити, що при впровадженні робочого органу в робоче середовище з відкритими бічними стінками, зруйнована зона збільшується за рахунок появи тріщини, що виходять на бічну поверхню. В цьому випадку, визначальним чинником процесу служить оптимальне значення плеча сколювання, величину якого можна отримати з умови мінімуму енергії необхідної для утворення тріщин сколювання.

Отже, якщо перед подальшим ударом інструмент розташувати поблизу раніше створеної лунки сколювання, то остання гратиме роль додаткової вільної поверхні, хоча і обмеженого розміру, проте відбій вже відбувається спільно.

Метою експерименту є перевірка аналітичних залежностей і отриманих даних для обґрунтування параметрів кроку сколювання та розміщення зубців, для руйнування шару льоду. Досліди проводились на лабораторній установці приведеній на рисунку 2 та 3.

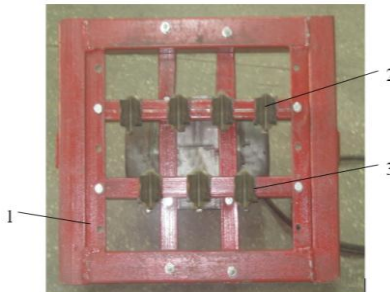


Рис. 2. Лабораторна установка для дослідження розміщення зубців на ударній плиті: 1 – рама робочого органу; 2 – зубці першого ряду; 3 – зубці другого ряду

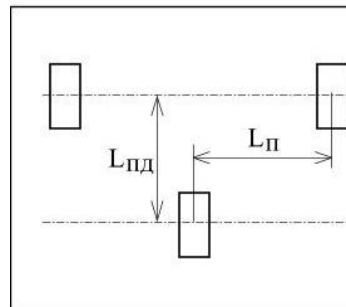


Рис. 3. Схема розміщення зубців у два паралельні ряди в шаховому порядку

Провівши експериментальні дослідження на лабораторному стенді, при цьому переслідуючи мету – виявлення характеру впливу порядку розміщення зубців на характеристики процесу: роботи A , енергоємності q_A процесу руйнування і показника якості очищення покриття – були отримані дані, на підставі яких побудовані графічні залежності, аналіз яких дозволив визначити основні закономірності взаємодії зубців з середовищем, що руйнується.

При проведенні експерименту для створення якісної картини велоя фотографування, що дозволило створити фотограму, представлену на рисунку 4.

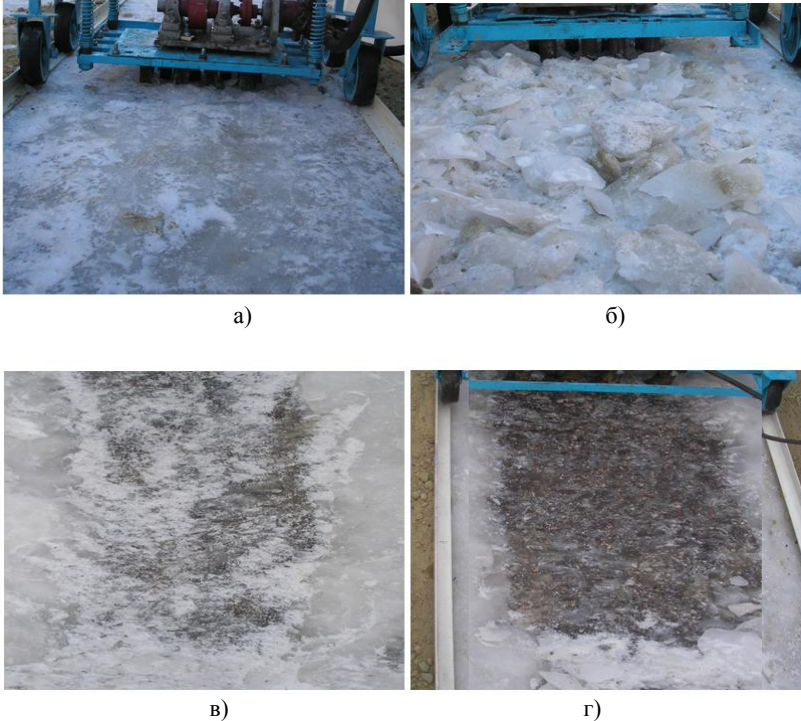


Рис. 4. Фотограма процесу руйнування льоду

В результаті експериментальних досліджень були отримані залежності для розміщення зубців на робочому органі, при видаленні льодових утворень з поверхні покриття, при куті загострення зуба $2\alpha=27^\circ$.

Залежність показників енергоємності процесу та якості очищення покриття від відстані між сусідніми зубцями при різній товщині шару льоду H приведено на рисунках 5-10.

