

Для забезпечення міцності вібропресованого бетону необхідно контролювати кількість затисненого повітря, кожен відсоток якого викликає зниження міцності на 7–8 %.

Забезпечення високих якісних показників вібропресованого бетону досягається під час використання спеціальних добавок-пластифікаторів на основі лігносульфонатів виробництва німецької фірми “Rethmeier”. За рахунок використання ефективних добавок Savemix 2000 та Remiplast, при досить низьких їх витратах (0,2–0,3 %), міцність при стиску підвищується на 24–28 %, при згині – 27–40 %, стиранисть – майже у 2 рази.

1. Батраков В.Г. Модифицирование бетоны. – М.: Стройиздат, 1990. – 400 с. 2. Блещик Н.П. Структурно-механические свойства и реология бетонной смеси и пресвакуумбетона. – Минск: Наука и техника, 1977. – 156 с. 3. Дворкін Л.Й., Житковський В.В. Бруківка з вібропресованого бетону на гранітному відсіві // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К., 2001. – Вип. 62. – С. 102–107. 4. Рамачандрян В.С., Фельдман Р.Ф., Колленадри М. и др. Добавки в бетон / Под. ред. В.С. Рамачандрана. – М.: Стройиздат, 1987. – 575 с. 5. Калмыкова Е.Е. Исследование некоторых свойств мелкозернистых бетонов // Мелкозернистые бетоны (материалы координационного совещания) / Под. ред. И.М. Красного. – М., 1972. – С. 33–37. 6. Оганесянц А.Г., Эшттейн Л.И., Заколотин В.А. Элементы мощения из цветного морозостойкого песчаного бетона // Бетон и железобетон. – 1980. – № 2. – С. 8–11.

УДК 624.012

І.І. Кархут, О.В. Крочак, Т.М. Шналь, С.Б. Максимович  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра будівельних конструкцій та мостів  
79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12

## ОБСТЕЖЕННЯ ТА СТАТИЧНІ ВИПРОБУВАННЯ МОСТУ ПО вул. ГАЛИЦЬКІЙ У м. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКУ

© Кархут І.І., Крочак О.В., Шналь Т.М., Максимович С.Б., 2007

**Наведені результати статичних випробувань та перевірних розрахунків вантажо-підймальності мосту та рекомендації з ремонту, які дали змогу збільшити інтенсивність руху транспорту.**

**The article deals with the results of static's trials and checking calculations of the bridge carrying capacity, the recommendations concerning bridge repairs, that gives the opportunity to increase the transport intensity.**

**Постановка проблеми.** Обстеження та випробування мосту виконані у 2006 році з метою встановлення технічного стану несучих конструкцій мосту та розроблення рекомендацій з ремонту. Під час проведення робіт використано матеріали обстеження, виконаного в інституті “Укркомун-ремдорпроект” у вересні 1989 року.

Залізобетонний міст через ріку Бистриця-Солотвинська по вул. Галицькій в м. Івано-Франківську побудований в 1971 році за проектом Київського філіалу інституту “Союздорпроект”. Будівництвом цього мосту була виконана реконструкція існуючого металевого мосту. Роботи з спорудження мосту виконувались в період з 1969 по 1971 рр силами МРБУ №1 і Доррембуд-управлінням № 31. Розрахункові тимчасові навантаження на міст Н-30, НК-80. Основні геометричні характеристики споруди такі:

- схема 24,9+33,02+24,9+4×16,76 (м)
- повна довжина 223 м

- габарит проїжджої частини Г14+2×3,0 (м)

Прийнята така нумерація:

- опор № 1–№ 10, рахувати з лівого берега на правий
- прогонових будов – за номерами опор
- балок прогонових будов Б1-Б12 рахувати з верхової сторони на низову.

Міст розташований на автомагістралі загальноміського значення і слугує для пропускання автомобільного і пішохідного руху через р.Бистриця-Солотвинська. Споруда розташована на прямолінійній ділянці дороги в плані і пологій вертикальній кривій з вершиною в середині мосту в профілі. Лівобережний підхід до мосту (зі сторони м. Львова) розташований на плавній кривій в плані, правобережний підхід влаштований у вигляді розв'язки доріг до центру м. Івано-Франківська і на автодорогу вздовж ріки, яка під мостом розташована в прольоті 8–9.

