

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-
ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

Секція

«Мости, конструкції та будівельна механіка»

Збірник наукових праць

81-ї міжнародної студентської наукової конференції

3-4 квітня 2019 року

Харків 2019

УДК 624

Редакційна колегія

В.П. Кожушко – д.т.н., професор кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки

О.Г. Кіслов – к.т.н., професор кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки

А.В. Більченко – к.т.н., професор кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки

К.В. Бережна – к.т.н., доцент кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки

Секція «Мости, конструкції та будівельна механіка»

Збірник наукових праць 81-ї міжнародної студентської наукової конференції (3-4 квітня 2019 року)/ ХНАДУ. Харків, 2019. – 217 с.

Розглянуті актуальні питання проектування, будівництва та експлуатації транспортних споруд, впровадження нових дорожньо-будівельних матеріалів та методів визначення транспортно-експлуатаційних характеристик, підвищення надійності та безпеки дорожнього руху.

УДК: 624

©Колектив авторів, 2019

©ХНАДУ, 2019

ТУНЕЛЬНА ОПРАВА І ГРУНТ

Царьова М., ДМ -51, ХНАДУ

Керівник проф. каф. МКіБМ Кожушко В.П.

На сьогоднішній день для розділення шляхів руху пішоходів і транспорту широко застосовуються підземні пішохідні тунелі, які дозволяють вирішити ряд проблем:

- Забезпечення потрібної інтенсивності руху транспорту;
- Безпека руху пішоходів;
- Екологічні проблеми (зменшення загазованості повітря та викидів шкідливих речовин, такі як свинець; зниження витрат на паливо,);
- Покращення роботи покриття дорожнього одягу.
- Захищають від несприятливих погодних факторів.

Пішохідні тунелі не стискають проїзну частину дороги, легше вписати в архітектурний ансамбль забудови. Разом з тим спорудження пішохідних тунелів пов'язане з необхідністю виконання більших об'ємів земляних робіт і перебудови підземних комунікацій. Варто мати на увазі, що будівництво пішохідних тунелів у центрі міста без перерви вуличного руху значно дорожче, ніж таких же тунелів на незабудованих територіях.

Тунелем називається підземна споруда призначена для пропуску транспорту, пішоходів, води, розташування комунікацій, для зберігання якихось речей і інше.

Транспортні тунелі поділяються на: залізничні, автомобільні, пішохідні, тунелі швидкісних трамваїв, судноплавні та метрополітенів.

Експлуатація пішохідних тунелів вимагає досить складної системи водовідведення й штучного освітлення. У зв'язку з цим вартість спорудження тунелю досить висока й приблизно в 1,5...2 рази перевищує вартість мостів.

Економічна ефективність будівництва пішохідних тунелів досягається за рахунок ліквідації втрат часу транспорту біля світлофорів і повного усунення дорожньо-транспортних випадків, пов'язаних з пішоходами.

Тунельні оправи повинні бути зведені з матеріалів, що забезпечують міцність, водонепроникність і довговічність конструкції.

Бетон застосовують переважно для зведення монолітних оправ. При цьому клас бетону по міцності на стиск повинен бути не нижче В20, а товщина елементів - не менше 20 см.

Для залізобетонних конструкцій клас бетону по міцності на стиск приймають не нижче В20 для монолітних і не нижче В30 для збірних елементів, а товщину їх не менше 15 см.

Визначаючи розміри пішохідних тунелів, треба враховувати, що ширина їх у просвіті повинна бути не менше 3, а висота – 2,3 м. Якщо пішохідні потоки невеликі, ширину підземного переходу допускається зменшувати до 2,5, а в деяких випадках до 2 м.

Розглянемо найбільш поширені конструкції оправ пішохідних тунелів з шириною оправ в просвіті 4000 мм. Основні попередні розміри елементів тунельної оправи призначаються з прив'язкою до типових рішень або раніше побудованих переходів. Далі ці розміри уточнюються при розрахунку тунельної оправи.

Тунельна оправа виконана у вигляді U- подібної конструкції з шарнірним обпиранням перекриття на стіни.

Оправа складається із трьох елементів: стінового блоку із бетону В30, який має ширину 1800 мм, блока днища (лотка) із бетону В30 з розмірами 1440×1800 мм і плити перекриття із бетону В30 розміром 120×1490 мм. Стінові блоки об'єднуються з лотковим елементом за допомогою петльових випусків арматури з подальшим бетонуванням стиків шириною 380 мм.

Збірні елементи цієї оправи зручні при транспортуванні і монтажу, тобто можуть бути використані маневрені автомобільні крани для навантаження-розвантаження і монтажу та звичайні транспортні засоби для перевезення. Недоліком варіанту є багатодільність конструкції і значний об'єм монолітного бетону.

Двосекційна тунельна оправа з шарнірним перекриття на стіни.

Другий варіант являє собою конструкцію, виконаною із трьох збірних залізобетонних елементів (лоткового блоку, стінового елемента і блоку перекриття). Усі розміри прийняті за типовим проектом уніфікованих збірних залізобетонних тунелів.

Після об'єднання стінових елементів з лотковим блоком утворюється у статичному відношенні рама з шарнірним обпиранням перекриття на стіни. Лотковий блок виконаний із бетону В30 розміром 1480×4100 мм загальною масою 4,5 т, стінові

плити – із бетону В30 з розмірами 2980×2750 мм і масою 3,2 т. Плита перекриття з розмірами 1480×3900 мм має масу 2,9 т.

Таким чином максимальна маса елемента більше маси самого важкого блоку в першому варіанті. Елементи зручні при транспортуванні та монтажі. Об'єм мокрих робіт (тобто об'єм монолітного бетону) менший, чим у першому варіанті.

Варіант 3 тунельної обробки пішохідного переходу пропонується із суцільних секцій.

Суцільні секції запропоновані за типовим проектом міських пішохідних тунелів. Вона має розміри 4300×2890×1490 мм і масу 9,73 т. Виконана із бетону класу В30.

У порівнянні з попередніми оправами збірні секції мають значну масу, що потребує потужніших за вантажопідйомністю кранів для навантаження-розвантаження і монтажу. Утруднюється перевезення готових секцій, складнішим є і процес виготовлення блоків на заводі залізобетонних виробів. У той же час треба підкреслити значне скорочення строків будівництва тунельного переходу в порівнянні з першими варіантами.

Варіант 4 тунельної оправи пропонується виконати із П-подібних блоків з шарнірним обпиранням його на лоток.

П- подібний блок виконується із бетону класу В30 з розмірами 4700×2790×1480 мм і загальною масою 7,95 т, лотковий елемент розмірами 4700×1480 мм – і також із бетону В30.

Таким чином у даному випадку тунельна оправа виконується із двох елементів, що зменшує в порівнянні з першими двома варіантами багатодільність конструкцій, у зв'язку з чим прискорюються строки будівництва тунелю. Але П- подібний блок складніший при виготовленні, чим елементи перших двох варіантів, потребує кранів більшої вантажопідйомності для навантаження-розвантаження і монтажу. Складніші і умови перевезення П- подібних елементів.

Передбачається, що монтаж елементів буде виконуватись у відкритому котловані з укосами, які дорівнюють нормативному куту внутрішнього тертя. Із порівняння розглянутих варіантів видно, що за витратами матеріалів економічним є перший варіант.

Розрахунок лотка без урахування спільної роботи лотка і ґрунту.

Лоток розраховується як балка на двох опорах, навантажена рівномірно розподіленим навантаженням і кінцевими згинальними моментами.

Епюри моментів і поперечних сил наведені на рисунку.

Розрахунок лотка з урахуванням спільної роботи лотка і ґрунту.

Приймаємо Вінклерівську модель ґрунту.

При розрахунку лоткового елемента з урахуванням спільної роботи лотка і ґрунту економиться арматура в декілька разів.

АНАЛІЗ РОБОТИ МЕТАЛЕВИХ СТОЯКІВ СКЛАДНОГО ПЕРЕРІЗУ ПРИ ПОЗДОВЖНЬОМУ ЗГИНІ

*М.Дорожко, І.Поваляєв, Д-22-17, ХНАДУ
Керівник проф. каф. МКіБМ Кіслов О.Г.*

Дослідження причин руйнування різноманітних споруд показало, що для надійності роботи будь-якої конструкції під навантаженням недостатньо зробити її елементи міцними, необхідно ще забезпечити збереження початкової форми рівноваги як самих елементів, так і всій конструкції в цілому. Тому крім розрахунків, у багатьох випадках дії стискуючих сил доводиться перевіряти поряд з міцністю також стійкість елементів конструкцій, зокрема стійкість стиснутих стержнів.

Під дією зовнішніх сил конструкція може приймати ту або іншу форму рівноваги. Таких форм для однієї і тієї ж конструкції і може бути багато в відповідності з різноманітністю схем її навантаження.

Для небезпечної експлуатації конструкції необхідно щоб її рівновага форми, що встановилася, мала одну обов'язкову властивість і спроможністю відновлюватись після її порушення будь-якої тимчасової сторонньою причиною. Така форма рівноваги конструкції називається стійкою. Втрата стійкості будь-якої конструкції називається поздовжнім згином, що зустрічається при розв'язанні інженерних задач, пов'язаних з проблемою стійкості.

Стійкість будь-якої конструкції залежить від її розмірів, матеріалу, величин та напрямку навантаження. Навантаження,

перевищення якого спричиняє втрату стійкості початкової форми конструкцій зветься критичною.

Розрахункову формулу для визначення критичної сили було отримано Л.Ейлером

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(\mu \ell)^2},$$

Критичне напруження визначається за формулою

$$\sigma_{кр} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}.$$

Ф.С.Ясинський на підставі експлуатаційних досліджень отримав формулу критичного напруження, яка має вигляд

$$\sigma_{кр} = a - v\lambda,$$

де a, v – коефіцієнти, які характеризують міцність матеріалу.

У реальних конструкціях, елементи яких працюють на стиск треба мати певний запас стійкості, тому практичні розрахунки виконуються на підставі умови стійкості

$$\frac{F}{A} \leq \varphi[\sigma_-],$$

де φ - коефіцієнт зниження допустимого напруження на простий стиск.

За цієї умови впливає формула підбору поперечного перерізу

$$A \geq \frac{F}{\varphi[\sigma_-]}.$$

Питання підбору розмірів поперечного перерізу стиснутого стержня пов'язане питання його раціональної форми.

З розглянутої теорії стійкості стиснутих стержнів впливає, що такі стержні будуть працювати тим краще, чим більший момент інерції, а тим самим і радіусу інерції, при даній величині площі поперечного перерізу. Тому матеріал перерізу стержня повинен бути розміщений як можна далі від його центру ваги.

Цим вимогам найкраще відповідають порожнисті стержні. На практиці дуже поширені такі перерізи стиснутих стержнів як суцільні, а також наскрізні, які складаються з окремих стандартних елементів, наприклад: кутники, швелери. Елементи такого стержня з'єднуються між собою решіткою або поперечними планками, що повинні забезпечити сумісну роботу всіх елементів стержня.

Стержні, які використовуються у будівництві називаються стояк або колона.

Стояк або колона це вертикальний елемент, який передає навантаження від вищележачих конструкцій на фундамент. Колони використовують для підтримання перекриття підкранових конструкцій, а також конструкцій інженерних споруд – шляхопроводів, які сприймають навантаження; базу, яка передає тиснення колони на фундамент.

Металеві колони виготовляються із сталі.

В залежності від схеми навантаження розрізняють центрально стиснуті, позацентрово стиснуті та стиснуто-зігнуті колони.

Для центрально-стиснутих колон раціональні зварні перерізи (рис.1).

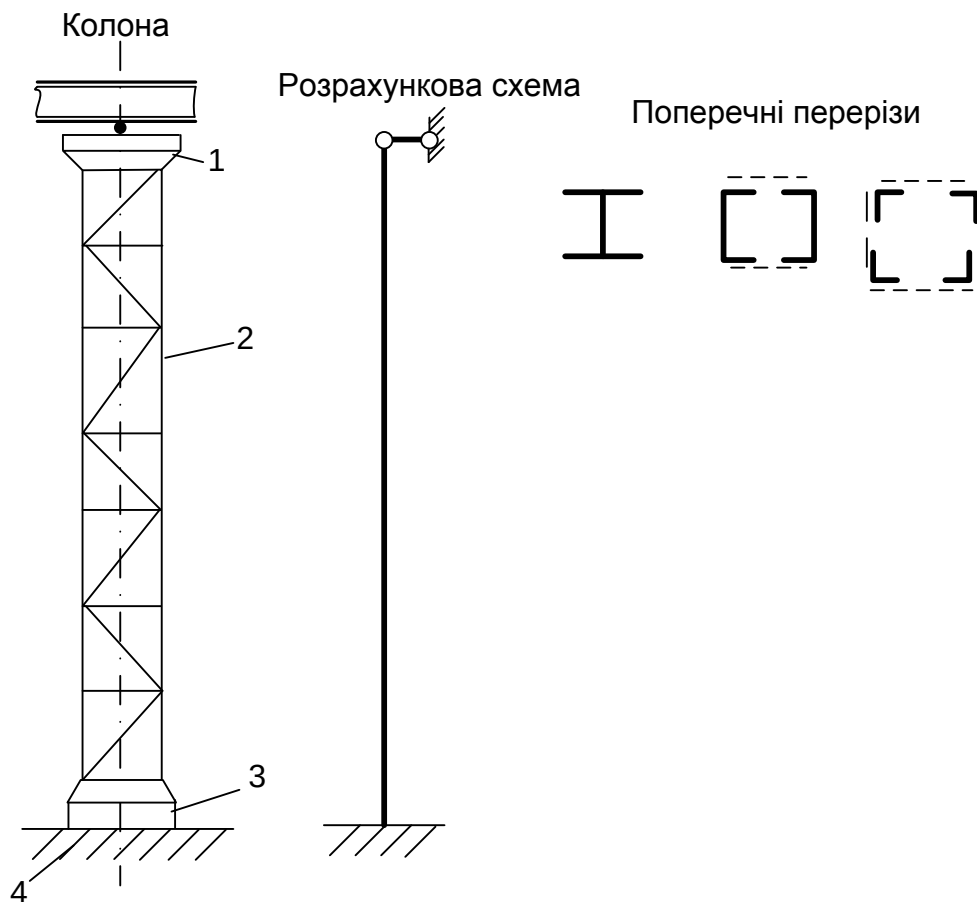


Рисунок 1

1 - оголовки, 2 - стержень, 3- база, 4 – фундамент

В нашому дослідженні ми розглядали центрально-стиснуті стояки, які мають 3 типи поперечних перерізів:

- суцільний, який складається з 3-х листових елементів;
- наскрізний, який складається з 2-х швелерів;
- наскрізний, який складається з 4-х рівнобоких кутників.

Зробимо порівняння за напруженнями та вагою всієї конструкції стояка.

Геометричну незмінність поперечних перерізів стояків забезпечують встановлення поперечних ребер, або решітки по довжині стержня.

Закріплення кінців стояків однакові в двох площинах.

Матеріал – сталь Ст.3, $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$

Суцільний переріз з 3-х листових елементів

Потрібна площа перерізу визначається за формулою

$$A \geq \frac{F}{\varphi[\sigma]}$$

Використовується метод послідовних наближень, змінюючи величину коефіцієнта φ попереднє визначення геометричних характеристик поперечного перерізу, а також гнучкості в одиницях «в»

1. Наближення $\varphi_1 = 0,6$

$$A_1 = \frac{1000 \cdot 10^3}{\varphi 160 \cdot 10^2} = \frac{62,5}{\varphi} = \frac{62,5}{0,6} = 104,17 \text{ см}^2$$

$$104,17 = 0,127 v^2; \quad v \geq \sqrt{\frac{104,17}{0,1237}} = 28,64 \text{ см}$$

$$\lambda_1 = \frac{1914}{28,64} = 66,83 \rightarrow \varphi_1 = 0,86 - \frac{0,86 - 0,81}{10} 6,83 = 0,826 > 0,6$$

тому переходимо до наближення 2

$$2. \quad \varphi_2 = \frac{0,826 + 0,6}{2} = 0,713$$

$$A_2 = \frac{62,5}{0,713} = 87,66 \text{ см}^2 \quad 87,66 = 0,127 v^2 \quad v = 26,27 \text{ см}$$

$$\lambda_2 = \frac{1914}{26,27} = 72,86 \rightarrow \varphi_2 = 0,81 - \frac{0,81 - 0,75}{10} 2,86 = 0,793 > 0,713, \text{більш } 5\%$$

переходимо до наближення 3

$$3. \quad \varphi_3 = \frac{0,793 + 0,713}{2} = 0,753$$

$$A_3 = \frac{62,5}{0,753} = 83 \text{ см}^2 \quad 83 = 0,127 v^2 \quad v = 22,56 \text{ см}$$

$$\lambda_3 = \frac{1914}{25,56} = 74,88 \rightarrow \varphi_3 = 0,81 - \frac{0,81 - 0,75}{10} 4,88 = 0,781 > 0,753, \text{ менш } 5\%$$

тому приймаємо $\sigma = 26 \text{ см}$

перевіримо умову стійкості

$$\sigma = \frac{1000 \cdot 10^3}{2 \cdot 35,2 \cdot 0,879 \cdot 10^2} = 161,6 \text{ МПа} > [\sigma] = 160 \text{ МПа} \quad \text{перенапруження}$$

на $\varepsilon = 1\% < 5\%$, що допустимо.

Перевіримо стійкість стояка

Гнучкість $\lambda = 75$ тому використовуємо формулу
Ф.С.Ясинського

$$\sigma_{кр} = a - b\lambda = 310 - 1,14 \cdot 75 = 224,5 \text{ МПа}$$

Критична сила

$$F_{кр} = \sigma_{кр} A = 224,5 \cdot 85,85 \frac{10^2}{10^3} = 1927 \text{ кН}$$

Тоді коефіцієнт запасу стійкості

$$n_{ст} = \frac{F_{кр}}{F} = \frac{1927}{1000} = 1,9 \quad (1,8 \leq n_{ст} \leq 3)$$

Стійкість забезпечена.

Однак для підвищення жорсткості стінки суцільного перерізу її треба підкріпити поперечними ребрами по довжині стояка. Тому приймаємо такий переріз (рис.2), де ребра поставлені через 1 м.

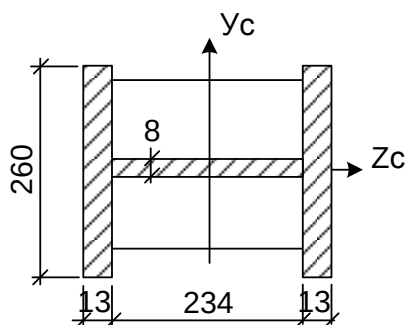


Рисунок 2

Визначимо вагу всього стояка

$$(85,85 \cdot 700 + 23,4 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 1) 0,00788 = 503 \text{ кг}$$

Наскрізний переріз з 2-х швелерів

Такий переріз також розраховуються методом послідовних наближень, однак з використанням сортаменту прокатної сталі (швелер).

