

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективы создания модифицированного теплоизоляционного неорганического материала на основе алюмосиликатного сырья/ А. Н. Пшинько, А. В. Краснюк, В. Н. Гребенников, А. С. Щербак// Залізничний транспорт України.-2009.-№26. – С.127-129с.
2. Теплоизоляционные изделия на основе алюмино-силикатного сырья/А. Н. Пшинько, В. Н. Гребенников, С. В. Федоренко, А. В. Дудник, В. П. Лисняк//Залізничний транспорт України.-2005.-№2. – С.64-66.
3. Будівельне матеріалознавство:Підручник/ П. В. Кривенко, К. К. Пушкарьова, В. Б. Барановський та ін. –К.: ТОВ УВПК «ЕксОб»,2004-704с.

УДК 624.01

### ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВІДНОВЛЕНЬ ТА РЕМОНТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ ЗАЛІЗНИЧНИХ МОСТІВ

*професор, д.т.н. Пшинько О.М., професор, д.т.н. Радкевич А.В.,  
аспірант Сальнікова І.В.*

*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені  
академіка В.Лазаряна*

**Постановка проблеми.** Відновлення транспортних споруд є однією з головних проблем галузі. Моральний та фізичний знос об'єктів визначають необхідність проведення комплексних заходів відновлення. В сучасних умовах відсоток нового будівництва досить низький, тому обсяги ремонтних і відновлювальних робіт зростають. Рішення про правильний вибір матеріалу, методу відновлення, прогнозування вартості та тривалості є основними моментами для забезпечення надійного і якісного ремонту.

**Мега статті** є аналіз факторів впливу на рівень оцінки управління якістю при відновленні залізобетонних прогонових будов. Визначення основних напрямків створення баз даних, що дозволить науково підійти до питання оцінки транспортно-експлуатаційного стану та обґрунтування інвестицій, необхідних для відновлення залізобетонних прогонових будов залізничних мостів.

#### **Викладення основного матеріалу**

Надійність постійно змінюється в процесі експлуатації споруд і при цьому характеризує її стан. В загальному випадку надійність залізобетонних прогонових будов можна оцінити такими показниками як безвідмовність функціонування, довговічність, ремонтпридатність. За способом отримання числових значень розрізняють показники: розрахункові, експериментальні,

які визначаються за даними випробувань, експлуатаційні (отримані при експлуатації), екстрапольовані (знайдені на основі розрахунків, випробувань та експлуатаційних даних шляхом екстраполяції на іншу тривалість або інші умови експлуатації).

Для характеристики безвідмовності об'єктів, які ремонтуються та довговічності тих, які не ремонтуються використовують показник, який називається гама-відсотковим напрацюванням. Якщо  $\gamma$  – обумовлений відсоток об'єктів, то  $t_\gamma$  - гама-відсоткове напрацювання, протягом якого не відмовлять (або не досягнуть граничного стану)  $\gamma$  відсотків об'єктів даного типу. Виходить, що

$$P(t_\gamma) = \frac{\gamma}{100}.$$

Показниками довговічності залізобетонних прогонових будов є середні ресурси та строки служби. За допомогою їх також характеризують міжремонтні періоди. Середній ресурс (строк служби) визначається як математичне очікування ресурсу (строку служби) деякої оцінюваної сукупності об'єктів. Якщо вказується призначений ресурс, то він визначає міжремонтний період, тобто нормоване сумарне напрацювання, при досягненні якого повинне виконуватись одне з установлених видів ТО та ТР. Середні ресурси залежать від того, яке відновлення необхідне для їх часткового або повного відновлення. Наприклад, може бути середній ресурс до планового або капітального ремонту. Якщо при досягненні граничного стану об'єкт не підлягає відновленню, то вважають середній ресурс цього об'єкту основою до списання. Аналогічно розрізняють і середній строк служби (рис.1).