Покриття проїжджої частини на мосту і підходах асфальтобетонне в незадовільному стані. На мості проїжджа частина відділена від тротуарів підвищеним бар'єрним огородженням. Рух автотранспорту (зокрема тролейбусів) по мосту інтенсивний, на підходах влаштовані дорожні знаки, що обмежують швидкість руху до 40 км/год. Рух пішоходів по мосту проходить по тротуарах, що мають продовження на підходах. Біля опор № 1 і № 7 влаштовані сходи з тротуарів на пішохідні доріжки по берегових дамбах, загалом умови пропуску руху по мосту задовільні. Габарит наближення конструкцій в прольоті 8–9 відповідає вимогам нормативних документів. Він був збільшений на виконання рекомендацій обстежень 1989 року.

Ріка Бистриця-Солотвинська – одна із рік Дністровського басейну, яка бере початок у Східних Карпатах. Русло і характер її течії в районі мосту характерні для напівгірських рік в їх нижній течії. Повені на ріці проходять як від сніготанення, так і від дощових вод. Найінтенсивніші повені відбуваються від дощів. Швидкість течії при повенях досягає 3 м/с, при швидкості в межень до 1 м/с. Рівень води при цьому підвищується на 3 метри. В межень русло ріки розташовано в прольоті 3–4, глибина води близько 0,5м. Для пропускання повеневих вод отвір моста від опори № 1 до опори №6 обмежений дамбами, відкоси яких укріплені гнучкими залізобетонними тюфяками. Дно ріки складається із крупного і середнього галечника. Недопустимі розливи біля опор відсутні, загалом умови пропуску води під мостом задовільні. При обстеженні виявлено підмив ростверка опори № 4, який треба ліквідувати при проведенні ремонтних робіт.

Проміжні опори руслової частини моста виконані із монолітного залізобетону, в вигляді Т-подібних рам (опори № 2, 3, 4, 5), на консольні звиси ригелів яких обпираються підвісні балочні прогонові будови. Стійки рам жорстко закріплені в високий пальовий ростверк фундаментної частини опори, основою якого є пальовий масив із буронабивних паль.

Стояни і проміжні опори естакадної частини мосту стійкові на фундаментах мілкового закладання на природній основі. Як рамні, так і стійкові опори виконані із монолітного залізобетону. Ригелі рамних опор виконані у вигляді ребристих плит, на консолях яких влаштовані підферменні площадки для обпирання підвісних прогонових будов. Опорні частини на всіх опорах однотипні – металеві тангенційні.

Обстеженням не виявлені дефекти опор, що понижують їх вантажопідіймальність. Тріщини силового характеру, недопустимі крени і просідання відсутні. Окремі зафіксовані дефекти впливають на довговічність будови і пов'язані з корозією бетону ригелів опор через попадання води крізь деформаційні шви. Всі дефекти з рекомендаціями з усунення занесені в відомість дефектів.

Ще при обстеженні в 1978 році був зафіксований незадовільний стан опорного вузла на опорі № 3 (правобережна консоль), де прогонова будова знаходиться нижче проектного положення і утворила сходинокку з плитою ригеля опори.

Причиною була відсутність опорних частин. Як встановлено, опорні частини є, але нижні ребра плити глибоко втоплені в бетон підферменників (такий самий стан і на лівобережній консолі цієї опори, але сходинокки на плиті немає). Очевидно, що сходинокка утворилась через просідання опалубки під час бетонування цієї прогонової будови (проліт 3–4). Сколювання ребра балки в її

нижній частині виникло через помилкове армування – залишений незаармований нижній кут ребра. Інші балки сколювання не мають. Сходинка по плиті проїзду спричиняє руйнування деформаційного шва, про що свідчать забруднені підферменники під проїжджою частиною.

Враховуючи, що дефект викликаний помилками будівництва і за час експлуатації опорні вузли балок і підферменників не отримали нових дефектів, експлуатація конструкції в такому її стані можлива.

Прогонові будови балочні довжиною 16,7 м виконані із монолітного залізобетону. У поперечному перерізі складаються із дванадцяти балок з каркасною арматурою, об'єднаних між собою плитою проїжджої частини. Геометричні розміри балок і їх армування відповідають типовому проекту СДП випуск 56-доповнення. Розрахункові навантаження Н-30 і НК-80. Прогонові будови, що обпираються на консолі рамних опор, мають ступінчасте зменшення висоти ребра в приопорній зоні, товщина ребра тут збільшена. Стан прогонових будов задовільний. Дефектів, що понижують розрахункову вантажопідймальність, на них не зафіксовано. Спостерігаються лише дефекти, пов'язані з замочуванням торців балок на опорах і просочуванням води, що проникає під тротуари.