За результатами розрахунків отримано швелер [№27.

Перевіримо умову стійкості

$$\sigma = \frac{1000 \cdot 10^3}{2 \cdot 35,2 \cdot 0,879 \cdot 10^2} = 161,6 \text{ МПа} > [\sigma] = 160 \text{ МПа}$$

Перенапруження складає $1\% < 5\%$ що допустимо.

Рациональним буде такий переріз у якого $I_{Zc} = I_{yc}$

Визначимо відстань одного швелера від другого « e » з приведеною умовою.

Для [№27 $I_{min} = I_y = 262 \text{ см}^4$, $Z_o = 2,47 \text{ см}$ $A = 35,2 \text{ см}^2$

$$2 \left[262 + 35,2(e - 2,47)^2 \right] = 2 \cdot 4160$$

Тому
$$e = \sqrt{\frac{4160 - 262}{35,2}} + 2,47 = 13 \text{ см} \quad (\text{рис. 3})$$

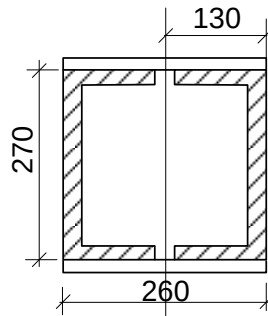


Рисунок 3

Для підвищення жорсткості в горизонтальному напрямку, треба встановити ребра жорсткості.

Треба визначити відстань « a » між ребрами з умови приблизно рівних гнучкостей цього стояка й одного швелера

$$a \leq \frac{\lambda \cdot i_{min}}{\mu} = \frac{44,95 \cdot 2,73}{1} = 122,7 \text{ см}$$

Цю величину з конструктивних міркувань можна зменшити ($a = 115 \text{ см}$)

Ширина ребра 10 см

Перевіримо стійкість стояка

Гнучкість $\lambda = 45$ тому використовуємо формулу Ф.С.Ясинського

$$\sigma_{кр} = a - e_{\lambda} = 310 - 1,14 \cdot 45 = 259 \text{ МПа}$$

Критична сила

$$F_{кр} = \sigma_{кр} A = 259 \cdot 35,2 \cdot 2 \frac{10^2}{10^3} = 1823 \text{ кН}$$

Тоді коефіцієнт запасу стійкості

$$n_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{кр}}}{F} = \frac{1823}{1000} = 1,82 \quad (1,8 \leq n_{\text{ст}} \leq 3)$$

Стійкість забезпечена.

Визначимо загальну вагу всього стояка

$$(70,4 \cdot 700 + 7 \cdot 2 \cdot 26 \cdot 1) 0,00788 = 390 \text{ кг}$$

Наскрізний переріз з 4-х рівнобоких кутників

Розрахунок також виконуємо методом послідовних наближення, однак з використанням сортаменту прокатної сталі (рівнобокий кутник) за результатами розрахунків отримано кутники $\angle 10(10)$.

Перевіримо умову стійкості

$$\sigma = \frac{1000 \cdot 10^3}{4 \cdot 319,2 \cdot 0,861 \cdot 10^2} = 151,6 \text{ МПа} < [\sigma] = 160 \text{ МПа}$$

Перевіримо стійкість стояка

Гнучкість $\lambda = 46$ тому використовуємо формулу Ф.С.Ясинського

$$\sigma_{\text{кр}} = a - b_{\lambda} = 310 - 1,14 \cdot 46 = 258 \text{ МПа}$$

Критична сила

$$F_{\text{кр}} = \sigma_{\text{кр}} A = 258 \cdot 19,2 \cdot 4 \frac{10^2}{10^3} = 1,980 \text{ кН}$$

Тоді коефіцієнт запасу стійкості

$$n_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{кр}}}{F} = \frac{1980}{1000} = 1,98 \quad (1,8 \leq n_{\text{ст}} \leq 3)$$

Стійкість забезпечена.

Відстань між ребрами

$$a = \frac{\lambda \cdot i_{\min}}{1} = \frac{46 \cdot 2,05}{1} = 94 \text{ см}$$

Приймаємо $a = 115 \text{ см}$, але до підвищення жорсткості у 4-х площинах поставимо похили елементи (решітка).

Вага всього стояка

$$(19,2 \cdot 4 \cdot 700 + 9 \cdot 4 \cdot 26 \cdot 1 + 8 \cdot 4 \cdot 100 \cdot 1) 0,00788 = 457 \text{ кг}$$

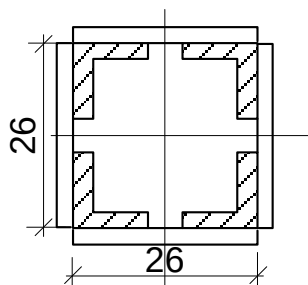


Рисунок 4

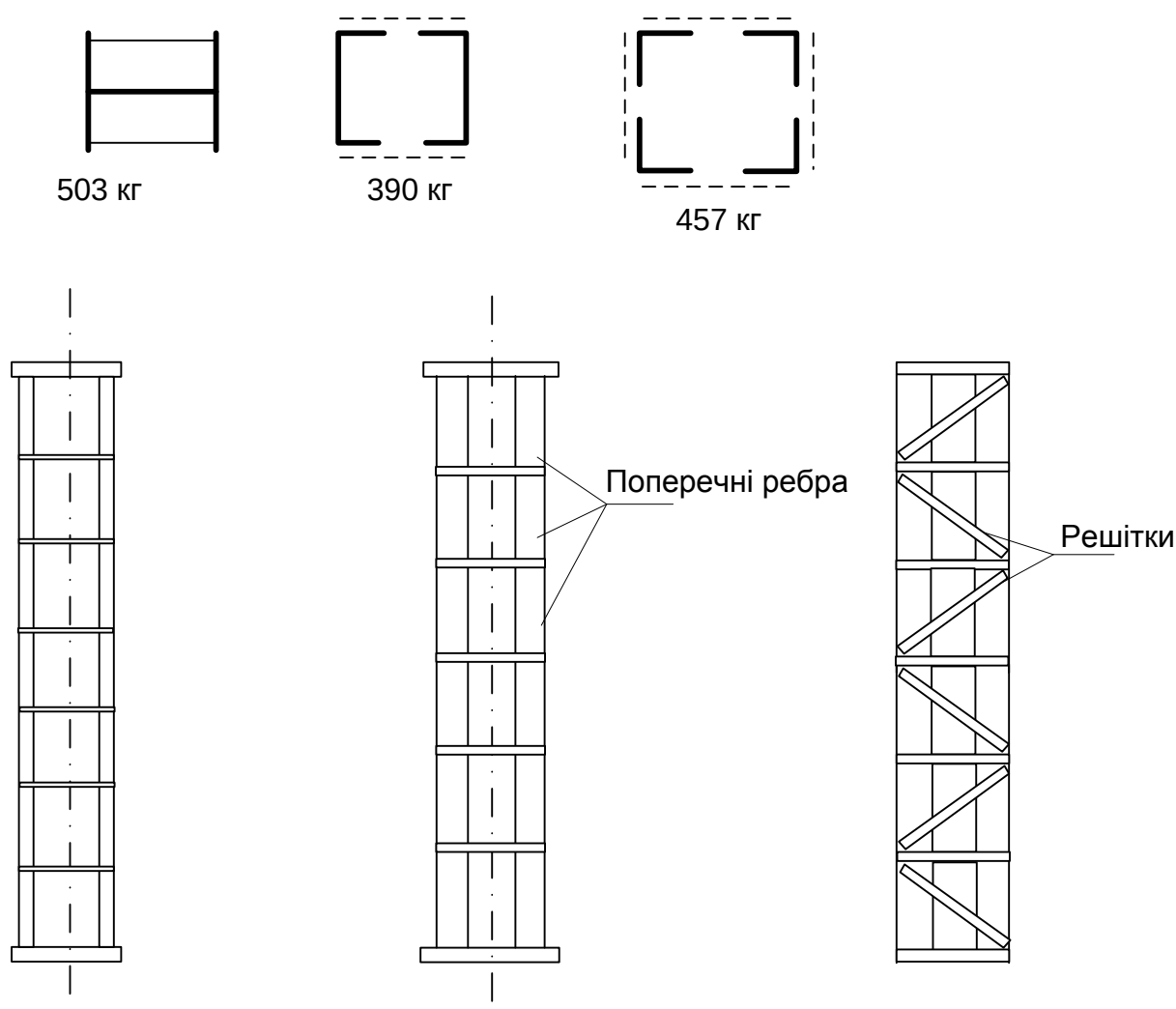


Рисунок 5

Порівняння ваги перелічених перерізів показали що найбільш раціональним буде наскрізний переріз з двома швелерами.

Література

1. Опір матеріалів: Підручник /Г.С.Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С.Уманський:За ред. Писаренко Г.С.-К.: Вища шк., 1993.-655с.
2. Строительные конструкции: Учеб. для авт.-дор. спец. Вузов /И.Г.Иванов-Дятлов, К.П.Деллос, А.И.Иванов-Дятлов и др.; Под ред. В.Н. Байкова, Г. И. Попова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1986. - 543 с.
3. Металлические контрукции /под ред. Е.И.Беленя, М.,1985.- 332с.

АНАЛІЗ РОБОТИ ПІДПІРНОЇ СТІНИ ПРИ ПОЗАЦЕНТРОВОМУ СТИСКУ

*В.Гуренко, М.Тімченко, Д-22-17, ХНАДУ
Керівник проф. каф. МКіБМ Кіслов О.Г*

При вивченні курсу «Опір матеріалів» ми розглядали питання роботи стержньових систем з прямолінійними осями. В них виникали такі види простих деформацій: розтяг-стиск, згин, зсув, кручення, але й більш складні деформації, які виникають в результаті їх комбінацій. Такий вид складної деформації називається складний опір. Тобто складний опір це така робота стержня, коли одночасно виникають 2 або 3 вида простих деформацій. На практиці при вивченні роботи будівельних конструкцій або споруд мають справу з такими видами комбінацій простих деформацій: просторовий стиск, косий згин, згин із розтягом, позацентровий стиск, згин із крученням та інш.

В даному дослідженні ми прийняли рішення розглянути такий вид складного опору як позацентровий стиск, при розрахунку конкретної будівельної споруди – масивна підпірна стіна.

Підпірною стіною називається будівельна споруда, яка утримує ґрунти, воду та інш.

Підпірні стіни знаходять своє використання в дорожньому, гідротехнічному будівництві, а також в гірничому ділі і фортифікації:

Підпірні стінки класифікуються по різних ознакам:

1. За призначенням – підтримують ґрунт, насипи, воду, огорожують котловани;
2. За характером роботи – окремі та з будь-якими спорудами;
3. По висоті – низькі (до 10м), середні (10-20м), високі (> 20м);
4. За матеріалом – залізобетонні, бетонні, металеві та інш.;
5. За принципом роботи – масивні, стійкість яких забезпечується їх власною вагою і матеріал випробує стискуючі напруження, напівмасивні, тонкоелементні, тонкі,
6. За способом будівництва розрізняють монолітні та збірні.

Монолітні виконуються з бетону, бутобетону, залізобетону. Вони можуть бути контрфорсними (ребристими), в яких встановлюють контрфорси або поперечні ребра.

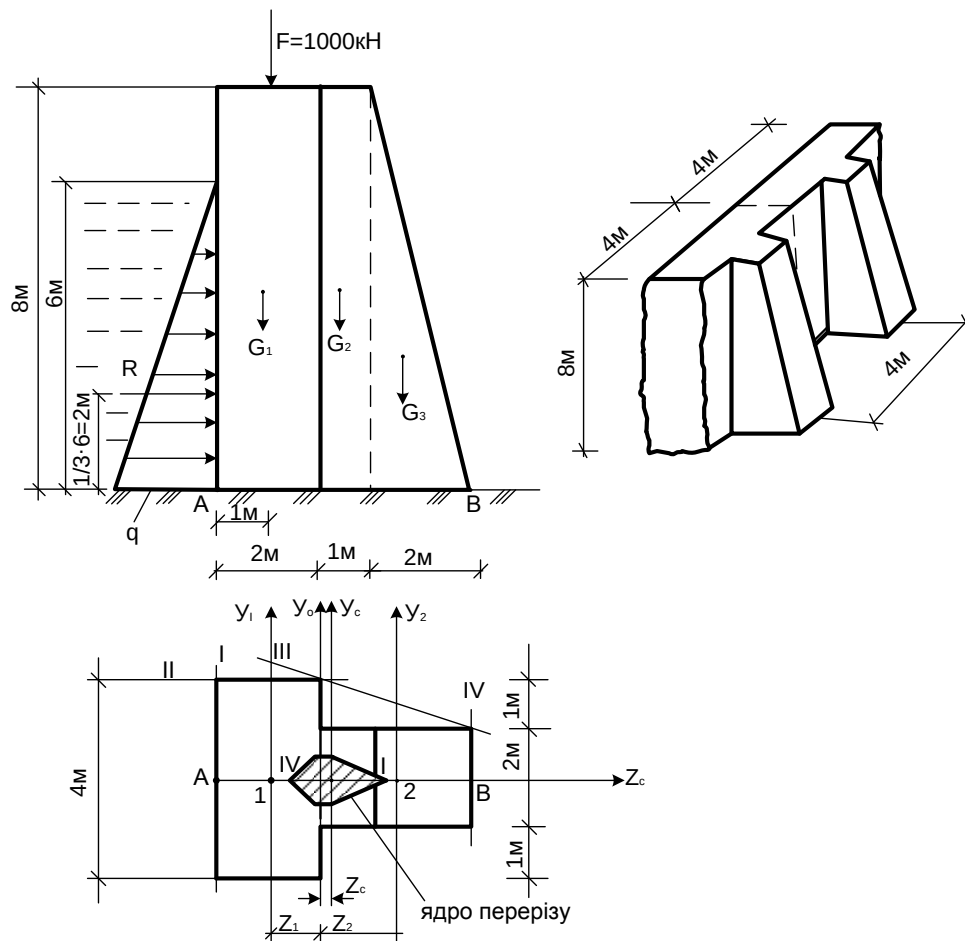
Збірні підпірні стіни виконуються з залізобетону. Підпірні стіни можуть бути побудовані на природничій основі – скельній або нескельній, на штучній основі, або палях.

Навантаження, що діють на підпірну стінку розподіляються на постійні (власна вага, тиск ґрунту, води) та тимчасові (тиск від різноманітних нерухомих навантажень).

Таким чином об'єктом нашого дослідження прийнята масивна підпірна стіна з контрфорсами.

Так як підпірна стіна по всій довжині знаходиться в однакових умовах роботи, для розрахунку достатньо виділити ділянку довжиною 4м з одним контрфорсом.

Матеріал стіни бетон з характеристиками міцності $[\sigma_{\text{ст}}] = 8 \text{ МПа}$, $[\sigma_p] = 0,8 \text{ МПа}$. На підпірну стіну діють стискуюча сила $F = 1000 \text{ кН}$ та гідростатичний тиск води q і сила власної ваги стінки. Тиск ґрунту та льоду відсутні, основа стінки приймається абсолютно жорсткою (рис.1).



Необхідно визначити нормальні напруження в небезпечних точках основи підпірної стінки і перевірити її на міцність.

Для цього на підставі принципу суперпозиції (принцип незалежності дії сил) складено вираз, як алгебраїчна сума напружень від кожного навантаження окремо

$$\sigma = -\frac{N}{A} \pm \frac{M_{yc} \cdot z}{I_{yc}} \pm \sum_{i=1}^n \frac{F_i e_i}{I_{yc}} z,$$

де N - стискальна сила (сума всіх вертикальних навантажень);

M_{yc} - згинальний момент від гідростатичного тиску;

F_i - окремі вертикальні сили;

e_i - ексцентриситети вертикальних сил;

z - координати розрахункових точок стіни.

1. Визначимо геометричні характеристики поперечного перерізу основи стіни.

Положення центра ваги перерізу розміщується на осі z_c , обчислимо координату відносно допоміжної осі y_o

$$z_c = \frac{z_1 A_1 + z_2 A_2}{A_1 + A_2} = \frac{(-1)8 + 1,5 \cdot 6}{8 + 6} = 0,07 \text{ м},$$

де $A_1 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ м}^2$, $A_2 = 3 \cdot 2 = 6 \text{ м}^2$ - площі окремих елементів основи (прямокутників 1 та 2+3) $z_1 = -1 \text{ м}$, $z_2 = -1,5 \text{ м}$ - координати центрів ваги прямокутників відносно осі y_o проведемо вісь y_c .

Тепер визначимо моменти інерції і радіуси інерції основи підпірної стіни відносно головних центральних осей інерції z_c і y_c .

$$I_{z_c} = \frac{2 \cdot 4^3}{12} + \frac{3 \cdot 2^3}{12} = 12,67 \text{ м}^4;$$

$$I_{y_c} = \frac{4 \cdot 2^3}{12} + (1 + 0,07)^2 8 + \frac{2 \cdot 3^3}{12} (1,5 + 0,07)^2 6 = 28,6 \text{ м}^4;$$

$$i_{z_c}^2 = \frac{I_{z_c}}{A} = \frac{12,67}{14} = 0,905 \text{ м}^2; \quad i_{y_c}^2 = \frac{I_{y_c}}{A} = \frac{28,6}{14} = 2,04 \text{ м}^2.$$

2. Розрахунок навантажень, що діють на стінку.

Такими навантаженнями являють собою:

Сила F , гідростатичний тиск і сили ваги елементів підпірної стіни

а) стискальна сила $F = 1000 \text{ кН}$;

б) гідростатичний тиск розподіляється за лінійним законом і на глибині 6 м він становить

$$q = 6 \cdot 10 = 60 \text{ кН / м}^2, \text{ де } 10 \text{ кН / м}^3 - \text{ сила ваги } 1 \text{ м}^3 \text{ води.}$$

Рівнодіючу гідростатичного тиску, що діє на стінку шириною 4м, обчислимо за такою формулою

$R = \frac{1}{2} 60 \cdot 6 \cdot 4 = 720 \text{ кН}$, точка її прикладення знаходиться на відстані $\frac{1}{3} \cdot 6 = 2 \text{ м}$ від основи стіни.