Одиничні показники ремонтпридатності – це ймовірність відновлення у зазначений термін та середня тривалість відновлення. У поняття «термін відновлення» включається час, який витрачається на виявлення відмови, пошук її причини та усунення пошкоджень. Ймовірність відновлення розглядають як ймовірність того, що фактичний час відновлення не перевищить заданий. Середній термін відновлення оцінюється математичним очікуванням терміну відновлення працездатності об'єкту. Гама-відсотковий строк збереження, оцінюється як строк, який досягається з заданою ймовірністю відсотків, і середній строк збереження, який є математичним очікуванням цього строку, представляють собою одиничні показники збереження. Показник коефіцієнту відмовлень  $K_g$  застосовується для класифікації груп відмов, причин, наслідків та інших ознак:

$$K_g = \frac{m_k}{m},$$

де  $m_k$  – число відмов з даними ознаками;

$m$  – загальне число відмов в аналізованій групі споруд.

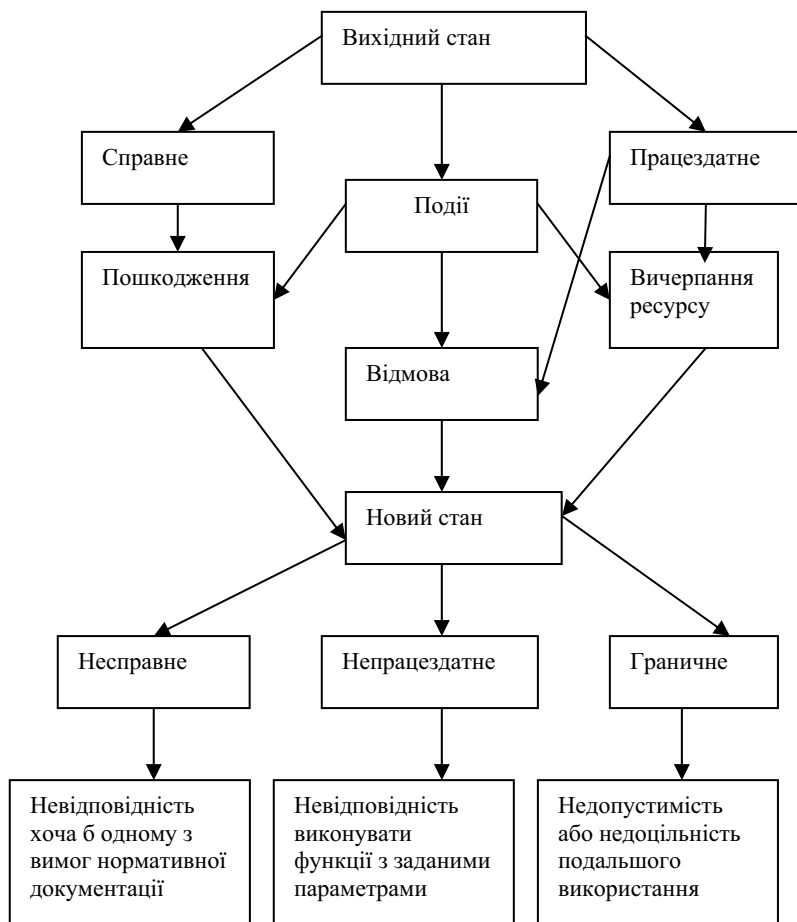


Рис. 1. Схема стану залізобетонних прогонових будов

Комплексні показники надійності об'єктів в більшості випадків характеризуються безвідмовністю та ремонтпридатністю одночасно та можуть бути виражені у відносному вигляді, в питомих та реальних трудових, матеріальних та фінансових витратах.

Коефіцієнт готовності  $K_r$  – важливий комплексний показник. Його величина залежить, крім інших факторів, від числа відмов та терміну відновлення. Він оцінюється як доля сумарного часу знаходження деякої сукупності об'єктів в працездатному стані по відношенні до суми цього

терміну та загального часу відновлення працездатності об'єктів після відмов, якщо вони сталися за аналізований період.

Коефіцієнт технічного використання  $K_{т.в.}$  – також комплексний показник. Він враховує не лише число відмов та термін відновлення, але й технічне забезпечення ремонтного процесу, якість технології обслуговування та ремонту, кваліфікацію ремонтного персоналу. Визначається цей показник як відношення сумарного терміну знаходження деякої сукупності залізобетонних прогонових будов в працездатному стані за аналізований період до суми цього терміну і сумарному терміну простоїв цієї сукупності у всіх видах технічного обслуговування, ремонту, а також терміну відновлення їх працездатності після відмов.