Покриття проїжджої частини мосту асфальтобетонне, влаштоване із багатьох шарів асфальтобетону, що вкладалися як ремонтні в період експлуатації мосту. Загальна товщина дорожнього одягу на проїжджій частині моста перевищує проектну і коливається від 18 до 21 см. Після обстеження 1990 року було зменшено товщину асфальтобетонного покриття на 40–50 %, тому було проведено перерахунок на фактичне постійне навантаження. Додаткова постійна вага асфальтобетону не знижує частку корисної вантажопідймальності прогонових будов.

Перерахунок показує, що з врахуванням незначного перевантаження можливий пропуск тимчасового навантаження, еквівалентного Н30 і НК-80. Для прогонової будови 8–9, дефекти крайніх балок якої усунуті при проведенні ремонтних робіт вважаємо можливим також не обмежувати вантажопідймальність, яка становить Н-30 і НК-80.

Від тротуарів проїжджа частина на мосту відділена підвищеним бетонним бар'єрним огороженням. Тротуари на мосту влаштовані з використанням типових залізобетонних тротуарних блоків коробчатого перерізу. Покриття на тротуарах – шар асфальтобетону товщиною 4 см.

В середині блоків проходять кабельні комунікації, для обслуговування яких біля опор є залізобетонні плити, що знімаються, або просто отвори, закриті металевими листами. Деякі з них покладені будь-як, вода попадає всередину тротуарних блоків і далі на балки і опори. Також будь-як закриті отвори під опори освітлення. Все це дефекти поточного утримання мосту.

Покриття проїжджої частини на мосту має напливи вздовж бордюрів, окремі вибоїни, тріщини над деформаційними швами прогонових будов. Деформаційні шви були перекриті петлевими компенсаторами із оцинкованої сталі.

У 1978 році за рекомендацією КАДІ було реконструйовано три деформаційних шви (експериментально). Компенсатор був замінений Т-подібною вставкою в зазор, по якій вкладено смугою вздовж шва асфальтобетонне покриття на гравійній основі. Після спостереження за цими швами рекомендовано реконструювати всі шви так.

Роботи були розпочаті, але не закінчені, частина швів залишилась перекритою петлевими компенсаторами. Сьогодні стан швів обох типів майже однаковий. Над всіма швами в покритті тріщини, всі вони протікають, на опори попадає бруд (а для гравійних швів і гравій). Причому над опорою № 1 був залишений петлевий компенсатор, який і нині знаходиться в задовільному стані. Загалом мостове полотно потребує капітального ремонту: заміни асфальтобетонного покриття, ремонту деформаційних швів, посилення стійок бар'єрного огороження.

Під час обстеження виявлено розмив високого пальового ростверку опори № 4 через відсутність догляду за станом русла та несвоєчасним прибиранням залишків корчоходу.

Інструментальне обстеження проведене з метою уточнення технічного стану мосту, обмірювань дефектів, визначення фізико-механічних характеристик матеріалів. Визначення міцності бетону проводилось неруйнівним методом.

Міцність бетону конструкцій така:

- ростверк – В12,5
- опора – В15
- ригель – В12,5
- балка – В12,5

Ці величини відповідають проектним, тому понижуючих коефіцієнтів на міцність матеріалам при перевіркових розрахунках не вводимо.

За допомогою електронного вологоміра визначено вологість поверхневих шарів бетону на глибину до 40мм. Вологість бетону коливається від 12 до 40 %, тобто відповідає кліматичним умовам району експлуатації споруди.

Ширина розкриття тріщин визначалась за допомогою мікроскопа МПБ-2. Встановлено, що в балках прогонової будови похилі тріщини відсутні, а ширина розкриття нормальних тріщин не перевищує 0,15–0,2 мм. Довжина тріщин коливається від 0,1 до 0,4 висоти балок прогонових будов. За цим показником балки відповідають вимогам нормативних документів.

**Висновки за результатами обстеження.** Проведене візуальне та інструментальне обстеження, вивчення матеріалів попереднього обстеження дають змогу зробити такі висновки:

1. Всі конструкції мосту мають дефекти. Дефекти несучих конструкцій знаходяться в межах допустимих значень. Недопустимі дефекти виявлені в конструкціях тротуарних блоків, проїжджої частини, ригелях та шафових стінках берегових опор та консольних ділянках мосту. Ці дефекти наведені в додатку Б. Та потребують ліквідації.