в) сили ваги окремих елементів підпірної стіни G_1, G_2, G_3 визначають з урахуванням щільності бетону $\rho = 24 \text{ кН / м}^3$

$$G_1 = 4 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 24 = 1536 \text{ кН}; G_2 = 2 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 24 = 384 \text{ кН};$$

$$G_3 = \frac{1}{2} 2 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 24 = 384 \text{ кН}.$$

Ці сили і F розташовані на осі z_c , а відносно осі y_c кожне зусилля має свій ексцентриситет.

$$e = 1,07 \text{ м}; e_1 = 1,07 \text{ м}; e_2 = 0,43 \text{ м}; e_3 = 1,6 \text{ м}.$$

3. Розрахунок напружень у небезпечних точках основи стіни

Попередньо визначимо:

а) загальну стискальну силу

$$N = F + G_1 + G_2 + G_3 = 1000 + 1536 + 384 + 384 = 3304 \text{ кН};$$

б) згинальний момент від гідростатичного тиску

$$M_{y_c} = 720 \cdot \frac{1}{3} 6 = 1440 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

в) координати небезпечних точок А і В

$$Z_A = -(2 + 0,07) = -2,07 \text{ м}; Z_B = (3 - 0,07) = 2,93 \text{ м}.$$

Напруження в т. А

$$\sigma_A = \frac{3304}{14} - \frac{1440(-2,07)}{28,6} - \frac{1000(-1,07)}{28,6}(-2,07) - \frac{1536(-1,07)}{28,6}(-2,07) - \frac{384 \cdot 0,43}{28,6}(-2,07) - \frac{384 \cdot 1,6}{28,6}(-2,07) = -271,75 \text{ кН / м}^2 = -0,272 \text{ МПа}$$

Напруження в т. В

$$\sigma_B = \frac{3304}{14} - \frac{1440 \cdot 2,93}{28,6} - \frac{1000(-1,07)}{28,6} 2,93 - \frac{1536(-1,07)}{28,6} 2,93 - \frac{384 \cdot 0,43}{28,6} 2,93 - \frac{384 \cdot 1,6}{28,6} 2,93 = -182,39 \text{ кН / м}^2 = -0,182 \text{ МПа}$$

В обох точках виникають стискальні напруження, які значно менші за допустимі значення.

Для підтвердження отриманих результатів скористуємося іншим методом – визначимо напруження у небезпечних точках А і В за допомогою ядрових моментів за формулою

$$\sigma = \frac{M_y}{I_{yc}} \cdot Z,$$

де M_y - ядровий момент, що дорівнює сумі моментів усіх діючих сил відносно однієї з вершин ядра перерізу;

Z - координати розрахункових точок А і В.

Тому побудуємо ядро перерізу основи стіни. При побудові ядра треба задавати положеннями нейтральної лінії, як дотичними до контуру перерізу, з використанням симетрії поперечного перерізу.

Координати ядра перерізу дістанемо за формулами

$$Z_y = -\frac{i_{yc}^2}{Z_{н.л}}; \quad U_y = -\frac{i_{zc}^2}{U_{н.л}}$$

Значення $Z_{н.л}$, $U_{н.л}$, а також координат Z_y і U_y наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Положення нейтральної лінії	$Z_{н.л}$, м	$U_{н.л}$, м	Z_y , м	U_y , м
I	-2.07	∞	0,99	0
II	∞	2	0	-1,45
III	5,93	1,98	-0,34	-0,46
IV	2,93	∞	-0,7	0

За результатами побудуємо ядро перерізу (рис.1). Обчислюючи нормальні напруження в т. А, ядровий момент будемо брати відносно вершини ядра перерізу 1, а для т. В – відносно вершини 4.

Ядрові моменти $M_{y(1)} > 0$, $M_{y(4)} < 0$.

Визначимо ядровий момент $M_{y(1)}$

$$M_{y(1)} = Fr + G_1 r_1 + G_2 r_2 - G_3 r_3 - R r_4,$$

де r - плечі сил відносно вершин 1 ядра перерізу $r = 2,06\text{м}$; $r_1 = 2,06\text{м}$; $r_2 = 0,56\text{м}$; $r_3 = 0,61\text{м}$; $r_4 = 2\text{м}$.

$$M_{y(1)} = 1000 \cdot 2,06 + 1536 \cdot 2,06 + 384 \cdot 0,56 - 384 \cdot 0,61 - 720 \cdot 2 = 3765 \text{кНм}$$

Тоді напруження в т. А

$$\sigma_A = \frac{M_{я(1)}}{I_{yc}} \cdot y_A = \frac{3765 \cdot 10^3}{28,6} \cdot (-2,07) = -0,272 \cdot 10^6 \frac{H}{m^2} = -0,272 MPa$$

Визначимо ядровий момент $M_{я(4)}$

$$M_{я(4)} = F \cdot r' + G_1 r'_1 + G_2 r'_2 - G_3 r'_3 - R r'_4$$

де r' - плечі сил відносно вершини 4 ядра перерізу $r' = 0,37 м$;

$$r'_1 = 0,37 м; r'_2 = 1,13 м; r'_3 = 2,3 м; r'_4 = 2 м.$$

$$M_{я(4)} = 1000 \cdot 0,37 + 1536 \cdot 0,37 - 384 \cdot 1,13 - 384 \cdot 2,3 - 720 \cdot 2 = -1780,4 кНм$$

Тоді напруження в т. В

$$\sigma_B = \frac{M_{я(4)}}{I_{yc}} \cdot y_B = \frac{(-1780,4)10^3}{28,6} \cdot 2,93 = -0,182 \cdot 10^6 \frac{H}{m^2} = -0,182 MPa$$

Ці напруження збігаються з напруженнями, знайденими за формулами позацентрового стиску.

Таким чином виконані розрахунки дозволили провести аналіз роботи бетонної підпірної стінки при позацентровому стиску, шляхом розкладу зовнішніх навантажень на складові частини – поверхневі і об'ємні (принципи суперпозиції).

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВІВ

Деркач Ю.В., ДМ-41, ХНАДУ

Керівник проф. каф. МКіБМ Більченко А.В.

Деформаційний шов належить до області мостобудування, а саме до конструкцій деформаційних швів, і може бути застосований для сполучення прольотних будов автодорожніх мостових споруд для забезпечення плавного проїзду транспорту та компенсації температурних деформацій елементів прогонової будови.

Деформаційний шов є невід'ємною частиною мосту. Він необхідний для довготривалої експлуатації мостової споруди. При виникненні відмови у роботі деформаційного шва, починається протікання води, що приводить до швидкого прогресу руйнування прольотної будови, збільшення динамічних навантажень, оголення арматури та різкого зменшення довговічності усієї мостової споруди.

Елементи деформаційних швів є статично й динамічно навантаженими. Вони безпосередньо піддані впливу як температурних, кутових і лінійних переміщень, так і контакту з колесами транспортних засобів. Вони повинні бути стійкими, як до механічних впливів (динаміка, удари, втома, знос), так і до хіміко-фізичних впливів (зимові реагенти, перепади температур, корозія).

Для того, щоб деформаційний шов успішно справлявся із навантаженнями, його конструкція повинна відповідати ряду таких високих вимог:

- забезпечення можливості переміщення кінців прольотних будов без перенапруги й ушкодження елементів шва (це обов'язкова умова);
- довговічність і надійність;
- забезпечення герметичності;
- сприйняття необхідних температурних переміщень у всіх напрямках;
- забезпечення комфортних умов руху через шов;
- стійкість шва до динамічного впливу від транспорту;
- стійкість конструкції до хімічного впливу;
- мінімальні експлуатаційні витрати;
- простота й зручність монтажу;
- ремонтпридатність.

Однією з важливих характеристик деформаційного шва є його ремонтпридатність. За даними експериментальних оцінок деформаційні шви – це елементи з найменшим терміном служби. У відповідності до ДБН шов підлягає ремонту через кожні 10-15 років, а міст повинен служити 100 років. Тобто за життєвий цикл моста проводять до 10 змін або ремонтів швів. Не є винятком і такий відомий для автодорожніх, міських мостів і шляхопроводів, шов, який включає пружну частину компенсатора та елементи його кріплення, в якого елементами кріплення компенсатора є металеві стержні, які закладають у протилежні плити прольотних будов, причому один кінець замонолічують, а другий виконують так, щоб можна було забезпечити горизонтальний рух в трубі, заповненій мастикою, а сам компенсатор виконано у вигляді модуля з типорозмірного ряду дерев'яних пластин, які виконані з отворами для навішування на стержні, а проміжки між ними заповнені полімерно-бітумною мастикою. Недоліком вказаної конструкції є недостатня

довговічність дерев'яних пластин та недостатня герметичність з нижньої сторони.

Ще зупинимось на конструктивному рішенні шва з використанням сучасних матеріалів. У цьому рішенні застосовується традиційний за формою компенсатор, який виконано із базальтової суцільної тканини замість металевої, що оброблена праймером, та заповнений герметиком із спеціальної бітумно-полімерної мастики. Недоліком вказаної конструкції є складність ремонту шва у зв'язку з його багатокомпонентністю. Крім того, в цьому конструктивному рішенні залишається недолік - колесо автомобіля б'є по поверхні грані прольотної будови, де компенсатор перегинається і кріпиться.

Слідуюче конструктивне рішення, направлено на ліквідацію будь-яких металевих елементів, використання сучасних композитних матеріалів, і компенсатор перекриває шов в горизонтальній площині.

Через те, що обов'язковою умовою будь-якої конструкції деформаційного шва є забезпечення можливості переміщення кінців прольотних будов без перенапруги й ушкодження як елементів шва, так і торців прогінних будов, її визначальним завданням стає вибір компенсатора та його кріплення.

У більшості відомих рішень використовують гумометалеві компенсатори.

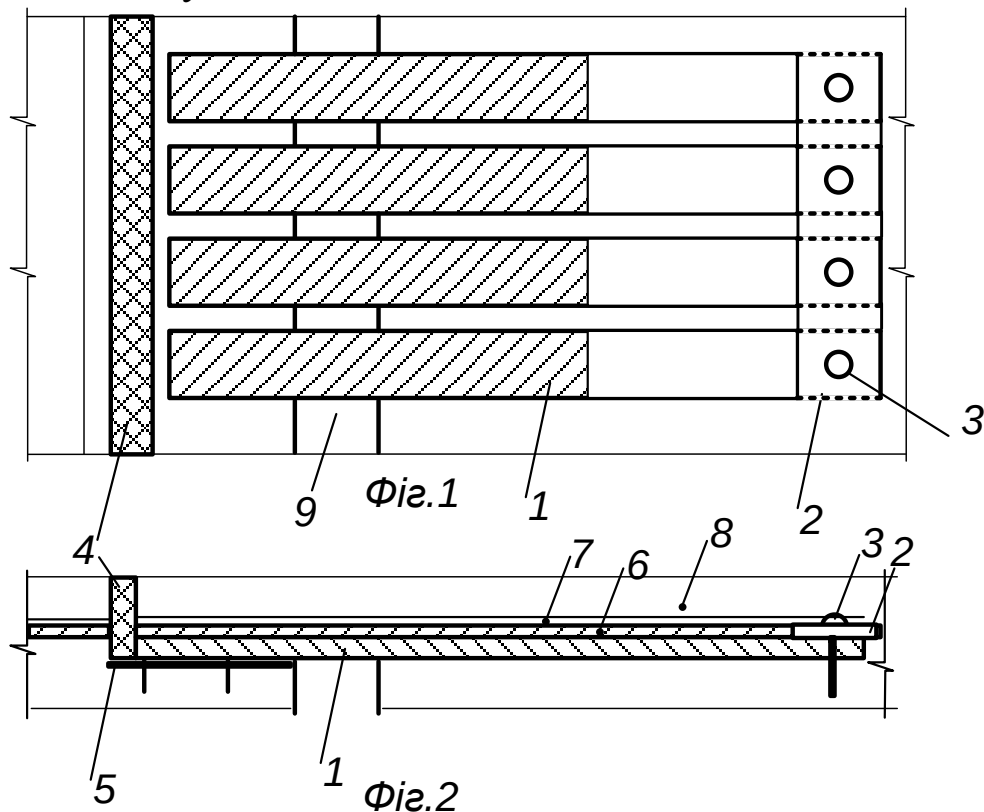
Експлуатація мостів показує, що у гумометалевих швах від періодичного впливу рухомого навантаження розхитується болтове з'єднання. Особливо ця проблема починає проявлятися на швидкісних магістралях. З появою колійності в асфальтобетонному покритті прикладу до відомих впливів додається удар коліс автотранспортних засобів об торець шва. При такому впливі всі шви, конструкція яких криволінійна та заанкерена в проїзну частину, дуже швидко виходять із ладу, навіть, якщо шов закріплений за допомогою високоміцних полімерних бетонів.

Крім того, ремонт відомих деформаційних швів являє собою трудомісткий процес, пов'язаний з заміною усіх зруйнованих гумових і металевих елементів.

Удосконалений на кафедрі мостів, конструкцій та будівельної механіки деформаційний шов в автодорожніх мостах за рахунок вибору матеріалу компенсатора шва та модульності його конструкцій, виконаного з можливістю повної або часткової заміни

однакових за фізико-технічними властивостями елементів компенсатора, та досягнення підвищення деформативності, усунення корозії та полегшення і здешевлення будівництва та ремонту.

Поставлена задача розв'язується так, що у відомому деформаційному шві, розташованому між двома зверненими одна до одної плитами прольотних будов моста, що містить пружне плоске заповнення компенсатора та елементу кріплення, у відповідності до моделі елементом кріплення компенсатора є затиснення його дюбелями нерухомої частини, або закріплення на клею. Щоб зменшити руйнування стику довжину закріпленої частини збільшують.



При такій конструкції удар колеса на компенсатор значно менше впливає на руйнування кріплення, а сам компенсатор відгороджується бітумно-полімерним швом (4); ковзання компенсатора проходить по склокомпозитній пластинці (5). По компенсатору влаштовується гідроізоляція (6) захисний шар (7), що армований склокомпозитною сіткою. Зверху улаштовується асфальтобетон (8) за проектом.

Відрізняльні ознаки конструкції деформаційного шва, що запропоновано на кафедрі МКБМ, знаходиться у причинно-наслідковому зв'язку з технічним результатом, а саме:

- забезпечення можливості переміщення кінців прольотних будов без перенапруги та ушкодження елементів шва;
- виконання шва у вигляді модуля, який містить набір пластин із композитного матеріалу, дозволяє зменшити час та трудомісткість його ремонту;
- мінімальні експлуатаційні витрати, простота і зручність монтажу теж є наслідком модульної конструкції;
- забезпечення герметичності через заповнення полімер-бітумною мастикою або мастикою типу рідкої гуми на основі полімерно-бітумної емульсії проміжку між рухомою частиною шва.

При вивченні патентно-технічної літератури нами не знайдено рішення, аналогічного або ідентичного тому, що заявлено. Рішення є технічно завершеним і його промислове застосування можливе.

Деформаційний шов, що розташований між двома зверненими одна до одної плитами прольотних будов мостової споруди, містить пружну частину компенсатора та елементи його кріплення з одного боку і елементи, по яким пружна частина ковзає, причому один кінець закріплюють жорстко дюбелями або клеєм до прольотної будови, а другий виконано з можливістю горизонтального руху, який відрізняється тим, що сам компенсатор виконано у вигляді плоского модуля з типорозмірного ряду пластин із склокомпозитного матеріалу прямокутного профілю, який поєднано в поперечному напрямку, при чому ковзання проходить по пластинці із композитного матеріалу, що прикріплена до прольотної будови на бітумній мастиці або дюбелями.

ДЕФЕКТИ ОПОРНИХ ЧАСТИН МОСТОВИХ СПОРУД

Марчук О.В., ДМ-41, ХНАДУ

Керівник проф. каф. МКіБМ Більченко А.В.

Невеликі за розміром і непримітні зовні, вони є ключовими для забезпечення працездатності як споруди в цілому, так і окремих конструкцій. Мова йде про опорні частини мостів, на які концентровано передається все вертикальне навантаження. Саме вони забезпечують горизонтальні переміщення прогонових будов.

Опорні частини призначені для передачі опорних реакцій прогонових будов на опори, а також забезпечення кутових і

поступальних переміщень опорних перерізів прогонових будов відповідно до розрахункової схеми опорних закріплень.

Але стан таких відповідальних елементів мостів не завжди є працездатним, деякі мають значні дефекти. Це обумовлено недоліками конструкцій опорних частин, розладнанням деформаційних швів, через які потрапляє вода, незадовільною роботою експлуатаційних організацій тощо. А руйнування, деформування чи заклинювання опорних частин призводить до виникнення в конструкціях мостів додаткових зусиль, які перевищують розрахункові, появи силових тріщин, що можуть вивести з ладу як окремі елементи, так і споруду в цілому.

До останнього часу в мостобудуванні застосовувалися сталеві опорні частини. Сьогодні для мостів індивідуального проектування та при використанні сучасних конструкцій, технологій і матеріалів виникла необхідність у розробці нових типів опорних частин, невеликих за габаритами та із використанням меншої кількості матеріалів. З урахуванням металоємності й вартості опорні частини ковзання із синтетичними матеріалами в автодорожніх мостах практично повністю замінили металеві. Тому при капітальному будівництві слід застосовувати ефективні опорні частини з додаванням еластомерних матеріалів: гумові, поліуретанові, стаканні, сферичні. Металеві тангенціальні, секторні й коткові елементи мосту рекомендуються використовувати при ремонті для заміни опорних частин, що вийшли з ладу.



Рисунок 1– Зсув верхньої частини гумової опорної частини вздовж балки

Руйнування бетону приопорних ділянок балок та відколи бетону з оголенням та корозією робочої арматури впливають на режим пропуску транспортних засобів по споруді. Враховуючи це, пропуск навантаження проводиться або зі зміщенням осі руху в бік, протилежний від дефектних елементів, або - по осі проїзної частини. Причиною руйнування є те, що опорна частина працює частково або ж не працює зовсім.



Рисунок 2 – Зсув нижньої частини гумової опорної частини вздовж балки



Рисунок 3 – Руйнування балки при поганій роботі опорної частини



Рисунок 4 – Руйнування тіла опорної частини



Рисунок 5 – Зсув балки відносно опорної частини і як наслідок її руйнування

У стаканних – вертикальна сила передається через стаканоподібний елемент, заповнений аморфним матеріалом –

еластомером. Поворот опорного перерізу забезпечується деформацією еластомеру як в'язкої рідини.

У сферичних опорних частинах поворот опорного перерізу відбувається завдяки ковзанню кульового сегменту по ввігнутій сферичній поверхні нижнього елемента, покритого антифрикційним матеріалом, завдяки чому зменшується тертя й забезпечується свобода повороту. Поверхня кульового сегменту виконується зі стійкого до корозії металу й полірується. Сферичні опорні частини – наступники комбінованих. Вони допускають поворот опорних перерізів у будь-якій площині й менш вимогливі до допусків при установці.