На залізниці головною є планово-попереджувальна система ремонту (ППР), за якою періодичність ремонтів та технічних обслуговувань визначається кількісними показниками об'ємів робіт або календарними строками експлуатації. ППР дозволяє довгий час підтримувати будови в експлуатаційному стані. Ремонтні роботи виконуються у відповідності з керівництвом по ремонту, інструкціям по засвідченню та ремонту особливо відповідальних ділянок.

Заходи по покращенню технічного стану залізобетонних прогонових будов, по впровадженню прогресивних технологічних процесів їх ремонту та експлуатації направлені на оптимальне використання пропускових та провідних властивостей мостів, на зниження витрат та підвищення виробництва праці персоналу. Оскільки залізничний транспорт – невід'ємна частина сфери матеріального виробництва, тому доцільно використовувати теоретичні основи управління якістю продукції на підприємствах залізничного транспорту.

Оцінка якості виконання ремонту виконується за формулою:

$$M = \frac{\sum n}{S} (1 - K_1 K_2 K_3),$$

де  $\sum n$  – сума бальних оцінок показників якості,

$S$  – число показників якості;

$K_1, K_2, K_3$  – коефіцієнти зниження бальної оцінки якості.

При впровадженні комплексної системи управління якістю продукції показником задачі відремонтованої залізобетонної прогонової будови є показник якості (ПЯ), який може бути визначений за формулою [1]:

$$ПЯ = A \cdot K_1 + B \cdot K_2 + C \cdot K_3 + D \cdot K_4,$$

де  $A$  – кількість критичних дефектів;

$B$  – число основних дефектів;

$C$  – кількість існуючих дефектів;

$D$  – кількість неіснуючих дефектів;

$K_1, K_2, K_3, K_4$  – коефіцієнти зниження бальної оцінки якості.

Об'єктами управління якістю є: об'єм перевізної роботи, графік руху поїздів, безпека руху поїздів, охорона праці, продуктивність праці, собівартість, прибуток та рентабельність, режим праці та відпочинку бригад,

експлуатаційна надійність прогонових будов, керівництво по ремонту та технологія відновлювальних робіт, міжремонтні строки, нормування трудових витрат, витрати матеріалів, кваліфікація експлуатаційно-ремонтного персоналу.

Для формування основних технічних рішень в рамках підготовки проектів відновлювальних робіт необхідні дані про стан споруд, які експлуатуються (рис. 2).

Матеріали обстежень споруд включають дані натурних та експериментально-теоретичних досліджень вантажопідйомності, несучої спроможності та довговічності. Такі матеріали знаходяться у звітах по обстеженню споруд, які виконуються спеціалізованими організаціями. Характеристика прольотних будов включає в себе наступні дані: статистична схема і тип головної несучої конструкції, рівень проїзду, матеріал головної несучої конструкції, поздовжня схема прольотних будов, рік виготовлення, номер типового проекту, тип опорних частин, спосіб поперечного об'єднання балок, поперечна схема прольотних будов, товщина та матеріал плити проїзної частини, число головних балок, висота головних балок, товщина ребра головних балок, число діафрагм та їх матеріал.



Рис. 2. Вихідні дані про стан споруд

База даних повинна поповнюватися перш за все результатами систематичних обстежень та діагностики споруд. Керівними документами при цьому виступають діючі інструкції по діагностиці та норми на обстеження. Розрахункові блоки бази даних повинні давати характеристики вантажопідйомності споруд. Крім того, база даних, яка містить матеріали про технічний стан всіх елементів конструкції дозволяє отримувати параметри транспортно-експлуатаційного стану, такі як: допустимі швидкості руху

транспорту по споруді, допустимі реальні навантаження руху, ступінь пошкодження елементів.

Виходячи на кількісні оцінки транспортно-експлуатаційного стану споруд, стає можливим визначити в рамках вихідних параметрів бази даних знос елементів конструкцій як наближених до попередньої оцінки можливих інвестицій, так і їх залишковий ресурс для більш якісного визначення об'єму інвестицій в об'єкт.