2. Проведені ремонтні роботи на мосту покращили технічний стан окремих конструкцій мосту, а саме:

- посилення балок та збільшення габариту наблизень до нормативних вимог покращило технічний стан прогонової будови прольоту № 8.
- зняття 10–12 см асфальтобетонного покриття покращило технічний стан прогонової будови мосту загалом

3. Фізико-механічні характеристики бетону несучих конструкцій мосту за час експлуатації не погіршилися проти проектних. Вологість бетону конструкцій відповідає умовам експлуатації.

4. За рівнем розвитку дефектів технічний стан мосту загалом є незадовільним за класифікацією “Нормативних документів з питань обстежень та паспортизації будівель та споруд” (Київ, 1997 р.) і споруда потребує негайного проведення ремонтних робіт.

5. Для встановлення несучої здатності прогонових будов та опор мосту необхідно провести статичні випробування.

**Експериментальні дослідження.** Статичні випробування мосту проведені у зв'язку з обмеженням вантажопідймальності прогонових будов, встановленим за результатами попереднього обстеження.

Метою випробування була перевірка несучої здатності прогонових будов та встановлення параметрів деформативності. Проведене випробування з використанням вантажних автомобілів. Вага автомобілів з вантажем визначалась попереднім зважуванням з точністю до 100кг.

Всього міст випробувано за трьома схемами. Схеми включали одностороннє та осьове завантаження прогону двома колонами та випробування опори. Перед проведенням випробувань визначені граничнодопустимі згинаючі моменти та поперечні сили.

Розрахунок проведено з врахуванням обмежень, встановлених за результатами попереднього обстеження. Для пошкодженого прольоту встановлено допустиме навантаження 0,9 НК-80. Для розрахунку КПУ прийнята схема важеля у зв'язку з відсутністю поперечних діафрагм в прогонових будовах. На опорах та посередині прогону балок в прольоті №6, що випробовувався, були встановлені прогиноміри (балки № 3, 6, 7), тензometri Аістова (балки 1, 2, 4), тензometri Гугенбергера (балки 7, 8).

Проведено також розрахунок зусиль від випробувальних навантажень. Результати розрахунку показали, що всі зусилля від фактичних навантажень відповідають вимогам СНиП 3.06.07-86 “Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний”. Згинаючі моменти становили 89–95 % від граничних.

Прогини від випробувальних навантажень значно менші від допустимих та відповідають жорсткістним характеристикам балок. Крім того, розподіл деформацій в балках відповідає прийнятій моделі розрахунку КПУ.

Ширина розкриття нормальних тріщин не перевищувала 0,2–0,24 мм, що відповідає нормативним вимогам. Прогини балок підвісок прогону № 2 також значно менші за допустимі та відповідають показникам жорсткості поперечного перетину балок.

Деформації ригеля опори № 6 під час випробування вимірювались за допомогою теодоліта та рейки з точністю до 0,5 мм. Виміряні прогини ригеля не перевищують нормованих (див. рисунок).

**Висновки за результатами випробувань.** За результатами випробувань можна зробити такі висновки:

1) розрахункові зусилля від випробувальних навантажень відповідають вимогам СНиП 3.06.07-86;

2) прогини та ширина розкриття тріщин у бетоні балок відповідають вимогам нормативних документів;

3) враховуючи зменшення постійного навантаження на мосту, збільшення підмостового габариту наближено та результати статичних випробувань, можна зняти встановлені за результатами попереднього обстеження обмеження вантажопідймальності мосту.

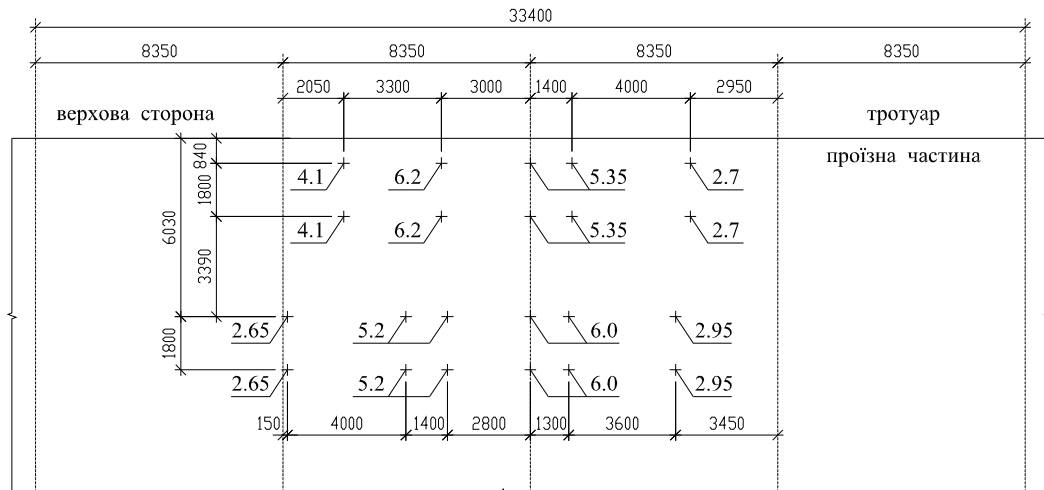
**Технічний стан мосту.** Проведений комплекс робіт, що включав вивчення матеріалів попередніх обстежень, візуальне та інструментальне обстеження, статичні випробування та розрахунки прогонових будов дозволяє однозначно оцінити технічний стан мосту.

