

**М.Ф. Друківаний, д.т.н., проф.; В.І. Риндюк, к.ф-м.н., доц.;**

**В.В. Риндюк, інж.; В.М. Штельмах, магістр**

### **ПРО НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ПЕРЕДМІСТКОВОЇ СПОРУДИ**

В Україні експлуатується біля 28 тисяч залізничних та автомобільних мостів. В зв'язку з тим, що транспорт переводять на швидкісний рух, на дорогах збільшується вантажопідйомність машин, в останні роки загострюється проблема експлуатації мостів. На сьогоднішній день більше 15% залізничних мостів знаходяться в незадовільному стані і близько 2% потребують заміни. Серед автомобільних мостів загального користування, що належать до Укравтодору, не відповідають правилам експлуатації 46%, а серед комунальних, що розташовані у містах, – 76%.

Наші обстеження автомобільних мостів показують, що руйнуються перші прольоти мостів в районі передмісткових споруд.

Обстеження автомобільних мостів показує, що перед містком утворюються „передмісткові ями”, тобто відбувається прогресуюче в часі нагромадження залишкових деформацій у баластовому шарі і земляному полотні. Обумовлено це явище такими обставинами. Шлях на мостах з безбаластним мостовим полотном є досить стабільним. У той же час на підходах проходить нагромадження осадок ущільненого баласту під дорожнім покриттям, окрім того відбувається з часом розширення передмісткового насипу. За рік величина осадки може скласти 5-10 мм в залежності від вантажонапруженості лінії та висоти передмісткового насипу. Верхній шар насипу товщиною до 2-3 метрів також може давати осадки під вібродинамічним впливом транспорту. Цьому сприяють: забруднення баласту, підвищене зволоження основної площадки і більш високі вібрації земляного полотна в зоні устою. Орієнтовно верхній шар насипу може давати залишкові деформації кілька міліметрів за рік у залежності від вантажонапруженості сполучення. В окремих випадках залишкові деформації можуть утворюватися за рахунок осадки слабких, періодично підтоплюючих основ. В міру нагромадження залишкових деформацій в баласті і насипі збільшується динамічний вплив транспорту на дорожнє покриття і основну площадку, що, у свою чергу, обумовлює збільшення інтенсивності нагромадження залишкових деформацій. Наслідком цих деформацій є передмісткові ями, що сприяють підвищенню динамічної дії транспорту на конструкцію мостів та руйнуванню несучих елементів.

Отже важливу роль у будівництві мостів відіграє передмісткова споруда. В залежності від її профілю та будівельного матеріалу з часом змінюється профіль виступу при в'їзді на міст. При в'їзді на міст автомобіль спочатку отримує удар, який приходиться на передні колеса, а потім на задні. Враховуючи, що колеса не абсолютно тверді, маємо те, що удар на колеса приходиться менший ніж на плиту мостового полотна.

Розглянемо величину ударного імпульсу на міст в залежності від кута  $\alpha$  та виступу  $h$ . Для простоти розрахунку розглянемо рух одного колеса на міст, усереднюючи його масу з масою всього автомобіля. При цьому будемо вважати, що автомобіль знаходиться на невидимій платформі, яка рухається з його швидкістю  $V$  по передмістковій споруді до зіткнення з виступом мосту, тобто обертальним рухом колеса до удару будемо нехтувати. Передмісткову споруду будемо зображати у вигляді похилої під кутом  $\alpha$  до горизонту (рис.1).

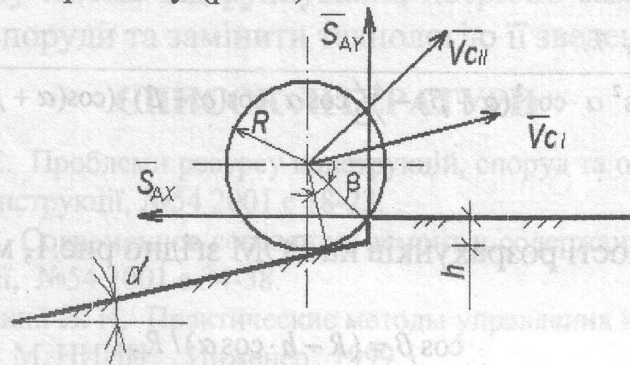


Рис. 1. Схема розподілення сил в момент виникнення удару

При миттєвій зупинці платформи поступальний рух колеса (циліндра) змінюється на обертальний навколо виступу ребра А, тобто циліндр отримує удар. Оскільки ударний імпульс  $S_A$  перетинає миттєву вісь А (положення колеса на початку і в кінці удару по ребру А співпадають), то сума моментів ударних імпульсів, прикладених до колеса, відносно осі А дорівнює нулеві.