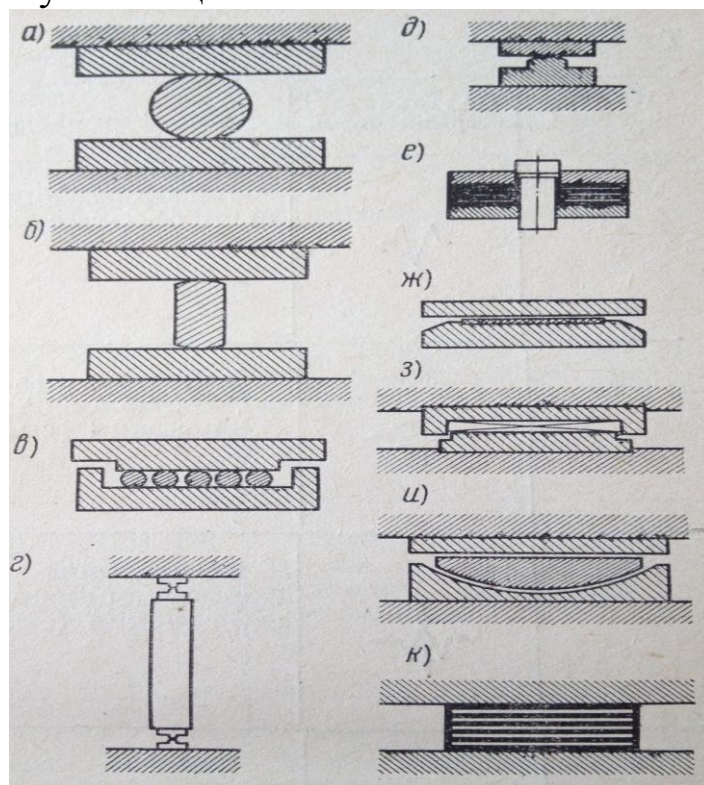


Рисунок 6 – Типи опорних частин

а) каткова; б) валкова; в) багатокаткова; г) що коливається; д) сталева шарнірна; е) гумова шарнірна; ж) ковзання; з) склянка; и) з кульовим сегментом; к) еластомірна

Поступальні переміщення опорних перерізів комбінованих опорних частин забезпечуються парою ковзання з анкерною плитою. Як правило, пара ковзання розташовується у верхній частині конструкції, що дозволяє досить простими засобами захистити її від забруднення. У сучасних опорних частинах використовують нержавіючу поліровану сталь та антифрикційний матеріал, зокрема, листовий фторопласт (політетрафторетилен).

Завдяки цьому коефіцієнт тертя становить від 0,01 до 0,12 залежно від середнього тиску на зазначений матеріал і температури зовнішнього повітря. Коефіцієнт тертя підвищується при зниженні температури, а також стає меншим при збільшенні середнього тиску на фторопласт.

Вид опорних частин, їх конструкція та типорозмір, а також кількість у транспортній споруді визначається проектантом на основі статичної схеми конструкції, величини зусиль, що передаються на опорну частину, розрахункових лінійних та кутових переміщень опорних вузлів прогонових будов, кліматичних умов району будівництва. Важливе значення мають також положення мосту й прогонової будови в плані та профілі.

При обчисленні розрахункових переміщень опорних частин враховують зміни від дії температури, усадки й повзучості бетону, тимчасового вертикального та сейсмічних навантажень, а також гальмування.

Навантаження і впливи на опорні частини й переміщення в них криволінійних чи косих у плані балкових прогонових будов необхідно визначати з урахуванням криволінійності чи косини конструкції.

Відповідно до ДБН В.2.3-14 розрахунковий термін служби опорних частин повинен становити не менше ніж 30 років. Проте при складних конструкціях слід надавати перевагу таким, прогнозований термін експлуатації яких близький до терміну експлуатації транспортної споруди в цілому. В Україні на даний час виготовляються тільки гумові опорні частини, конструкції інших типів імпортуються. Із цього випливає, що вибір конструкції опорних частин є важливим та відповідальним рішенням. Тому до використання допускаються тільки ті, що виготовлені у заводських умовах відповідно до проектів чи технічних умов, затверджених у встановленому порядку. Процедура перевірки придатності можуть проводити визнані в галузі компетентні організації.

Також слід здійснювати постійний контроль на всіх етапах влаштування опорних частин: при постачанні на будівельний майданчик, вантажно-розвантажувальних роботах, перед монтажем, при регулюванні зміщення ковзної плити відповідно до температури, при включенні опорної частини в роботу з прогоновою будовою, влаштуванні вирівнюючого шару, прийманні в експлуатацію.

Усі результати перевірок (геодезичних, візуальних), відхилення від проекту, рішення комісій тощо зберігаються в журналах і є дуже важливими для подальшої експлуатації споруди. Таким чином, незважаючи на те, що проектування опорних частин на даний час зводиться до вибору із готових конструкцій, представлених на ринку, як сам процес підбору, так і влаштування опорних частин вимагають від виконавців певних знань та навичок. Такі ж вимоги висуваються й до експлуатаційних організацій.

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПРИНТЕРОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ГРАЖДАНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

*Протопопова З.В., ДМ-31-16, ХНАДУ
Керівник: проф. Бугаєвський С.О.*

Рассмотрим основные современные технологии, применяемые для возведения зданий или их элементов со сложной геометрической формой. Голландское архитектурное бюро Джанджапа Руджснарса Universe Architecture планирует реализовать проект под названием The Landscape House, в котором строительный 3D-принтер распечатывает заданные программой объемные секции здания в виде блоков из смеси песка и связующего материала размером 6х9 м практически любой формы прямо на строительной площадке [1]. Начать планируется с жилого дома площадью 1100 м² в форме бесконечной ленты Мебиуса (рис. 1).

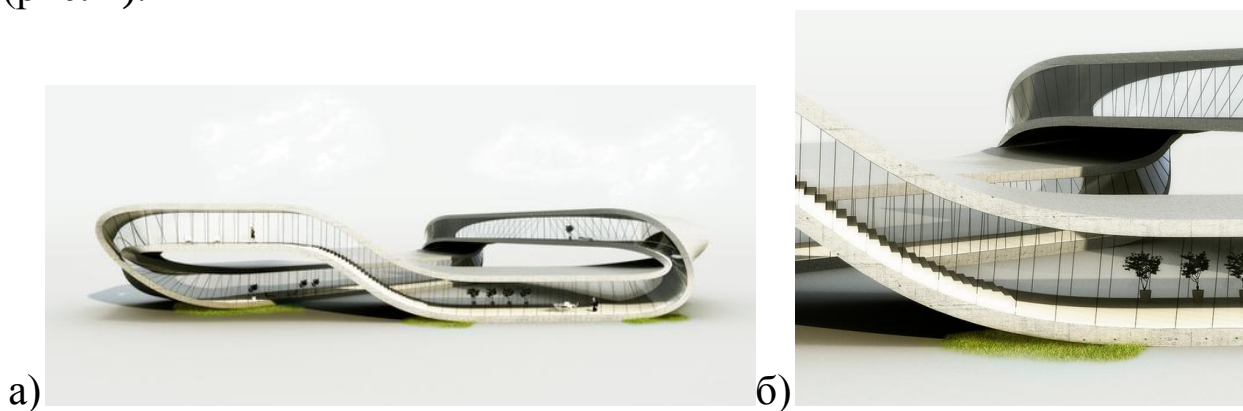


Рис. 1. Проект The Landscape House [1]: а – вид здания; б – конструкция этажа

Учеными из Швейцарской высшей технической школы г. Цюриха в рамках проекта Mesh Mould был разработан способ 3D-печати непрерывных конструкций для создания крупных геометрически сложных структур [2]. На начальной стадии разработчики использовали материал на основе полимеров, а на следующем этапе перешли на применение металлов. Исследователи занимаются разработкой инновационного процесса для роботизированного создания опалубки, что должно сделать возможным производство более сложных конструкций прямо на стройплощадке (рис. 2).

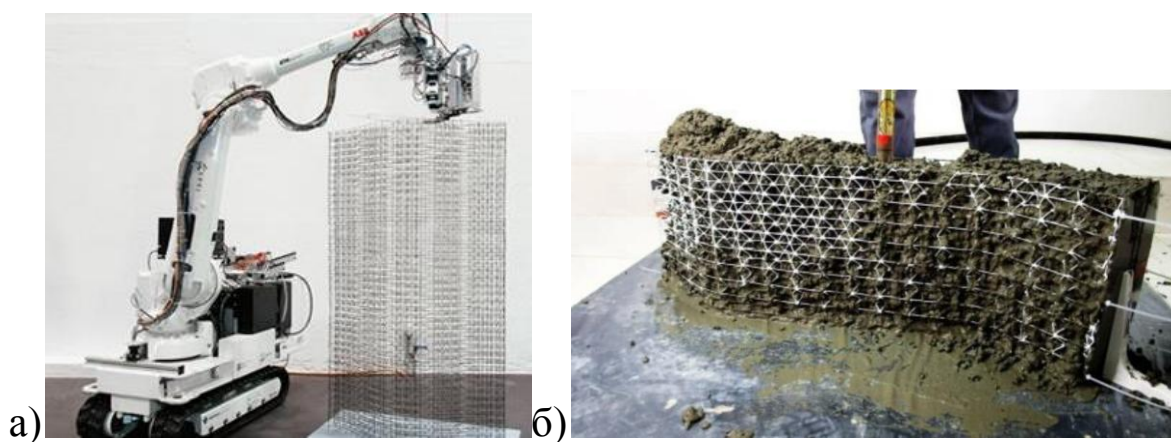


Рис. 2. Проект Mesh Mould: а – создание стального арматурного каркаса [2]; б – процесс укладки бетонной смеси [3]

На первом этапе проекта разработан процесс роботизированной подачи материалов, а на втором создана система 3D-печати, способная эффективно производить непрерывную металлическую конструкцию из стальной проволоки толщиной 3 мм, сведя отходы производства почти к нулю [3]. В проекте Mesh Mould осознано отказались от аддитивного производства методом послойной подачи материала. Технология производства похожа на ручки для 3D-печати, поскольку материал размещается на весу там, где он должен быть, что и позволяет создавать геометрически сложные конструкции.

Компания Branch Technology из г. Чаттануга, штат Теннесси, США объявила о подготовке к началу строительства 3D-печатного дома с использованием инновационного метода 3D-печати: 3D printing Cellular Fabrication (C-Fab) [4]. Конструкция готовых изделий размером до 3 м³, созданных посредством данной технологии, напоминает соты из ABS пластика, усиленного

углеродным волокном и производится с помощью промышленного робота Kuka KR 90. Полученные конструкции в дальнейшем заполняются традиционными недорогими строительными материалами (монтажная пена или бетон) для создания элементов здания (рис. 3).

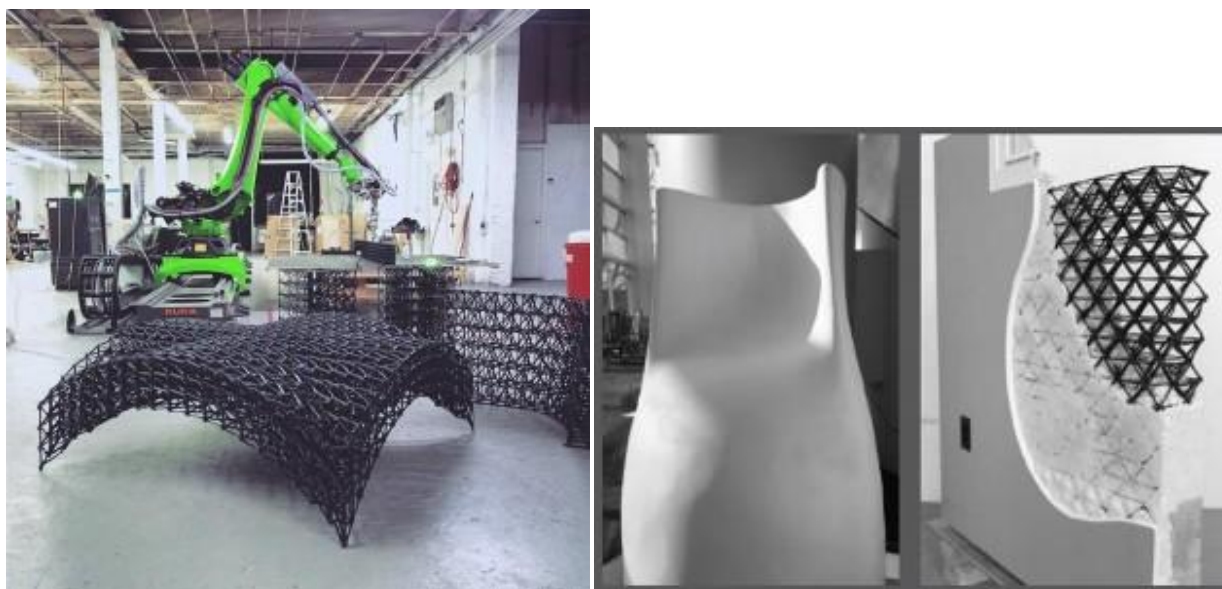


Рис. 3. Метод 3D printing C-Fab [3]: а – неметаллический арматурный каркас; б – фрагмент стены

Совершенно иной подход предлагает компания Emerging Objects [5] в своем проекте «дом будущего», получившем название «3D Printed House 1.0», на воплощение его в жизнь потребуется около года (рис. 4).

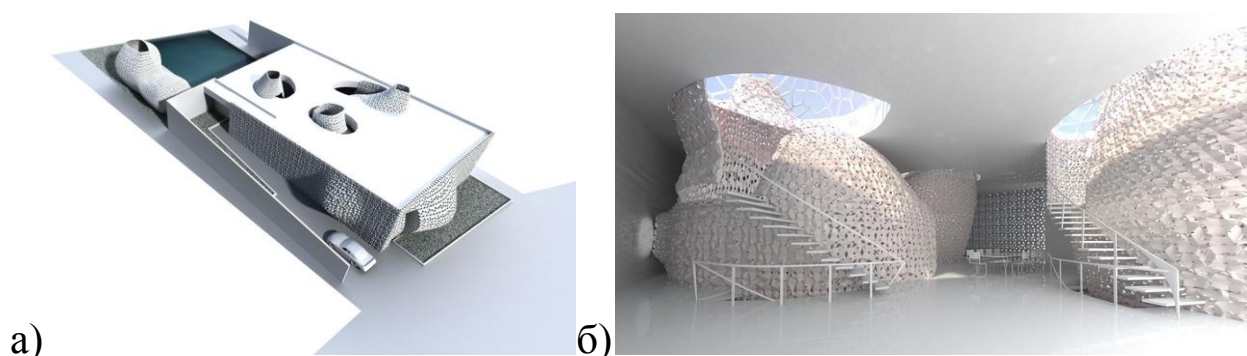


Рис. 4. Проект 3D Printed House 1.0 [5]: а – вид здания; б – внутренний объем (интерьер)

Концепция «3D Printed House 1.0», подразумевает, что ни каркас дома, ни полностью вся его внутренняя отделка не будут являться исключительно продуктами, изготовленными 3D-

принтером. При оформленні інтер'єра і во время ведення будівельних робіт допускається використання як класического способу виробництва, так і технології трьохмерної печаті декількома 3D-принтерами в зв'язці, кожен з яких відповідає за свою частину роботи. Зовнішній каркас житлового будинку виконують з використанням армованого цементного полімера, що володіє навіть кращими властивостями, ніж традиційний бетон [5].

Всі перераховані технології застосування 3D-принтерів в будівництві поки є лише проектами і потребують подальших досліджень для промислового запуску.

Література:

1. Сайт Universe Architecture -
<http://www.universearchitecture.com/landscapehouse/xoskt5thlwpeykzn3f9f1v3ufew1il>.
2. Сайт Проект Mesh Mould Metal -
<http://gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/e/forschung/316.html>.
3. Mesh Mould: Robotically Fabricated Metal Meshes as Concrete Formwork and Reinforcement. June 2015.
4. Сайт компанії Branch Technology -
<http://www.branch.technology/competition>.
5. Сайт компанії Emerging Objects -
<http://www.emergingobjects.com>.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ТОРКРЕТУВАННЯ ДЛЯ ПІДСИЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Гуленко І.І., ДМ-51-18, ХНАДУ

*Керівник проф. каф. МКіБМ Бугаєвський
С.О.*

Метод торкретування використовується при відновленні, реконструкції чи ремонті вже збудованих будівельних конструкцій.

Ремонтно-відновлювальні роботи житлового будинку за адресою вул. Слінько № 26, м. Харків [1] після вибуху проводилися способом мокрого торкретування при використанні технологічного комплексу обладнання з двопоршневим розчинобетонасосом [2, 3].

Першопричиною необхідності ремонтних робіт є результат вибуху природного газу, що призвело до утворення тріщини в несучій стіні. Для ліквідації тріщини, яка утворилася, застосували наступне рішення: розібрати зруйновану стіну, викласти цегляну кладку, залити плити перекриття та зв'язати несучу зовнішню стіну з внутрішньою за допомогою застосування арматурного підсилення, яке показано на рис. 1.

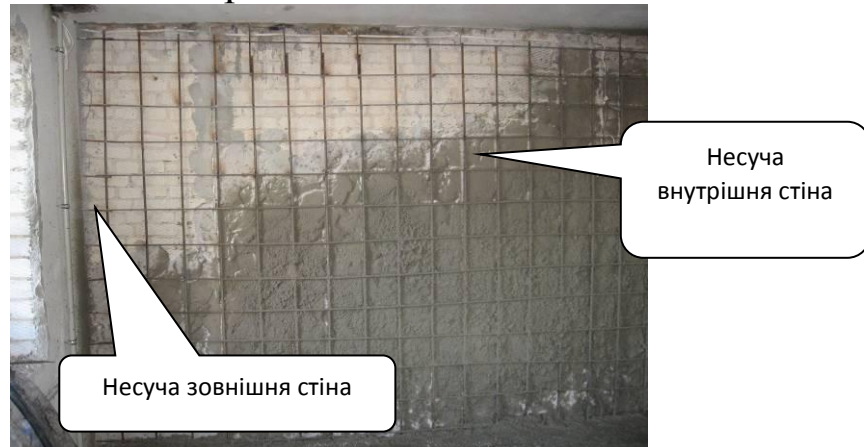


Рис. 1. Підсилення стін за рахунок додаткового армування [1]

Торкрет-роботи проводилися при підйомі розчинобетонасосу стріловим краном QY 70K за допомогою висувної телескопічної стріли (рис. 2, а). Стріловим краном ДЕК-401 подавалася бетонна суміш, яка готувалася в гравітаційному бетонозмішувачі та направлялася до розчинобетонасосу, який знаходився на підвісному майданчику (рис. 2, б).