Перераховані вище вихідні параметри бази даних дозволяють науково підійти до питання обґрунтування інвестицій по групі об'єктів, наприклад на ділянках залізничних доріг, які обслуговуються будь-якою експлуатаційною структурою галузі. Обґрунтування інвестицій в свою чергу дозволяє скласти пріоритетні списки споруд для послідуочого фінансування відновлювальних робіт по ним. При цьому повинні бути визначені критерії, за якими здійснюється відбір споруд. В технічному завданні на виконання робіт повинні бути указані вимоги по здійсненню наступних параметрів: товщина захисного шару бетону та положення арматури в конструкції, степінь корозії арматури, міцність елементів бетонних та залізобетонних конструкцій, наявність хлористих з'єднань та степінь карбонізації бетону несучих конструкцій (рис. 3).

Відбір залізобетонних прогонових будов для відновлювальних робіт представляє собою процес формування ранжируваного по основним критеріям списку будов. Інструментом відбору споруд є методика техніко-економічного обґрунтування інвестицій відновлювальних робіт. Методика дозволяє визначити загальні витрати на відновлювальні роботи окремих споруд із загального списку. Виходячи з обсягу ресурсів, які виділяються на такі роботи, можна представити список споруд для проведення відновлювальних робіт. Запропонована методика проекту ремонту мостів (ПРМ), в якій введений «показник рентабельності», який представляє собою відношення чистого приведеного доходу до приведених інвестиційних витрат. Показник NPV/COST включає в себе загальноприйняті у світовій практиці критерії відбору споруд для інвестування робіт по ним. Крім цього показника до основних відносяться і два інших – «чистий приведений дохід NPV», який показує відносний ефект інвестування. Він визначається за формулою:

$$NPV = \sum (D_t - J_t) / (1 + T),$$

де  $D_t$  - дохід, який отриманий в результаті проведених відновлювальних робіт в  $t$ -й рік ремонтних робіт,

$J_t$  – витрати на відновлювальні роботи в  $t$ -й рік порівняння варіантів,

$T$  – строк порівняння варіантів.

Це також внутрішня норма доходності, яка характеризує ставку дисконту, при якій розмір накопиченого доходу за період порівняння варіантів стає рівним розміру інвестицій. Показник внутрішньої норми доходності IRR визначається з рівності:

$$\sum (D_t - J_t) / (1 + IRR) = 0.$$



Рис. 3. Принципова структура бази даних

Цей показник має безрозмірну величину або виражається у %.

На основі багатоваріантного розгляду вирішення задач обирають найбільш оптимальний варіант стратегії відновлення залізобетонних прогонових будов та визначають вартість цих робіт. Методика дозволяє вирішити наступні задачі: формування можливої стратегії відновлювальних робіт, визначити вартість робіт по кожній стратегії, виконувати оцінку транспортно-експлуатаційного стану мостових споруд з урахуванням їх фізичного та функціонального зносу, ранжувати споруди по критерію «показник рентабельності», обирати оптимальний спосіб відновлювальних робіт, перевіряти стійкість отриманих результатів до змін основних умов функціонування споруд.

Методика допускає у випадку неповноти інформації про споруди класифікувати їх по рівню транспортно-експлуатаційного стану в залежності від строку служби споруди, рівня фізичного зносу та показників пропускної спроможності.