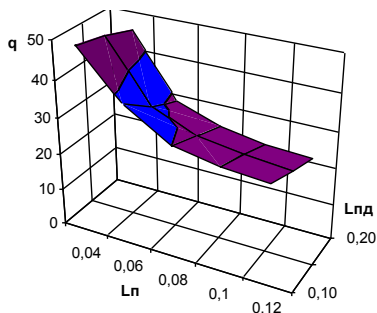


Рис. 5. Залежність питомої енергії руйнування від відстані між сусідніми зубцями, при $H=0,06$ м

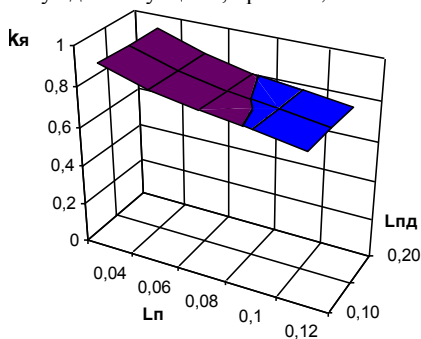


Рис. 6. Залежність якості очищення покриття від відстані між сусідніми зубцями, при $H=0,06$ м

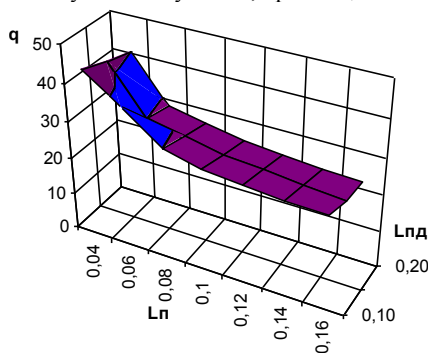


Рис. 7. Залежність питомої енергії руйнування від відстані між сусідніми зубцями, при $H=0,08$ м

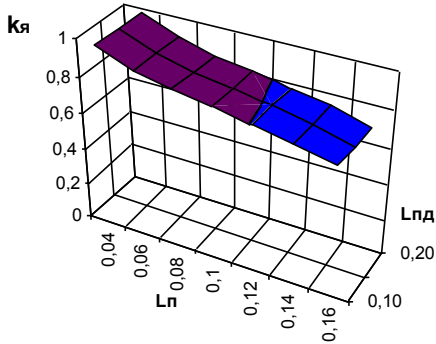


Рис. 8. Залежність якості очищення покриття від відстані між сусідніми зубцями, при $H=0,08$ м

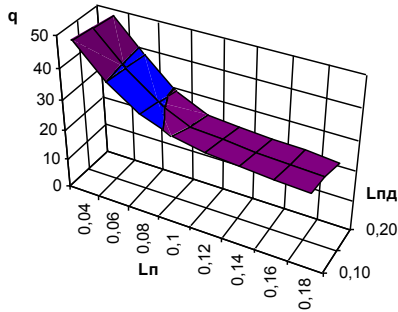


Рис. 9. Залежність питомої енергії руйнування від відстані між сусідніми зубцями, при $H=0,10$ м

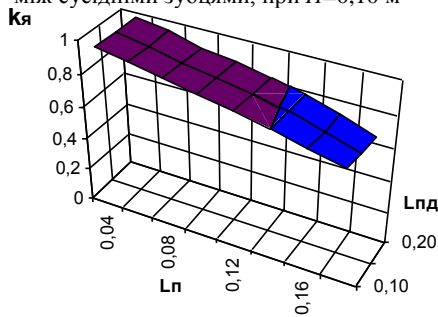


Рис. 10. Залежність якості очищення покриття від відстані між сусідніми зубцями, при $H=0,10$ м

Висновки. Аналізуючи отримані результати (рис. 5-10) маємо, що енергомісткість процесу зменшується пропорційно зростанню відстані

між зубцями і якість очищення покриття також зменшується зі збільшенням відстані між сусідніми зубцями. Виконані експериментальні дослідження дають можливість підібрати раціональні параметри розміщення зубців на робочому органі для видалення льодових утворень, які будуть задовольняти мінімальну енергоємність при заданому показнику якості очищення покриття.

1. Баладинский В. Л. Динамическое разрушение грунтов / В. Л. Баладинский. – К. : 1971. – 226 с. 2. Баловнев В. И. Дорожно-строительные машины с рабочим органом интенсифицирующего действия / В. И. Баловнев. – М. : Машиностроение, 1981. – 223 с. 3. Мухелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н. И. Мухелишвили. – М. : Наука, 1966. – 707 с. 4. Панасюк В. В. Механика разрушения и прочность материалов: справ. пособие: в 4-х т. / под общей редакцией Панасюка В. В. – Киев : Наук. думка, 1988. – 620 с. 5. Седов Л. И. Механика сплошной среды: наука / Л. И. Седов. – 1973. – Т. 2. – 584 с. 6. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения / Г. П. Черепанов. – М. : Наука, 1974. – 640 с

Рецензент: д.т.н., професор Кованько В. В. (НУВГП)

Tkhoruk Y. I., Candidate of Engineering, Associate Professor,
Holotiuk M. V., Assistant (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

EXPERIMENTAL RESEARCH OF TEETH PLACING ON WORKING ORGAN FOR ICE DESTRUCTION

Experimental researches of ground of the rational system of placing of indents are expounded. The change of energy consumption of the process of destruction of the ice layer is experimentally determined and justified and the evaluation of the quality of the road surface cleaning depending on the placement of teeth on the working body is given.

Keywords: ice coverage, crack, destruction, placing of indents, technological module, system of cracks, bowing.

Тхорук Е. І., к.т.н., доцент, Голотюк Н. В., асистент
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗУБЦОВ НА УДАРНОЙ ПЛИТЕ ЛЕДОСКАЛЫВАТЕЛЯ

Изложены экспериментальные исследования обоснования рациональной системы размещения зубцов. Определено и экспериментально обоснованно изменение энергоемкости процесса разрушения ледового слоя и дана оценка качества очистки дорожного покрытия в зависимости от размещения зубцов на рабочем органе. Ключевые слова: ледовое покрытие, трещина, разрушение, расстановка зубцов, технологический модуль, система трещин, расклинивания.