Рис. 2. Технологічна схема виконання робіт: а – використання двопоршневого розчинобетонасосу; б – розчинобетонасос на підвісному майданчику [1]

Набризк бетонної суміші проводився за допомогою торкрет-сопла з кільцевим насадком, яким керував робочий, при переході з

поверху на поверх. Таким чином було відновлено несучу здатність будівлі. Було прийнято незвичайну технологічну схему подачі суміші, що сприяло пришвидшенню робіт. Вертикальний тип набризгу на армокаркас дав можливість відновити спільну роботу стін.

Сферичні об'єкти є рідкісним елементом в будівництві, оскільки являють собою криволінійну поверхню. Для виконання робіт з підсилення конструкцій монолітним бетонуванням необхідно виготовлення та застосування індивідуальної опалубки, що в багатьох випадках значно здорожчує загальну вартість виконання підсилення. Доцільно виконання підсилення за допомогою торкрет-технологій, тому що не потрібно застосування опалубки, а сама криволінійна конструкція служить поверхнею для набризку.

Практичне виконання такого типу робіт було виконано для підсилення основи купола Свято-Покровського собору (Харківська область, м. Чугуїв). (рис. 3). Нанесення бетонної суміші виконувалося набризком мокрим способом також за допомогою двопоршневого розчинобетонасоса з тарілчастими клапанами і торкрет-сопла з кільцевим насадком [1].



Рис. 3. Реконструкція Свято-Покровського собору в м. Чугуєві: а – конструкція куполу; б – місце підсилення монолітного поясу

Проведення торкрет-робіт мокрим способом здійснювалося наступним чином. Бетонна суміш виготовлювалася біля будівлі, що реконструюється, в бетонозмішувачі гравітаційного типу. Суміш вивантажувалася в цебер і автомобільним стріловим краном з висувною телескопічною стрілою здійснювалося перевантаження

його в розчинобетонасос. Підвісна платформа з цебром і розчинобетонасосом піднімалася до купола (рис. 4) і фіксувалася на дерев'яних лісах, встановлених по периметру купола.

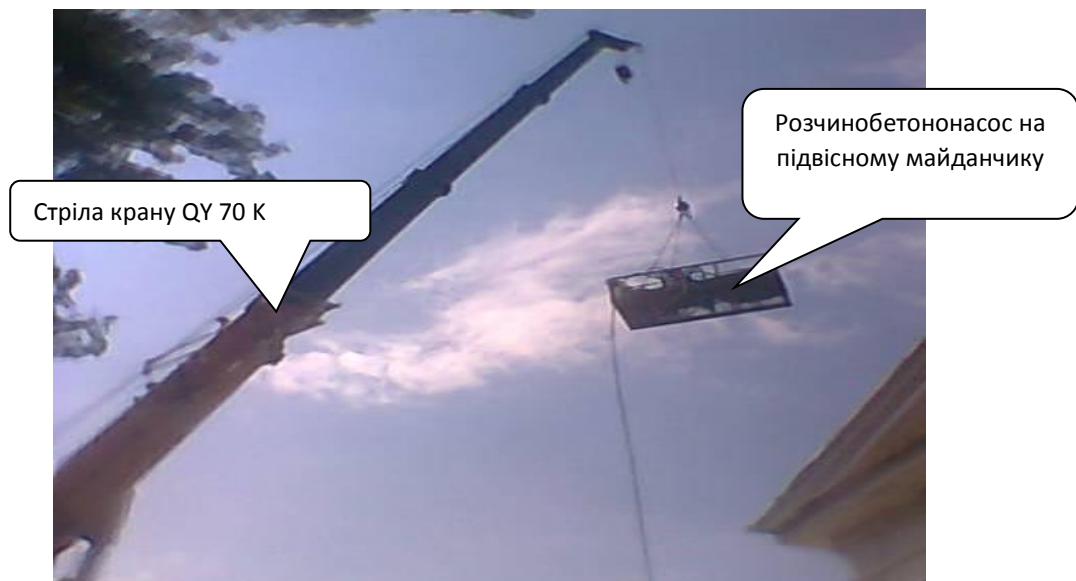


Рис. 4. Подача розчинобетонасосу до місця укладання бетонної суміші на підвісному майданчику [1]

Підсилення основи проводилося як з зовнішньої, так і з внутрішньої сторін купола. При проведенні підсилення з внутрішньої сторони собору суміш з розчинобетонасоса подавалася по гумовотканинному трубопроводу через віконний отвір в торкрет-сопло, за допомогою якого далі бетонна суміш наносилася на оброблювану поверхню. У торкрет-сопло подача стисненого повітря здійснювалася від стаціонарно встановленої біля будівлі пересувної компресорної установки. Загальний обсяг бетонної суміші, нанесеної на оброблювану поверхню, склав близько 4 м^3 . На рис. 5 представлено місце посилення основи купола. Нанесене покриття відповідає висунутим вимогам. Виконані торкрет-роботи підтвердили високу працездатність використаного устаткування, а також ефективність нанесення торкрет суміші на сферичні поверхні.

Доцільно зауважити, що при виконанні робіт з підсилення колони, на відміну від стін, площа нанесення бетонної суміші може бути значно меншою. Виходячи з цих обмежень, оператор повинен уміти доцільно організувати своє робоче місце, щоб максимально раціонально використовувати торкрет-суміш, а також час переходу від колони до колони. Потрібно і врахувати, що колони, як

конструктивні елементи, мають значну висоту, що ускладнює роботу з нанесення торкрет-суміші на поверхню, обробляється. Виходячи з заданих припущень, було виконано ремонтно-відновлювальні роботи з використанням мокрого способу набризку бетонної суміші при реконструкції колон в терміналі Харківського аеропорту (рис. 6).



Рис. 5. Основа купола після підсилення [1]



Рис. 6. Технологія виконання робіт: а – фрагмент несучої колони будівлі 1-го терміналу аеропорту; б – виконання робіт з підсилення колон [4]

Роботи проводилися із застосуванням крупнозернистої бетонної суміші. Таким чином, на колони був здійснений набрызк малорухомої бетонної суміші. Була досягнута поставлена мета і підтверджена ефективність проведення робіт запропонованим комплектом обладнання.

На основі проведеного аналізу можна зробити наступні висновки:

- торкрет-бетон – це ефективний будівельний матеріал, який має широке застосування в різних областях будівництва: при реконструкції будівель і споруд, зокрема, при їх ремонті та реконструкції; а також для підсилення конструктивних елементів;

- розроблене технологічне обладнання для мокрого способу торкретування пристосовано для підсилення будівельних конструкцій;

- метод торкретування мокрим способом може застосовуватися (порівняно з сухим) для ремонту, реконструкції та підсилення будівельних конструкцій.

Література:

1. Меленцов Н.А. Создание растворобетононасоса с повышенной пропускной способностью клапанных узлов и стабильной подачей бетонных смесей: дис. кандидата техн. наук: 05.05.02. / Меленцов Н.А. – Харьков, 2014. – 199 с.
2. Емельянова И.А. Двухпоршневые растворобетононасосы для условий строительной площадки / И.А. Емельянова, А.А. Задорожный, С.А. Гузенко, Н.А. Меленцов. – Харьков: Тимченко А.Н., 2011. – 196 с.
3. Емельянова И.А. Малогабаритное оборудование при выполнении торкрет-работ и транспортировании будвельных сумішей в условиях будвельного майданчика. – П.:ФО-П Рибалка Д.П., 2009. – 84 с.
4. Гузенко С.А. Малогабаритное оборудование для работы на крупнозернистых бетонных смесях в условиях строительной площадки: дис. кандидата техн. наук: 05.05.02. / Гузенко С.А. – Харьков, 2011. – 147 с.

ПИТАННЯ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ СПОРУД В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ ВІД НЕБЕЗПЕЧНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Бесараб І.С., ДМ -31-16, ХНАДУ

Керівник доц. каф. МКіБМ Смолянук Н.В.

Багаторічний досвід експлуатації ділянок земляного полотна автомобільних доріг Українських Карпат та розташованих на них штучних споруд, свідчить про їх недостатнє надійний та сумнівно економічно доцільний інженерний захист від небезпечних

геологічних явищ. Слід зазначити, що у Карпатах найпотужніша в Україні гідрографічна мережа, тому питання спорудження укріпних споруд виходять на першочергове місце.

Для гірських річок Карпат паводки різного генезу характерні протягом усього року [1]. Усього в регіоні протікає 9426 річок і протічків сумарною довжиною 19793 км. 153 річки мають загальну довжину 3545 км, із них чотири – Тиса, Боржва, Латориця і Уж мають довжину понад 100 км кожна. Оскільки Українські Карпати і Закарпаття зокрема належать до зливонебезпечних районів Європи, то тут завжди є потенційна небезпека виникнення повеней (рис.1.1).



Рисунок 1.1 - Рівень Тиси піднявся понад 8 метрів від нульової позначки

Повені та селеві потоки в гірських районах щорічно завдають великої шкоди: затоплюють, заносять мулом і галькою великі площі сільськогосподарських угідь, руйнують автомобільні дороги та залізниці, житлові та громадські будівлі, захисні споруди на річках.

Досвід боротьби з повенями за кордоном свідчить про наступне:

- на гірських ріках у районах з великою кількістю опадів, у зв'язку з інтенсивним вирубуванням лісу, що має місце на схилах гір, повені поступово перетворюються на селеві потоки;
- дамби обвалування, розчищення русел і укріплення берегів рік і укосів автомобільних доріг капітальними типами споруд вимагають

щорічних великих витрат для підтримування їх у робочому стані, та не є надійним засобом захисту територій від затоплення, а берегів рік і укосів земляного полотна від – руйнувань;

- протягом останніх десятиріч у гірських районах економічно розвинутих країн для боротьби з повенями і селевими потоками широко застосовують регулювання стоку за допомогою водосховищ, а також будують наносозатримуючі та захисні дамби.

Для боротьби з повенями і селевими потоками в Карпатах будують на великих площах дамби обвалування, берегозахисні та регуляційні споруди, але їх застосування, особливо в умовах селевих потоків, малоефективне.

Сучасні природно-історичні умови Карпатського регіону України і перспективи його подальшого розвитку вимагають докорінної заміни методів боротьби з повенями, основну увагу слід приділяти регулюванню стоку повеневих вод, боротьбі з ерозією, одночасно здійснюючи випрямні та берегозахисні роботи в межах передгірської частини території [2]. Крім того, слід мати на увазі, що навіть побудувавши водосховища, передбачені розробленою декілька десятиріч назад «Схемою регулювання і комплексного використання ресурсів гірських Українських Карпат», вони охоплюють лише біля 35% площі річкового басейну цього регіону, а об'єм водосховищ дозволить регулювати менше 60% повеневого стоку власної площі водозабору. Повеневий стік з 65% площі гірських і передгірських рік зовсім не буде регулюватися, а тому загроза повеней не зникне.

Серед великої різноманітності типів і форм річкових споруд укріплення [3], побудованих на автомобільних дорогах Українських Карпат, можна виділити: монолітні бетонні стіни; підпірні стіни з бетону і залізобетону; бетонні і залізобетонні облицювання укосів; габіонові, зрубів споруди; споруди з каменю, банкети з кам'яного накиду.

Слід зазначити, що в Карпатах побудовано ряд річкових укріпних споруд, практику роботи яких можна використати для розробки раціональних конструкцій укріпних та регуляційних споруд для гірських районів України. На території Українських Карпат протягом тривалого часу успішно експлуатуються стіни з габіонових ящиків (рис. 1.2) і матраців різних розмірів, побудовані укріпні споруди служать більше 35 років.



Рисунок 1.2 – Захист берегів р. Дусинка на Міжгірщині

Вивчення роботи русел рік Українських Карпат і передгір'їв, характеру руйнувань, які мали місце при значних повенях у ХХ сторіччі, показало, що одна з основних причин руйнувань багатьох капітальних типів укріпних споруд - це нездатність пристосовуватися до можливих деформацій дна річки внаслідок місцевих і загальних розмивів. Досвід успішного використання накиду з великогабаритного каміння привів до створення камененакидних захисних покриттів обтиснутого профілю на шарі зворотного фільтру. Ці споруди – штучні аналоги природних обвальних берегів.

Окрім проблем, викликаних повенями, значною мірою ускладнюють експлуатацію гірських доріг зсувні явища на схилах. У районах Українських Карпат зсувні ділянки є а автомобільних дорогах Львів - Ужгород, Чернівці -Нижанковичі, Міжгір'я - Синевір , Рахів - Нижні Ворота та ін. Зсуви природних схилів розвиваються внаслідок сукупної дії ряду пасивних і активних причин. Перші сприяють утворенню зсувів, другі безпосередньо їх викликають.

Основний вид деформації узбіч гірських автомобільних доріг – локальні просідання зі збільшенням їх поперечних ухилів і значним зменшенням ширини, з пошкодженням конструкцій захисних засобів. На гірських автомобільних дорогах України при проведенні робіт з реконструкції і ремонту, при яких розширюється земляне полотно, необхідно дотримуватися наступних правил:

нарізувати уступи на укосах; відсипати ґрунт пошарово, а не «під укіс»; укосам насипу надавати проектну перемінну стрімкість. Доцільно застосовувати протизсувні споруди з буронабивних паль довжиною 20 – 30 м в комплексі з іншими заходами з забезпечення водовідводу і осушення [4].

Велике значення для забезпечення стійкості конструкцій, прокладених в зсувних районах, має належне утримання протизсувних і водовідвідних споруд, а також догляд за земляним полотном, дорожнім покриттям, штучними спорудами. Постійному контролю підлягають підпірні стінки (рис. 1.3). Засмічені застійні дренажі необхідно регулярно прочищати і промивати. При просіданні ґрунту за стіною, місце осідання засипають, щоб запобігти застою води. У кожному районі, де розвинені зсувні явища, необхідно чітко визначити межі зсувної зони, в якій повинен діяти спеціальний режим, що передбачає загальні правила збереження схилів у стійкому стані (заборона розміщення комунікацій, оранки, вирубування дерев і чагарників, випасання худоби та ін.).



Рисунок 1.3 – Руйнування підпірної стінки на перевальній ділянці автомобільної дороги Міжгір'я -Колочава-Буштино (Синевирський перевал)

Немалою проблемою Українських Карпат є водяна ерозія – руйнування і змив водою часток ґрунту. Основний напрямок боротьби з ерозією – це планомірне здійснення комплексу організаційно-господарських і агротехнічних лісомеліоративних і

гідротехнічних заходів. На крутих схилах для регуляції поверхневого стоку застосовують терасування. Останнім часом застосовують східчасті тераси, які влаштовують горизонтальними, з прямими та зворотнім уступами. Тераси є не тільки засобом затримання на схилах води і припинення ерозії, але й одним зі способів залучення ерозійних земель в інтенсивне сільськогосподарське використання: їх можна використовувати для вирощування сільськогосподарських культур чи лісопосадок. Гідротехнічні споруди застосовують у тих випадках, коли наведені вище заходи не дають достатнього ефекту для припинення ерозійних процесів.

Аналізуючи вищесказане, можна сказати, що проблема спорудження укріпних споруд в Українських Карпатах є складною, специфічною і актуальною. На теперішній день цій проблемі не приділяють належної уваги, недостатньо нормативних документів та рекомендацій по проектуванню, будівництву й експлуатації таких споруд на гірських автомобільних дорогах України.

Література:

1. Гірські автомобільні дороги України. Захист гірських автомобільних доріг/ [Герасимчук В.О., куцик М.Д., Притулінський О.Д. та ін.]. – Коломия.: 1998 – 348 с.
2. Удосконалення методів захисту від стихійних лих на автомобільних дорогах у місцевості / [Угненко С.Б., Матлахов І. М., Тимченко О.М., Глобенко В. К.] - Харків: ХНАДУ, 2010. – 120 с.
3. Гайдукевич В.А. Штучні споруди на дорогах: навчальний посібник / В.А. Гайдукевич, О.В. Жеребятьєв. – Рівне: НУВНП, 2011. – 258 с.
4. Защита от опасных геологических процессов. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от сдвигов и обвалов. Основные положения : ДСТУ В.1.1-3-97. – [Чинний від 1999-01-01]. – К.: Держбуд України, 1999. – 121 с. – (Національний стандарт України).

ЗАСТОСУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ З АРМОВАНОГО ҐРУНТУ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ БОРТІВ КОТЛОВАНІВ

Гіріна К.П., ДМ -41-15, ХНАДУ

Керівник доц. каф. МКіБМ Смолянчук Н.В.

Армування ґрунту – порівняно новий метод укріплення слабких мало-зв'язних ґрунтів, який вже знайшов широке розповсюдження у всьому світі в основному на об'єктах транспортного будівництва, а саме у метробудуванні.

Сутність цього виду кріплення полягає в тому, що для забезпечення стійкості крутих схилів або вертикальних стін котловану в ґрунт забивають, або вдавлюють, або встановлюють на розчині в свердловини стрижні з арматурної сталі або інших матеріалів (рис.1.1). Укріплена таким чином частина ґрунтового масиву утворює своєрідну підпірну стінку, яка здатна витримати навантаження не тільки від власної маси, а й від зовнішніх статичних і динамічних навантажень, що діють на поверхні поблизу стін котловану.