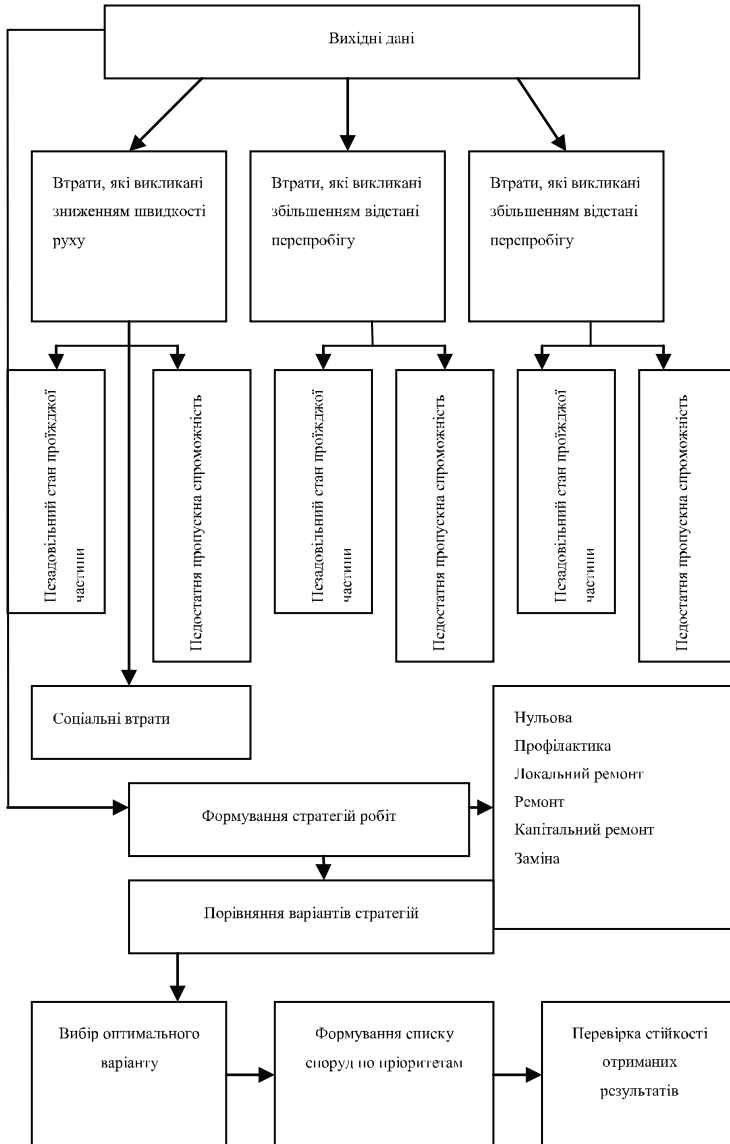


Рис. 4. Структура методики техніко-економічного обґрунтування інвестицій

При виконанні підрядником робіт може виникнути необхідність в корегуванні об'ємів робіт та внесенні змін в інженерні рішення. Такі зміни



оформлюються спеціальним документом, який в міжнародній практиці називається «Зміни проекту», який підрядник готує за дозволом Резидент-інженеру. В документі описується додаткові роботи, указується первинна вартість по контракту, а також збільшення або зменшення вартості. Вказується повна вартість робіт після внесення змін. Якщо додаткові роботи потребують змін термінів робіт, то вказується або його збільшення, або зменшення. Обов'язково повинні бути обгрунтовані причини змін, які вносяться. При цьому окремо повинно бути уточнено, які причини впливають на зміни вартості, а які ні.

**Висновки.** Проаналізовані фактори впливу на рівень оцінки управління якістю при відновленні залізобетонних прогонових будов, що дозволить систематизувати та класифікувати основні чинники, які впливають на техніко-економічні показники проектів. Створення баз даних дає можливість оцінки та прийняття ефективних управлінських рішень щодо ремонту залізничних мостів.

### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Шишков А.Д. Комплексное управление качеством продукции на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1980. – 95 с.
2. Радкевич А.В. Системотехнічні аспекти організаційно-технологічних рішень відновлення споруд: монографія, - Днепропетровськ «Вега» 2005, - 296 с.
3. Горбашко Е.А. Управление качеством: Учеб. пособие. – СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
4. Дингес Э.В., Шестериков В.И., Дугин Л.В. Методика экономического обоснования инвестиций в ремонт и реконструкцию мостов. – М., 2000.

УДК 624.012.35:69.059.25:666.9-047.37

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ СУХИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ РЕМОНТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*д.т.н. Пилинко А.Н.\*, д.т.н. Савицкий Н.В., к.т.н. Тытюк А.А., магистр Савицкий Ан. Н., магистр Богаченко С.В., магистр Тытюк А.А.*

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», \*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта г. Днепропетровск*

Постановка проблемы и ее связь с научными и практическими задачами.

С нарастанием темпов физического износа основных фондов, в значительной мере представленных железобетонными и каменными конструкциями, поддержание их трудоспособности и ремонт выходят на ведущие позиции в строительной отрасли Украины. При восстановлении