За елементами мосту технічний стан такий:

- підмостове русло – незадовільний
- опори середні – задовільний
- опори берегові – незадовільний
- рами з консолями – задовільний
- балки та підвіски – задовільний
- опорні частини – задовільний
- деформаційні шви – незадовільний
- асфальтобетонне покриття – незадовільний
- тротуарні блоки – аварійний
- освітлення – задовільний
- плита (консольні ділянки) – незадовільний
- бар’єрне огороження та перила – незадовільний

Загалом несучі конструкції мосту знаходяться в незадовільному стані і потребують негайного проведення ремонтних робіт. Опорядження мосту знаходиться в аварійному стані та потребує ремонту та заміни.

ПЛАН М 1:200



РОЗРІЗ М 1:200

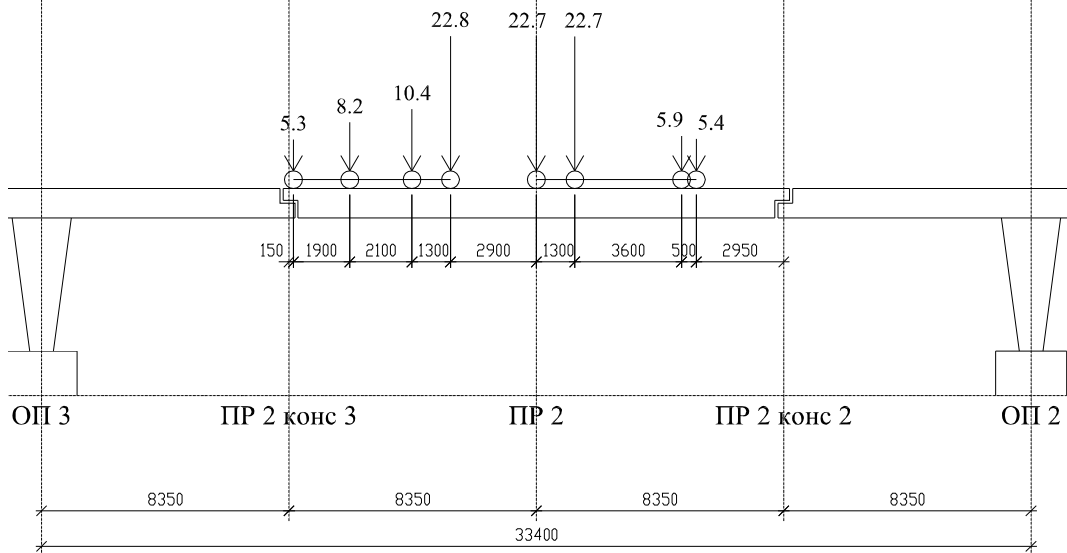


Схема випробовування прогонової будови прольоту підвіски моста

**Рекомендації з ремонту.** Для проведення конструкцій мосту до працеспроможного стану необхідно ліквідувати виявлені дефекти, а саме:

- розчистити підмостове русло та ліквідувати підмивання ростверка опори;
- відновити зруйнований захисний шар бетону на консольних ділянках плити прогонової будови та ригелі в шафовій стінці берегових опор;
- виконати антикорозійний захист металевих конструкцій мосту (опор освітлення, перильного огороження);
- замінити конструкції деформаційних швів;
- відновити проектний поздовжній профіль мосту;
- замінити гідроізоляційний шар на прогоновій будові та асфальтобетонне покриття;
- виконати захисне покриття всіх бетонних поверхонь конструкцій прогонових будов та опор мосту;
- виконати капітальний ремонт блоків бар'єрного огороження;
- повністю замінити тротуарні блоки на мосту.

1. ДБН В.2.3.6-2002 Мости і труби. Правила обстежень і випробувань. – К., 2002. 2. ДБН В.2.3-14:2006 Мости і труби. Правила проектування. – К., 2006.