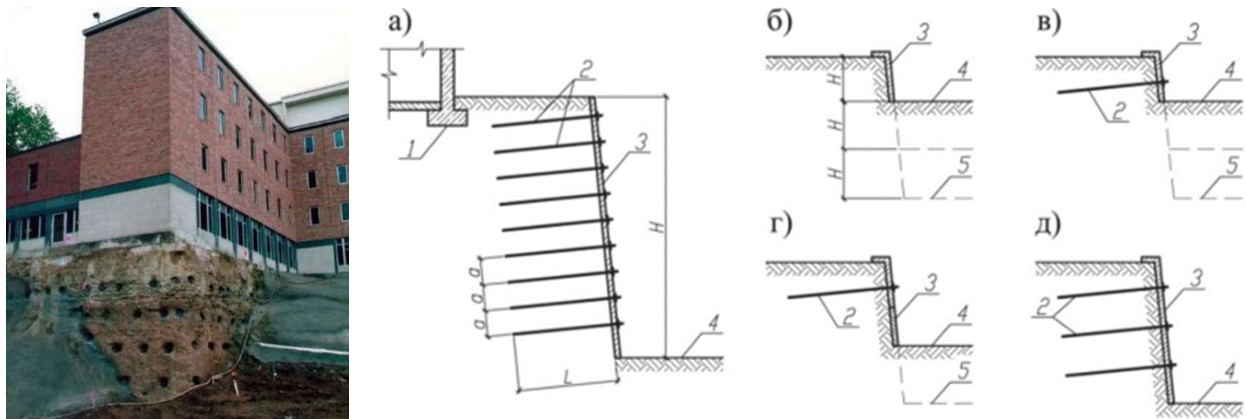


Рисунок 1.1 – Схема нагельного кріплення (а) та етапи його зведення (б-д)

1 - фундамент будівлі; 2 - армуючі стержні (нагелі); 3 - набризкбетонне покриття; 4 - дно котловану; 5 - контур котловану; а - шаг нагелів; L - довжина нагелів; Н - глибина котловану

В даний час терміном «армований ґрунт» прийнято називати будівельний матеріал, який застосовується в конструкціях, запропонованих Анрі Відалем і побудованих шляхом пошарової відсипання ґрунту з установкою арматури з смугової сталі або синтетичних матеріалів. Вперше така конструкція з армованого

грунту знайшла своє застосування у Франції в 1964 році [1]. У 70-х роках для армування ґрунту почали застосовувати щільні синтетичні неткані матеріали – геотекстилі (дорніт, бідім). Прошарок з геотекстиля використовують для насипу і його укисної частини (рис.1.2). Такий прошарок укладається так, щоб він перетинав потенційну поверхню ковзання і працював на розтяг у випадку небезпеки зсуву сповзаючого ґрунту по поверхні ковзання.



Рисунок 1.2 – Технічні рішення, реалізовані за допомогою георешіток Маккафери

Значне застосування «армованого ґрунту» знайшло при будівництві підпірних стінок [2]. Так у Франції подібні підпірні стінки широко застосовуються на автомагістралях. Наприклад, на автомагістралі А8 (Німеччина) споруджена підпірна стінка довжиною 1000 м та висотою 7м. У США зведена підпірна стінка з «армованого ґрунту» довжиною 330 м і висотою до 8,4 м. Облицювання стінки виконано бетонними панелями розмірами 1,5х1,5м. Стінка армована смугами зі сплаву алюмінію і магнію. В Японії для армування ґрунту широко застосовуються сітки з полімерних матеріалів, що укладаються при пошаровому відсипанні насипів. Зокрема, такими сітками армовані багато ділянок залізничних насипів на високошвидкісній магістралі Токіо-Осака. Висота цих насипів досягає 10 – 12 м, проте стійкість їх при такому кріпленні цілком задовільна. В останні роки підпірні армоґрунтові конструкції застосовуються і при будівництві мостів, зокрема для зведення мостових устоїв.

Одним з перших прикладів застосування стрижневого кріплення в метробудуванні є досвід будівництва відкритим способом станції метрополітену в 1974р. у Франції. Для зміцнення

укосів котловану сталеві стрижні забивалися в ґрунт без попереднього буріння і цементації свердловин. Надалі були розроблені основи технології стрижневого кріплення, що передбачають установку стрижнів шляхом забивання їх в ґрунт з одночасним цементуванням під великим тиском.

Починаючи з середини 80-х років в Німеччині, Франції, Австрії, США, Канаді щорічний обсяг будівництва з застосуванням конструкцій з «армованого ґрунту» досяг 20000 м² закріплених поверхонь об'єктів різного призначення, в тому числі і при спорудженні тунелів і станцій метрополітенів.

В підземному будівництві поширене горизонтальне армування ґрунтів (рис.1.3). Посилення бортів котлованів горизонтальними або малонахиленими стрижневими армуючими елементами отримало назву нагельного кріплення [3]. Аналогічне (по суті механічної роботи) посилення ґрунту попереду забою підземної виробки найчастіше називають армуванням чола забою. За кордоном саме ця технологія відома як «Clouage des Sols» (Франція), «Bodenvernagelung» (Німеччина), «Tu Ding Fa» (Китай), «Paku Tanah» (Малайзія), «Passive anchor» (Італія) і ін.

На практиці, нагельне кріплення доцільно застосовувати для котлованів глибиною до 12 – 16 м в зв'язних пилювато-глинистих ґрунтах (супіски, суглинки, глини) різної (крім текучої) консистенції, здатних утримувати на період зведення захисного покриття відкис заданої крутизни.

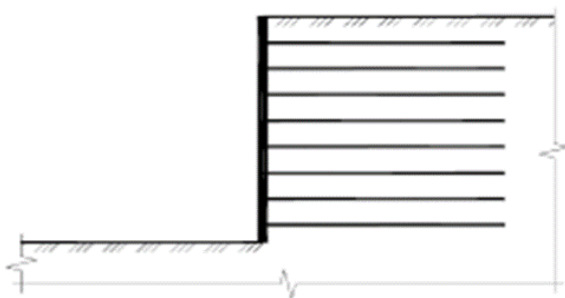


Рисунок 1.3 – Загальна схема горизонтального армування при будівництві котлованів

Нагельне кріплення ґрунтового масиву можна умовно розділити на три основні типи [3]. Тип А: переважно використовується при нахилах бортів котлованів від 70° до 90° до горизонталі. Будівництво і монтаж конструкцій здійснюється

поетапно в напрямку «зверху-вниз», де на кожній виїмці здійснюється набризг-бетонування по сітці для забезпечення локальної стійкості борта котловану від осипання. Тип Б: використовується при кріпленнях похилих бортів котлованів з нахилом меншим 70° до горизонталі. В основному використовується при посиленні дорожніх насипів для підвищення їх стійкості. Облицювання використовується переважно для захисту поверхні схилу від ерозійних і атмосферних процесів. Тип В: тут визначальним є конструкція, яка утримує борт котловану від обвалення. В даному типі підтримуюча стінка зводиться до початку будівельно-монтажних робіт, пов'язаних з розробкою ґрунтового масиву, а нагелі занурюються в ґрунт вже в процесі розробки котловану. Залежно від жорсткості підтримуючої стінки, можлива різна робота нагелів в ґрунтовому масиві.

В останній час у підземному транспортному будівництві в якості нагельного кріплення використовують композиційну склопластикову арматуру.

Попередні розрахунки показують, що в порівнянні з пальовим розпірним кріпленням стержньове кріплення дає економічний ефект від 30 до 40%, вдвічі підвищуючи продуктивність праці [4]. Крім того, нахил стрижнів може істотно впливати на формування зовнішніх зусиль на армуючий елемент, а також і на величину утримуючого тиску.

Література:

1. Brau, G. Recommendations for design and analysis of Earth structures using geosynthetic reinforcements – EBGeo / Ernst & Sohn GmbH & Co. KG. – Germany. – 2011. – 313 pp.
2. Споруди транспорту. Армоґрунтові підпірні стінки для автомобільних доріг: ГБН В.2.3-218-548:2010. – [Чинний від 23.12.2010] – К. Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2010. – 39 с.
3. СТО-ГК Трансстрой-013-2007 Нагельное крепление котлованов и откосов. – М.: ООО «Центр Трансстройиздат», 2007. – 44с.
4. Фролов, Ю.С. Метрополитены / Ю.С. Фролов, Д.М. Голицинский, А.П. Ледяев; под ред. Ю.С. Фролова. – М.: Желдориздат, 2001. – 528 с.

РАСЧЁТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЧЕНИЙ ГЛАВНЫХ БАЛОК РАЗНЫХ ТИПОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SMATH

*Колесник В.М., Нагорный Д.Р., А-15т1-18, ХНАДУ,
Руководитель ст.преп. каф. МКБМ Лысяков И.Н.*

Цель работы: проведение расчёта с использованием математической системы Smath Studio Desktop и модернизации учебного процесса.

В последнее время появилась возможность преодолеть трудности с использованием системы MathCAD - лицензионной, дорогой программы, заменив её на бесплатный аналог – Smath Studio Desktop (далее Smath).

Система Smath имеет удобные инструменты для построения графиков, а также позволяет с помощью библиотеки функций и элементов встроенного программирования сравнительно легко решить любую задачу по сопротивлению материалов и строительной механике, а также оформить результаты в наглядном виде, затратив меньше времени.

В данной работе предлагаем следующее:

1. Разработана программа для расчёта момента инерции поперечного сечения главной балки в виде Smath -программы.
2. Проведено апробирование и тестирование разработанной программы для расчёта сечений разных типов.

Содержание рассматриваемой задачи.

Целью данной работы, является расчёт осевого момента инерции поперечного сечения главной балки пролетного строения с использованием Smath. Осевой момент инерции поперечного сечения является одной из основных характеристик для выполнения расчетов пролетных строений при использовании пространственных методов [1,2].

Объектом расчёта являются бетонная балка со стальным армированием (рис.1).

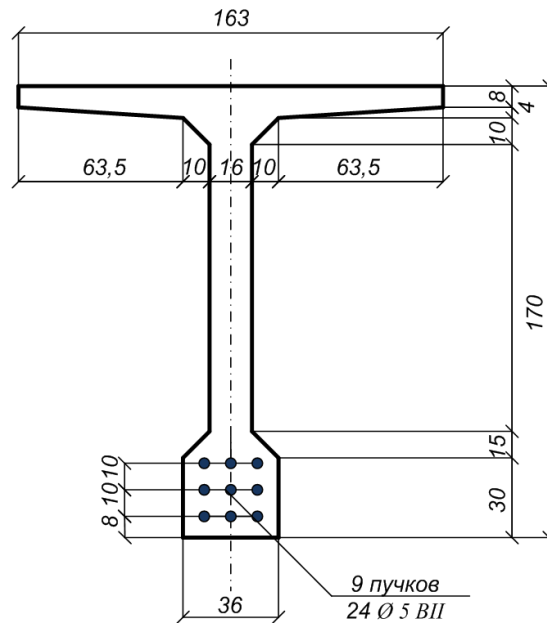


Рис. 1. Сечение с размещением предварительно напряженной арматуры

Для расчета момента инерции поперечного сечения главной балки вначале необходимо рассмотреть приведенное сечение (площади фактического и приведенного сечений равны – рис.2).

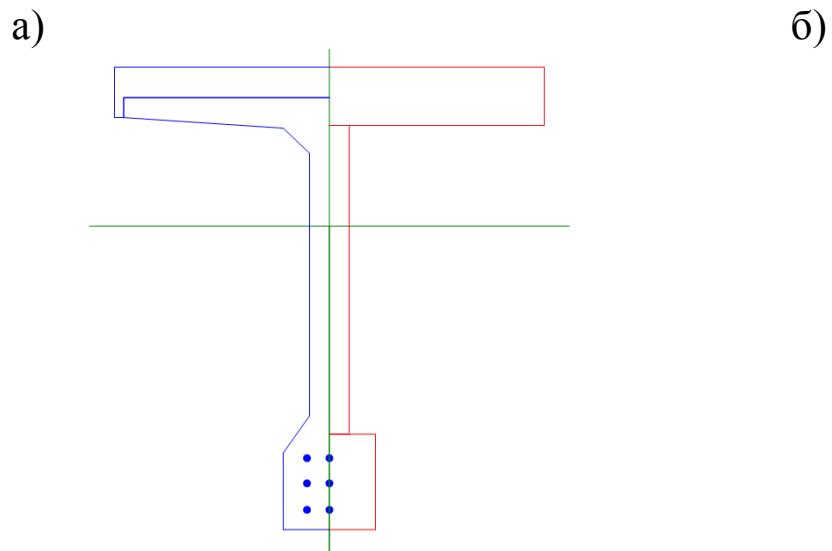


Рис. 2. Поперечное сечение главной балки:
а - фактическое; б – приведенное.

Вначале определяем:

а) приведенные толщины:

- верхней плиты h_1 ;

- нижней плиты h_3 ;

б) высоту ребра балки $h_2 = h - h_1 - h_3$.

Проводим контроль равенства площадей фактического и приведенного сечений без армирования.

Затем определяем площадь, статический момент относительно нижней грани приведенного поперечного сечения с учетом арматуры, применяя коэффициент редукции n_1 .

$$n_1 = \frac{E_p}{E_b},$$

где E_p - модуль упругости предварительно напряженной арматуры;

E_b - модуль упругости бетона.

После этого определяем расстояние от центра тяжести сечения до нижней и верхней граней сечения

$$y_{нг} = \frac{S_{нг}}{A_{np}}; \quad y_{вг} = h - y_{нг},$$

где $S_{нг}$ - статический момент относительно нижней грани приведенного поперечного сечения с учетом арматуры;

A_{np} - площадь приведенного поперечного сечения с учетом арматуры.

Для определения момента инерции приведенного сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести, вначале определяем момент инерции пучков арматуры относительно центра тяжести девяти пучков арматуры, учитывая расстояние между рядами пучков арматуры. Затем определяем момент инерции относительно центра тяжести приведенного поперечного сечения с учетом арматуры, применяя коэффициент редукции n_1 . Для второго типа сечения взято из [3]. Переключение для различных типов сечений производится с помощью параметра *ii* (рис.3).

По приведенному алгоритму разработана программа в виде Smath -программы. Далее на рис.3 и 4 представлены фрагменты Smath – программы:

Рис.3 – Блок расчета;

Рис.4 – Блок задания исходных для расчета, результаты расчета и рисунки фактического и приведенного сечения (тип-1);

Рис.5 – Блок задания исходных для расчета, результаты расчета и рисунки фактического и приведенного сечения (тип-2).

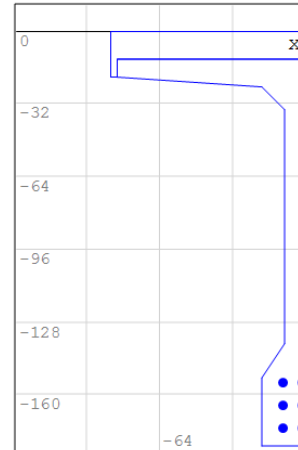
$$h_2 = 121,68$$
$$J_r = 2,949 \cdot 10^7$$

Фрагмент программы с графическими процедурами из-за громоздкости не приводится.

Геометрические характеристики для главных балок (методичка)

Ввод данных

$d = 170$ - расстояние между осями гл. балок, в см;
 $h_p = 20$ - толщина плиты, в см;
 $h = 182$ - высота сечения, в см;
 $b_1 = 163$ - ширина верхней части сечения, в см;
 $b_2 = 16$ - ширина средней части сечения, в см;
 $b_3 = 36$ - ширина нижней части сечения, в см;
 $b_{1_1} = 36$ - горизонтальные размеры для верхней части сечения, в см;
 $h_{1_1} = 20$
 $h_{1_2} = 4$ - вертикальные размеры для верхней части сечения, в см;
 $h_{1_3} = 10$
 $b_{3_1} = 36$
 $b_{3_2} = 36$ - горизонтальные размеры для нижней части сечения, в см;
 $h_{3_1} = 15$ - вертикальные размеры для нижней части сечения, в см;
 $h_{3_2} = 30$
 $n_1 = 4,74$ - редуцированный коэффициент ($E_b = 36000 \text{ МПа}$, $E_p = 196000 \text{ МПа}$);
 $np = 9$ - количество пучков арматуры;
 $na = 24$ - количество арматуры в пучке; $ha = 10$ - расстояние между рядами;
 $da = 0,5$ - диаметр арматуры, в см; $ha_ := 8$ - расстояние до нижнего ряда;
 $ya = 18$ - расстояние от цт пучков арматуры до нижней грани сечения, в см;
 $r = 30$ - радиус галтели сечения (верх), в см;
 $r_1 = 20$ - радиус галтели сечения (низ), в см;
 $h_{r1} = 31,3$ - вертикальный размер галтели сечения (низ), в см;



Расчет

$h = 182$ $h_1 = 22,82$ $h_2 = 121,68$ $h_3 = 37,5$
 $h_p = 20$ $b_{1p} = 170$ $b_2 = 16$ $b_{3_} = 36$
 $h_{1_1} = 8$

$J_r = 2,949 \cdot 10^7$
 $y_{nr} = 119,58$

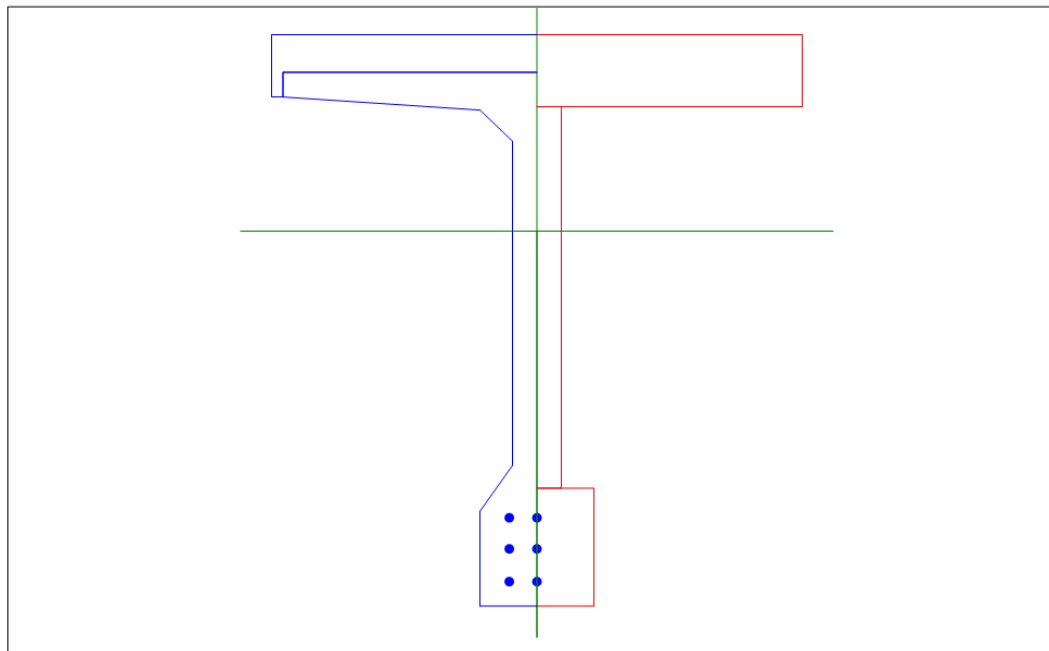
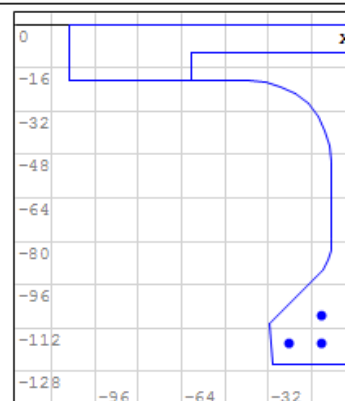