Отже маємо рівність кінетичних моментів циліндра відносно осі А на початку і в кінці удару:

$$m \times V_{C1} \times \cos \alpha \times R \times \cos(\alpha + \beta) = \frac{3}{2} \times m \times R^2 \times \omega_{II}, \quad (1)$$

звідки кутова швидкість циліндра в кінці удару дорівнює

$$\omega_{II} = \frac{2 \cdot V \cdot \cos(\alpha + \beta)}{3 \cdot R}, \quad (2)$$

де  $V_{c1}=V$  – швидкість центра колеса платформи до удару.

Знайдемо ударний імпульс, який отримує колесо зі сторони виступу. Згідно основного рівняння теорії удару в проекціях на осі X і Y (рис.1) маємо:

$$\begin{aligned} -mV_{c11} \cos(\alpha + \beta) + mV_{c1} \cos \alpha &= S_{AX}, \\ mV_{c11} \sin(\alpha + \beta) &= mV_{c1} \sin \alpha = S_{AY}, \end{aligned} \quad (3)$$

де  $V_{c11} = \omega_{II} \cdot R = 2V/3 \cdot \cos \alpha \cdot \cos(\alpha + \beta)$  – швидкість колеса після удару,

$$\text{де} \quad \beta = \arccos \frac{R - h \cdot \cos \alpha}{R},$$

звідки

$$\begin{aligned} S_A + \sqrt{S_{AX}^2 + S_{AY}^2} &= \\ &= mV \sqrt{1 + \frac{4}{9} \cos^2 \alpha \cdot \cos^2(\alpha + \beta) - \frac{4}{3} \cos \alpha \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot (\cos(\alpha + \beta) + \sin(\alpha + \beta) \cdot \sin \alpha)} \end{aligned} \quad (4)$$

Для зручності розрахунків на ЕОМ згідно рис.1, маємо:

$$\cos \beta = (R - h \cdot \cos \alpha) / R,$$

$$\sin \beta = \sqrt{2 \times R \times h \times \cos \alpha - h^2 \times \cos^2 \alpha} / R. \quad (5)$$

$$\text{Тоді,} \quad \cos(\alpha + \beta) = ((R - h \cos \alpha) / R) \cos \alpha - \sin \alpha \sqrt{(2Rh \cos \alpha - h^2 \cos^2 \alpha) / R},$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sqrt{1 - \cos^2(\alpha + \beta)}. \quad (6)$$

Отже в результаті отримаємо ударний імпульс для одного колеса.

Тоді для двох передніх коліс ударний імпульс буде вдвічі більший. Для розрахунків масу колеса будемо враховувати як розподілену масу рухомого транспорту на всі колеса.

Розрахунки ударного імпульсу  $S_A$  можна отримати при різних значеннях  $\alpha$  і  $h$ . Так, наприклад, розглянемо рух транспортного засобу зі швидкістю 72 км/год. Нехай радіус колеса  $R=0,5$ м, кут нахилу передньої споруди  $\alpha=30^\circ$ , маса колеса з врахуванням маси рухомого транспо-

рту  $m=500\text{кг}$ . Отримаємо удар колеса на місток  $S_A=5787\text{ Н}\cdot\text{с}$ . Якщо на місток виїжджає вантажний автомобіль зі швидкістю  $120\text{ км/год}$ ,  $R=0,5\text{ м}$ ,  $h=0,03\text{ м}$ ,  $\alpha=30^\circ$ ,  $m=1000\text{ кг}$ , то удар колеса на міст буде  $S_A=19333\text{ Н}\cdot\text{с}$ .

Зауважимо, що згідно формул (4)-(6) ударний імпульс зменшується при заокругленні ребра А.

### ВИСНОВКИ

1. Дослідження показують, що мости руйнуються від великої динамічної дії транспорту по містку, внаслідок створення „передмісткової ями”.
2. „Передмісткові ями” створюються внаслідок низької якості передмісткової споруди та її деформації.
3. Утворення перед містком „передмісткової ями” призводить до збільшення динамічної дії транспорту на конструкції мосту в 5-10 разів.
4. Для захисту мостів від руйнування потрібно замінити конструкції передмісткової споруди та замінити технологію її зведення.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Патон Б. Е. Проблеми ресурсу конструкцій, споруд та обладнання в Україні. Київ, Будівельні конструкції, №54 2001 с 18-23.
2. Фукс Г. Б. Современное состояние, ремонт и содержание мостов. Київ, Будівельні конструкції, №54 2001 с 34-38.
3. Носилевський Л. И. Практические методы управления надежностью железобетонных мостов. М. НИИЦ „Инженер” 1999
4. Климуш М. Д. Проблема ремонту і реконструкції мостів на дорогах загального користування України К. „Будівельні конструкції” с. 39-43.

Рекомендовано кафедрою містобудування та архітектури

Надійшла до редакції 01.10.03 р.

Рекомендована до опублікування 01.02.04 р.

**Друкований Михайло Федорович** – професор,

**Риндюк Володимир Іванович** – доцент,

**Риндюк Володимир Володимирович** – інженер,

**Штельмах Володимир Миколайович** – магістр.

Вінницький національний технічний університет.