Рис.4 – Блок задания исходных для расчета, результаты расчета и рисунки фактического и приведенного сечения (тип-1)

Геометрические характеристики для главных балок (методичка)



$d = 210$ - расстояние между осями гл. балок, в см;
 $h_p = 20$ - толщина плиты, в см;
 $h = 125$ - высота сечения, в см;
 $b_1 = 120$ - ширина верхней части сечения, в см;
 $b_2 = 16$ - ширина средней части сечения, в см;
 $b_3 = 62$ - ширина нижней части сечения, в см;
 $b_{1_1} = 76$ - горизонтальные размеры для верхней части сечения, в см;
 $h_{1_1} = 20$
 $h_{1_2} = 0$ - вертикальные размеры для верхней части сечения, в см;
 $h_{1_3} = 30$
 $b_{3_1} = 62$
 $b_{3_2} = 59$ - горизонтальные размеры для нижней части сечения, в см;
 $h_{3_1} = 23$ - вертикальные размеры для нижней части сечения, в см;
 $h_{3_2} = 15$
 $n_1 = 5,44$ - редуцированный коэффициент ($E_b = 36000 \text{ МПа}$, $E_p = 196000 \text{ МПа}$);
 $n_p = 11$ - количество пучков арматуры;
 $n_a = 24$ - количество арматуры в пучке;
 $d_a = 0,5$ - диаметр арматуры, в см;
 $y_a = 18,91$ - расстояние от цт пучков арматуры до нижней грани сечения, в см;
 $r = 30$ - радиус галтели сечения (верх), в см;
 $r_1 = 20$ - радиус галтели сечения (низ), в см;
 $h_{r1} = 31,3$ - вертикальный размер галтели сечения (низ), в см;



$h = 125$ $h_1 = 21,99$ $h_2 = 76,12$ $h_3 = 26,89$
 $h_p = 20$ $b_{1p} = 210$ $b_2 = 16$ $b_{3_} = 60,5$
 $h_{1_1} = 10$

$J_r = 1,465 \cdot 10^7$
 $y_{нг} = 81,71$

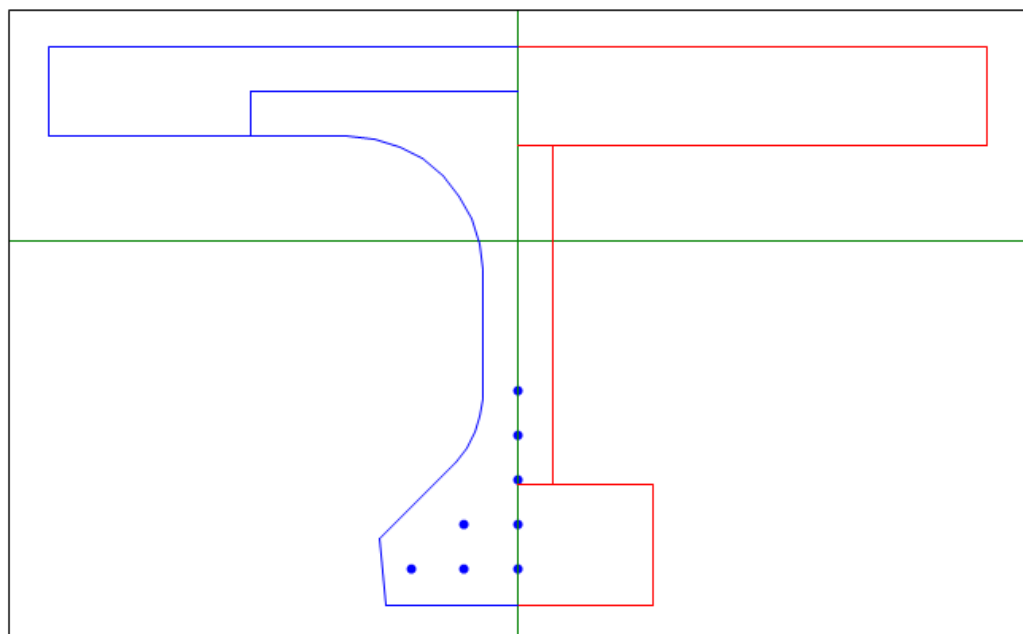


Рис.5 – Блок задания исходных для расчета, результаты расчета и рисунки фактического и приведенного сечения (тип-2)

Выводы: Данная программы и методика решения позволяют сократить время на выполнения расчета для различных типовых

проектов и облегчить проверку правильности решения, однако требует освоения некоторых приёмов для работы в системе Smath Studio Desktop.

Литература

1. Семенец Л.В. Пространственные расчеты плитных мостов. – Киев: Вища школа, 1976. – 164 с.
2. Кожушко В.П. Моделювання прольотних мостів. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 196 с.
3. Краснов С.М., Кожушко В.П., Бугаєвський С.О., Безбабічева О.І. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Мости і споруди на автодорогах» (розділ «Розрахунок прольотної будови») – Харків: ХНАДУ, 2010. – 80 с.

ИСКУССТВЕННОЕ УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

Слюср М. , ДМ-31, ХНАДУ

Руководитель доц. каф МКиСМ Бережная Е.В.

Закрепление грунтов получило распространение в строительной сфере. С помощью данного процесса строят промышленные и жилые здания, а также подземные, дорожные, горные гидротехнические сооружения.

Искусственное закрепление грунтов применяется в сложных геологических и гидрогеологических условиях с целью создания водонепроницаемых ограждений при отрывке котлованов и траншей, при строительстве промышленных и гражданских зданий на просадочных грунтах, для укрепления откосов выемок дорог, в качестве противооползневых мероприятий, при проходке горных выработок, создании противодиффузионных завес в основании гидротехнических сооружений, для защиты бетонных сооружений (фундаментов) от воздействия агрессивных промышленных вод, для увеличения несущей способности свай и опор большого диаметра и т. д. а также для укрепления оснований фундаментов, дорожных и аэродромных покрытий.

В строительстве применяется глубинное (на несколько метров) и поверхностное (на глубине менее 1 м) закрепление грунта. При поверхностном закреплении грунт рыхлится вспашкой или другим способом, перемешивается с вяжущим и затем

уплотняется. Для поверхностного закрепления иногда применяют солевую стабилизацию, известкование, вводят гранулированные добавки и др. В случае глубинного закрепления естественное сложение грунта не нарушают, а закрепление производят другими методами.

Все методы укрепления можно условно разделить на три основные группы: физико-химические, конструктивные и механические. В свою очередь физико-химические разделяют на: инъекционные методы, термическое закрепление грунтов, искусственное замораживание и укрепление с помощью электрического тока. Механические методы включают в себя: поверхностное уплотнение грунтов и глубинное уплотнение. К конструктивным методам относят: устройство грунтовых (песчаных) подушек, армирование грунта и ограждение грунта.

В настоящее время в Украине наблюдается увеличение числа зданий различного назначения, находящихся в кризисном (аварийном) состоянии. Это обусловлено оползневыми явлениями, поднятием уровня грунтовых вод, критическим состоянием подземных коммуникаций (канализация, водопровод, теплотрассы) и др., что приводит к разрушению фундаментов, стен (появление трещин), перекрытий, снижению их несущей способности и, как следствие, - к аварийности зданий. Эти проблемы так же решаются путем укрепления грунтов основания.

До последнего времени рекомендовались к применению следующие способы и методы выполнения укрепительных работ: подведение свай различных видов; устройство сплошной бетонной или железобетонной плиты под здание или устройство под ленточными или отдельно стоящими фундаментами опорных элементов; укрепление грунтов путем их силикатизации или с применением синтетических смол (смолизация).

Перечисленные способы имеют ряд недостатков.

При забивных сваях – выполняется большой объем земляных работ, что увеличивает стоимость производимых работ и требует свободного пространства над закрепляемым основанием, кроме этого – необходимо применение ударных или вибрационных машин и механизмов, что может вызвать опасные деформации и даже разрушения зданий как ремонтируемых, так и рядом стоящих. Для выполнения работ требуется громоздкое оборудование, что резко снижает область применения данного способа (нельзя

производить работы внутри зданий, а при укреплении фундаментов работы можно выполнить только снаружи и при этом не достигается необходимый результат. При сваях вдавливания – из-за необходимости создания отпора домкратов, возможны необратимые разрушения ремонтируемых зданий. При буронабивных сваях – необходимо применение крупногабаритного оборудования, что ведет к частичной разборке ремонтируемых зданий и сооружений, а, следовательно, к увеличению, как сроков производства работ, так и их стоимости.

Смолизация массива грунтов основания как правило имеет высокую стоимость исходных материалов и работ по нагнетанию их в грунт не может применяться. Экологически опасна в применении.

Имея высокую стоимость выполнения работ силикатизация не повышает несущей способности массива грунтов основания и не является экологически чистым процессом. Область применения смолизации и силикатизации резко ограничена конкретными инженерно-гидрогеологическими условиями района.

Из вышеприведенного – очевидно, что все указанные способы отличаются весьма продолжительными сроками выполнения укрепительных работ, высокой их стоимостью (применение крупногабаритного и энергоемкого оборудования), экономическими потерями из-за остановки функционирования ремонтируемого объекта, а также невозможностью их применения при проведении укрепительных работ в стесненных условиях в особенности в подвалах зданий различного назначения (габариты оборудования не позволяют).

В Украине разработан, закреплен патентом и широко применяется на практике новый метод укрепления оснований фундаментов и стабилизации осадок зданий различного назначения. Сущность нового метода заключается в укреплении массива грунтов основания и фундаментов инъектированием в них отверждающихся растворов повышенной седиментационной устойчивости, проникающей способности и высокой несущей способности, на основе портландцементов и стабилизирующих добавок. Отличие предлагаемого метода от известных способов инъектирования состоит в том, что нет необходимости бурить скважины больших диаметров, а значит отпадает надобность в громоздком оборудовании (используется ручной и малогабаритный

инструмент) и появляется возможность работать в стесненных условиях в том числе и в подвалах зданий, что повышает эффективность закрепления. Кроме этого, благодаря составляющим закрепляющего раствора, а также особенностям его нагнетания в грунт, значительно повышается его проникающая способность (проникновение в микротрещины закрепляемого массива, что невозможно при обычных методах инъектирования), что увеличивает закрепляемую область и значительно снижает число пробуриваемых скважин, а следовательно уменьшает стоимость работ. Так же характерна более высокая, по сравнению с другими методами, прочность тампонажного камня, а значит увеличение несущей способности закрепленного основания

Суть инъекционного метода МИКРОСВАЯ-АНКЕР «ГЕОКОМПОЗИТ» заключается в инъектировании в основу проседающих или разрушающихся фундаментов специальными гелеокомпозиатами «MONOLIT» через скважины малых диаметров (от 15 до 50 мм) под давлением от (0,4 до 1,1 МПа), в результате чего происходит армирование массива в радиусе 0,3-0,6 метра от инъектора в процессе нагнетания инъекционных составов, формируя жесткий армирующий каркас, обеспечивающий устойчивость сооружений.

Инъекторы не извлекаются, выполняя функцию микросвая-анкер передавая нагрузку на нижерасположенные плотные слои грунта с дополнительной несущей способностью. Таким образом, в результате инъекционных работ формируется новая система «фундамент + микросваи + укрепленный грунт» представляет собой новое природно-техногенное творение, которое, владея высокой степенью жесткости и хаотической структурой с высокими несущими характеристиками, напоминает корень дерева, где скважина инъектор – ствол, в которой телом является сжатая почва, а скелетом — затвердивший раствор.

Применяется при: незначительных повреждениях фундамента, например, при возникновении в основании неконструктивных трещин, пустот и пор; при увеличении несущей нагрузки на фундамент; при штатном износе фундамента под действием времени; при необходимости закрепить «текучий» грунт; данный метод помогает устранить полости в основании, а также увеличить несущую способность – после инъектирования «разрозненные» части фундамента связываются, повышая прочность на сжатие,

прилегающий к основанию грунт замоноличивается, а опорная площадь фундамента становится больше.

Технология предусматривает: усиление основы аварийных сооружений; повышение несущих способностей грунтов оснований при реконструкции и надстройке дополнительных этажей; укрепление оснований памятников архитектуры; усиление основания при углублении фундаментов; усиление грунтовых массивов вдоль коллекторов водоснабжения и канализации; закрепление склонов для предупреждения сдвигов и разрушения; подготовка оснований для нового строительства; ремонт насыпной дамбы водохранилищ и усиление основы береговой опоры мостов; гидроизоляцию подземных сооружений метрополитенов, угольных шахт, а также остановки их проседания и разрушений крепления; устройство водоизоляционных экранов вокруг и в пределах плана здания на заданной глубине от поверхности земли; повышение несущей способности слабых грунтов при возведении портовых сооружений (причальные стенки, пирсы и др.); укрепление массивов насыпных плотин, дамб обвалования.

Метод «Геокомпозит» можно использовать для любых типов грунтов, как естественного, так и техногенного (насыпные грунты, строительный мусор и культурные отложения) происхождения, а также в заторфованных грунтах и илах. Наличие грунтовых вод не является противопоказанием к применению метода. Типы фундаментов Использование метода «Геокомпозит» возможно для любых типов фундаментов: плитных, ленточных, столбчатых, а также и свайных фундаментов, при необходимости повышения несущей способности свай.

Существует несколько видов растворов. Жидкие растворы: их проникающая способность зависит от вязкости и изменения вязкости с течением времени. Суспензии: помимо вязкости, эти растворы обладают структурной вязкостью или когезией, что ограничивает радиус их действия. Размер пустот или пор, которые могут заполняться этими растворами, зависит от зерна суспензии. Обычно считается, соотношение между размером пустоты и размером зерна в суспензии должно быть не менее 1:3. Стабильность суспензии (обезвоживание, напорная фильтрация) является важным параметром раствора. Нестабильный раствор ведет себя так же, как гидрозакладка, из которой вода, обеспечивающая подвижность смеси, постепенно просачивается в

почву. Тампонажные растворы: имеют высокую структурную вязкость и используются для заполнения больших пустот и полостей либо для инъектирования, где ставится задача смещения грунта, например, укрепительное или компенсирующее инъектирование.

Преимущества метода: уплотняющий раствор «MONOLIT» при нагнетании под давлением обладает высокой избирательной способностью, что приводит к укреплению наиболее слабых зон грунтового массива, создавая, таким образом, прочный однородный массив с высокой несущей способностью и жесткостью при минимальных затратах. Низкая себестоимость проведения технологических работ при высокой мобильности и эффективности. По экономическим показателям он превосходит устройство свайных оснований (дешевле в 1,5-2 раза). Отсутствие необходимости использовать тяжелое ударное оборудование, вызывающее динамические нагрузки. Возможность использования внутри помещений аварийных и реконструируемых зданий и сооружений легкого современного оборудования, которое позволяет проводить усиление оснований практически в любых помещениях без нарушения состояния и целостности помещения. Работу можно выполнять в условиях высокого положения уровня грунтовых вод без их водопонижения.

Литература:

1. Кожушко В.П. Основи і фундаменти: Підручник для вузів: в 2-х ч. – ХНАДУ, 2002. – Ч.2 – 492 с.
2. <http://izo.org.ua/uslugi/usilenie-osnovaniya-i-fundamenta/>

СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ

Тагієва А., ДМ-31-16, ХНАДУ

Керівник доц. каф. МКіБМ Бережна К.В.

Ефективна інфраструктура будь-якої країни, життєво важлива для її економіки. Довговічні, надійні мости - її невід'ємна частина. На жаль, як показує практика, проблема реальної довговічності прогонових будов існує в усьому світі. Незважаючи на те, що при проектуванні термін життя прогонової будови моста

встановлюється 75-100 років, фактична їх довговічність не перевищує 35-50 років. Наприклад відповідно даних департаменту транспорту у Америці з 591,000 автодорожніх мостів, які побудовано за останні 40-50 років, більш 40% значно знизили несучу здатність за рахунок тріщин, корозії, вилугування бетону, 160,570 таких мостів оцінюють як недостатньо надійні, а на 95,000 заборонено рух транспорту. Ситуація у Канаді не значно краща кількість мостів, які не відповідають вимогам стандартів 35% (7000). На сьогоднішній момент, причинами такого різкого невідповідності, є наступні фактори впливу на залізобетонну (сталеву) складову моста:

- кислотні дощі, які особливо почастишали в останні 25 - 30 років.
- повсюдне використання солей при низьких температурах для запобігання ковзання транспорту.
- забруднення поверхні одягу мостового полотна агресивними частинками, що привноситься колесами автомашин. Вони роз'їдають бетон і призводять до корозії металу.
- різка зміна і перепад температур від відкритої асфальтової поверхні плити проїжджої частини, що акумулює температуру, до низу споруди, особливо в тонкостінних конструкціях. Температурні перепади створюють суттєві температурні напруги в прогонових конструкціях.
- локальні руйнування (дислокації) в матеріалах конструкції прогонових споруд, зростання тріщин - концентраторів напружень, викликаних ефектом втоми.

Відбудування галузі транспортного будівництва, потребує збільшення номенклатури будівельних матеріалів та впровадження нових більш ефективних конструктивних рішень. При цьому нові штучні споруди повинні бути максимально технологічними для мінімізації витрат часу та коштів на їх будівництво, бути гармонічними у існуючому ландшафті та відповідати вимогам надійності та безпеки руху. Досвід інших країн доводить, що створення таких конструкції можливо з використанням полімерних композиційних матеріалів, які мають широкий спектр переваг: висока міцність, відносно невелика питома вага, висока стійкість до впливу агресивних речовин, а також можливість корегувати характеристики цих матеріалів пр. виробництві. Однак при

використанні таких матеріалів необхідно враховувати специфічні властивості композитів: повзучість та анізотропію. Важливим фактором, який гальмує використання полімерних композитів у мостобудуванні, є недостатній об'єм нормативних документів, які регламентують правила та послідовність розрахунку конструкцій з використанням полімерних композитних матеріалів.

Номенклатура композиційних матеріалів значна, тому конструктивні рішення дуже різноманітні. Підхід у проектуванні у наступний час можливо поділити на два методи – заміна та адаптація. Найбільш перспективним є метод адаптації, який заснований на вдосконаленні конструкції, у її традиційному виді, з урахуванням особливостей нового матеріалу. Результатом таких вдосконалень є гібридні за матеріалом конструкції, які являють собою симбіоз декількох матеріалів, які використовують відповідно їх особливих властивостей. Ефективність цього методу залежить від ступені відповідності початкової конструктивної форми властивостям матеріалів, що використовують.

Одне з ефективних рішень конструкцій з використанням композитних полімерних матеріалів запропонувала компанія Cantat Associates Inc.».

Як вирішення проблеми компанія «пропонує нову інноваційну композитну систему для прогонових будов мостів, в яких сталь, дерево і скловолоконий армований полімер (GFRP) працюють спільно і представляють реальну альтернативу традиційним матеріалам.

Високоміцний пластик, який запропоновано для прогонових будов мостів вдосконалено до такої міри, що його можливо ефективно включити в спільну роботу з металом, бетоном і деревиною. Модуль пружності цього матеріалу в два рази перевершує модуль пружності бетону, його міцність на розтяг, стиск і вигин перевищує міцність сталі більш ніж в два рази, а міцність до впливу поперечних сил всього в 2,5 рази менше міцності сталі.



Рисунок 1 – Вид з низу прогонової будови з деревини, GFRP оболонки та сталевих балок

Деревино-металева проїзна частина моста, яка заключна у оболонку з скловолокононого армованого полімеру (GFRP), працює сумісно зі сталевими або залізобетонними балками. Вага проїзної частини значно менше у порівнянні з бетонними та сталевими конструкціями, що дає можливість зменшити постійне навантаження. Властивості нової композитної конструкції також покращують перерозподіл тимчасового навантаження між балками прогонової будови. Вище сказане призводить до зменшення витрат сталі на прогонову будову. Крім того Сталь та деревина захищені від агресивного впливу навколишнього середовища GFRP оболонкою.

Основними перевагами GFRP-композитних прогонових будов є:

- очікувана довговічність: понад 100 років;
- зменшення постійного навантаження від власної ваги прогонової будови дає можливість або підвищити його корисну несучу здатність, або зменшити витрати сталі;
- прискорений монтаж: як правило, прогонові будови збираються, монтуються на будівельному майданчику і відкриваються для громадського руху протягом від 1 до 5 тижнів.

При великоблочних елементах прогонова будова може бути змонтовано протягом декількох годин;

- захист навколишнього середовища: заводське виготовлення, відсутність риштування і забруднення будмайданчику будівельним сміттям;

- мінімальні експлуатаційні витрати протягом десятиліть: GFRP композитні конструкції не чутливі до навколишнього середовища, не отруйні або погіршують своїх якостей, вони лише вимагають забарвлення відкритих поверхонь раз в десятиліття;

- можливість цілорічного будівництва, як при холодних, так і при теплих погодних умовах.

В даний час, пропонована інноваційна система для прогонових будов, апробована в Канаді, де побудовано і успішно експлуатується на автодорогах десятки мостів з прольотами від 11 до 90 м.

Одним з ярих прикладів використання такої конструкції є міст через річку Неккар у Німеччині. Спорудження довжиною 96 м і шириною 3 м побудовано з інженерної деревини (клеєна деревина, глулам, хімічно-модифікована деревина - Асоуа), металу і бетону. Для забезпечення зручного в'їзду і з'їзду з мосту його балка вигнута (якщо дивитися зверху) у формі латинської "S". Гібридний (дерев'яний і залізобетонний) міст розрахований на велосипедний та пішохідний рух. За оцінками, в його конструкціях використовується близько 255 кубометрів деревоматеріалів. Для захисту дерев'яної основи балки від атмосферних опадів і механічних пошкоджень зверху на нього покладений 13-сантиметровий шар бетону.

96-метровий міст складається з трьох прольотів: 25,65 м, 44,50 м і 25,65 м. На місці прольоти з'єднані в єдину нерозрізну балку, що спирається на берегові та дві проміжні опори. Крайні секції вигнуті з радіусом кривизни приблизно 65 метрів. Прольоти виготовлені з клеєної деревини і бетону. Дерев'яна основа прольотів набирається та виклеюється з дощок в заводських умовах. Вона складається з східчастих блоків з висотою перетину від 80 см до 208 см. Два таких блока, з'єднані разом по ширшій стороні і оснащені крайовими вузлами сполучення (виготовлені з металу), і формують основу прольоту.



Рисунок 2 - Міст через річку Неккар у Німеччині

Легкі і компактні дерев'яні блоки доставлялися до місця будівництва автотранспортом. Там їх збирали в єдину прогонову конструкцію, що спирається на берегові опори (бурові палі і залізобетон) і проміжні опори (залізобетон). Після монтажу дерев'яної основи її вкрили шаром арматури і бетону. Залізобетонний настил ширше дерев'яної частини конструкції і оснащений дренажними каналами. Такий бетонний захист від опадів повинен забезпечити достатній захист деревині на десятки років. Сприяє продовженню терміну служби дерев'яних конструкцій основи і їх форма - ступінчаста, звужується до краю. Опади будуть потрапляти на деревину тільки при сильному вітрі. Для забезпечення безпеки руху міст обладнаний огородженням, що складається з сталевих стійок і кабелів.

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТІВ

*Первишов І.В., ДМ-18-51, ХНАДУ,
Керівник доц. каф. МКіБМ Безбабічева О.І*

Рішення, спрямовані на розробку довговічних та надійних мостових споруд базуються на нових технологіях. Проекти мостових споруд та проекти організації робіт з будівництва або реконструкції мостів і шляхопроводів містять спеціальний розділ, що відображає рівень інновацій, перелік нових матеріалів та сучасних рішень, сертифікати на нові матеріали, технологічні карти та регламенти. При розробці проектів реконструкції мостових споруд можуть бути ефективними з техніко-економічної точки зору деякі з таких рішень:

- Перетворення розрізних прогонових будов у температурно-нерозрізні, що дає можливість підвищити безпеку і швидкість руху транспорту, а також збільшити проміжок часу між ремонтами та покращити комфортність руху;
- Улаштування монолітної плити по балках прогонових будов, що дає можливість підвищити міцність та водонепроникність поверхні балок, та виконати тротуари мосту з монолітного бетону одночасно з бетонуванням плити над головними балками;
- Застосування композитних матеріалів для підсилення несучих елементів мостових споруд;
- Використання арматури з високоміцної сталі, що дає можливість зменшити кількість арматури в залізобетонних конструкціях;
- Використання бетону, який самоущільнюється, що дозволяє бетонувати густо армовані конструкції, виконувати торкретування та підсилення залізобетонних конструкції опор та прогонів;
- Використання полімер-асфальтобетонного покриття зі складів, що підібрані з урахуванням кліматичних та природних умов регіону;
- Використання на проїзній частині щебене-мастикового асфальтобетону з метою підвищення тріщиностійкості та опору зсуву покриття;

- Відмова від цементно бетонного захисного шару гідроізоляції та заміна його шаром з асфальтового бетону, що призводить до однорідності конструктивного рішення дорожнього одягу та до скорочення термінів улаштування шарів;

- Улаштування гідроізоляції мостового полотна за допомогою рулонних матеріалів нового покоління, які наплавляються по монолітній плиті проїзної частини, що дає можливість суттєво зменшити корозію прогонових будов і як наслідок, збільшує проміжок між капітальними ремонтами.

- Улаштування перевірених досвідом експлуатації деформаційних швів типу Маугер, Торма-Джойнт, Дефшов та ін. в залежності від розрахункових переміщень конструкції, що значно поліпшує умови пересування транспорту по мостам, збільшує міжремонтні терміни;

- Нанесення захисного антикорозійного, тріщиностійкого поліуретано-вого гідрофобізуючого покриття на залізобетонні поверхні для їх захисту від дії хімічних сполук та атмосферних опадів;

- Застосування комплексного водовідводу, зокрема дренажу для відводу води з середини конструкції дорожнього одягу;

- Застосування геосинтетичних матеріалів для укріплення відкосів насипу;

- Виготовлення конструкцій з бетону, який містить домішки для прискорення твердіння, збільшення щільності і пластичності. Це дає можливість скоротити термін будівництва споруди. Виготовлення бетону необхідно вести з постійним лабораторним контролем якості і складових бетону та домішок, у відповідності до норм та вимог проекту;

- На період будівництва мосту повинні бути створені комплексні бригади, впроваджені сумісні професії. Особливу увагу треба приділити матеріальному стимулюванню робітників у результатах праці. Це підвищить продуктивність праці та сприятиме скороченню термінів будівництва або реконструкції моста.

Розрахунки зусиль в елементах мостової споруди до та після реконструкції сьогодні виконують з використанням сучасних програмних комплексів (Ліра, SCAD та ін.). Це надає можливість

виявити напружено деформований стан та раціонально виконати армування елементів.

При розробці проектів нових мостів і шляхопроводів, а також при виконанні проектів з реконструкції та ремонту існуючих споруд, дуже важливо забезпечити комплексний водовідвід з проїзної частини і тротуарів. При цьому водовідвід з проїзної частини і тротуарів прольотної будови слід забезпечувати за рахунок поздовжнього ухилу із скиданнями зібраної води через поперечні водовідвідні лотки, що розташовуються на конусах – при довжині водозбору не більш ніж 50м; з прийманням води водоприймальними воронками та відводом її по водостічних трубах в місця розташування опор при більшій довжині водоскиду.

Одним з варіантів водовідводу з поверхні проїзної частини і тротуарів в останні роки є улаштування спеціальних водовідвідних трубок для поверхневого водовідводу та водночас трубок для внутрішнього дренажу для відводу капілярної вологи з середини дорожнього одягу. Склад дренажної суміші приймається за обґрунтуванням та розробками фахівців у відповідності до умов експлуатації. Сучасні рішення з організації водовідводу з проїзної частини мостів після реконструкції повинні забезпечити можливість збирання поверхневої води за допомогою системи отворів, труб (колекторів), закритих жолобів та через елементи бордюрів. В сучасному мостобудуванні конструкції дорожнього одягу проїзної частини мостів і тротуарів передбачають як багат шарові конструкції, так і полегшені із застосуванням для шару гідроізоляції сучасних якісних матеріалів. Вибір матеріалів для улаштування шару гідроізоляції та конструкції дорожнього одягу проїзної частини повинен бути обґрунтованим і урахувати особливості їх роботи в конструкції прольотної будови.

При виборі раціональних и тим більше, оптимальних рішень при розробці проектів споруд та прийнятті певних інженерних рішень у проектах реконструкції, слід спиратися на критерії оптимальності за Парето [1]. При цьому розуміється, що оптимальність «за Парето» - це такий стан системи, при якому значення окремого показника, який характеризує систему, не може бути поліпшено без погіршення інших. Нажаль, сучасні виконавці проектних робіт зі створення мостових споруд та проведення їх реконструкції в Україні в більшості не виконують саме таке варіантне проектування і не мають керуючих документів

з методік таких проробок. Тому на дуже важливих етапах: створення основи проекту, конструювання несучих елементів; проектування підсилення; конструювання елементів мостового полотна; призначення механізмів та технологічних схем і т.п. можливий не раціональний за критерієм довговічності та безвідмовної роботи, а безальтернативний вибір рішення.

Застосування цих та подібних технологій, незважаючи на додаткові витрати, сприятиме підвищенню якості мостової споруди, скороченню кількості поточних ремонтів, тобто збільшує довговічність несучих елементів.

Література

1. Владимирский С.Р. Системное проектирование мостов на основе взаимосвязи проектных решений конструкции, организации и технологии ее возведения: автореф. дис. на соискание уч. степени доктора техн. наук: спец. 05.23.15 «Мосты и транспортные тоннели», спец. 05.13.12. «Системы автоматизированного проектирования в строительстве»/ С.Р.Владимирский. – Санкт-Петербург, 1995. –50с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ МАРОККО

Нуига Юссеф , гр. Д -31-16, ХНАДУ

Руководитель доц. каф. МКиСМ Безбабичева О.И

Цель исследования – рассмотреть состояние и структуру транспортной сети королевства Марокко, выявить роль автодорожной составляющей и перспектив ее развития.

Марокко – одно из наиболее экономически развитых государств Африки. Это преимущественно аграрная страна с рядом достаточно развитых отраслей промышленности. В последние годы экономика Марокко и ее экономические связи с ведущими странами мира существенно выросли. Создан международный финансовый центр в Марокко, второго по величине после Йоханнесбурга на африканском континенте и открытие представительств крупнейших мировых компаний разных отраслей (Boeing, Alston и др.).

Железнодорожный транспорт в Марокко управляется национальным оператором ONCF. Из общей протяжённости железнодорожных линий 2120 км в 2009 году 1003 км были электрифицированы. В локомотивном парке тепловозы и электровозы. Построена высокоскоростная железнодорожная линия Касабланка – Рабат – Танжер, стоятся линии протяжённостью 1500 км: от Касабланки до Марракеша и Агадира на юге страны, и из Касабланки на Атлантическом побережье до города Уджда на алжирской границе. Строительство высокоскоростных линий должно быть завершено в 2030 году, стоимость строительства примерно \$3.37 млрд. Большую часть перевозок осуществляют также морской и авиационный транспорт [1, 2].

Важное звено транспортной инфраструктуры Марокко составляют 21 морской порт: Касабланка, Мохаммедия, Джорф-Ласфар, Сафи, Кенитра, Танжер, Надор, Агадир и др.

Марокко имеет развитую сеть автомобильных дорог, одну из лучших в Африке. Общая протяжённость автодорог уже в 1973 году составляла свыше 51 тыс. км, из них 21 тыс. км автомобильных дорог с твёрдым покрытием. Длина автомобильных дорог в настоящее время в Марокко составляет 75,6 тыс. км, более половины из них асфальтированы. Через Марокко проходят дороги, входящие в транс - африканскую сеть автомобильных дорог (Trans-African Highway network). Также на территории Марокко существует сеть скоростных автодорог. Наиболее протяжённые из них: Рабат – Танжер (Rabat-Tangier expressway; 223 км), Рабат – Фес (Rabat-Fes expressway; 207 км), Касабланка – Марракеш (Casablanca-Marrakesh expressway; 219 км), Сеттат – Танжер (600 км), Касабланка – Мекнес (300 км). С недавнего времени Марокко оказалось в фокусе активного внимания Китая [3,4]. Страна, не имея подобно Анголе или Алжиру нефтяных запасов, приобрела важное место в осуществляемой Китаем политике вложения инвестиций. Популярность Марокко в Китае выросла после визита в 2016 г. в Китай короля Мухаммеда VI. С 2011 по 2015 гг. китайские прямые инвестиции в Марокко выросли на 195%, при этом с 2014 по 2015 гг. – на 93%. В июле 2016 г. открыт построенный с китайской помощью мост короля Мухаммеда VI – самый длинный в Африке вантовый мост, соединяющий столицу Марокко Рабат с г.Сале. Мост входит в

крупнейший инфраструктурный проект по созданию в Марокко сети автомобильных дорог от средиземноморского города Танжера до финансовой столицы страны Касабланки. В совместные планы входит строительство многомиллиардной высокоскоростной железной дороги между Марракешем и Агадиром, а также реализация ряда других проектов. В ноябре 2017г. в г.Марракеше состоялся Китайско-африканский инвестиционный форум (China-Africa Investment Forum, CAIF). Более 400 представителей китайского и африканского бизнеса обсуждали совместные проекты в области транспортной инфраструктуры, промышленности, современных технологий, торговли, энергетики.

Железнодорожная сеть имеет протяжённость 1,9 тыс. км, из них более 1000 км электрифицировано. Главные магистрали связывают Танжер с Фесом, Касабланкой и Марракешем; от Феса железная дорога через Уджду идёт далее на восток в Алжир. Первая в Африке высокоскоростная линия Танжер — Касабланка (Марокко) была торжественно открыта 15 ноября 2018 г. Инаугурационную поездку из Танжера в Рабат совершили король Марокко Мухаммед VI и президент Франции Эммануэль Макрон. Компания Alstom поставила для линии Танжер — Касабланка 12 высокоскоростных двухэтажных поездов Avelia Euroduplex, оборудованных европейской системой управления движением поездов ETCS. Скорость поездов составит 320 км/ч на участке протяженностью 183 км Танжер – Кенитра. Скорость движения до Касабланки (расстояние 200 км) планируется до 160 км/ч. По прогнозу национального железнодорожного оператора Марокко ONCF, годовой пассажиропоток в коридоре Касабланка — Танжер за 3 года достигнет 6 млн чел. (в настоящее время 3 млн) при межпоездном интервале 1 ч и средней населенности поездов 70 %. Инвестиции в железнодорожный сектор страны за 2010 – 2015 гг. выросли в семь раз, до 34 млрд дирхам (3,6 млрд долл. США).

Важнейший аэропорт находится в Касабланке, кроме него имеется ещё десять аэропортов, в том числе пять международных.

Проходящий по территории Марокко газопровод Магриб–Европа позволяет стране получать импортный алжирский газ.

Одним из главных мостов Марокко является Новый вантовый мост Мохаммеда VI длиной 950 м. Открыт для движения 7.07.2016 г. Мост входит в состав новой автомагистрали

протяженностью 41,5 км с обходом г. Рабат. Опоры моста из арочных пилонов высотой 200 метров (рис. 1). Пролётное строение поддерживают 2 плоскости вант из 20 пар по технологии французской компании *Freyssinet*. Эта фирма выполнила для моста: проектирование вантовой конструкции; поставку демпферов и вантовой системы; техническую поддержку выполнения работ по установке и натяжению вант; поставку и монтаж деформационных швов.



Рисунок 1—Вантовый мост Мохаммеда VI длиной 950 м

Среди новых мостов – Мост Мулай эль-Хассан в Рабате длиной 1200 м, шириной 46 м и 12,8 м высотой. Особенностью сооружения можно считать 72 светильника Iberia LED, которые были использованы для освещения на высоте 11 метров, чтобы обеспечить видимость на 3 полосах движения в каждом из направлений. Кроме того, мост Мулай эль-Хасан (2013 г.) оснащен переходом для пешеходов и велосипедистов и платформой для двух линий трамвая. С 2005г. в Марокко было налажено строительство временных панельных мостов. С этого времени компания Waagner-Biro начала налаживать деловые контакты с одним из марокканских проектно-конструкторских бюро с целью поставок панельных мостов. В 2006 г. первый стальной мост длиной 49 метров и шириной 7,35 метра был доставлен в город Уэд-Зем. Конечный заказчик, Управление дорожного строительства Марокко (*Direction des Routes et de la Circulation Routière, DRCR*), оборудовал там склад для временных мостов. В конце 2007 года в Марокко был

поставлен второй панельный мост, а через год компания Waagner-Biro получила заказ на поставку третьего панельного моста. Он также был рассчитан на две альтернативные дорожные полосы. В 2009 г. произведена сборка моста. В 2011 года Waagner-Biro поставила в Марокко четвертый панельный мост длиной 43 метра. Все компоненты были предназначены для строительства двухполосной проезжей части. В комплект поставки также входили стальные платформы, оборудование для монтажа и ввода в эксплуатацию. После доставки всех компонентов было организовано обучение персонала на месте.

В Марокко сохранилось большое количество старинных мостов 11-18 столетий (рис. 2) арочного типа и др., в том числе, действующие.

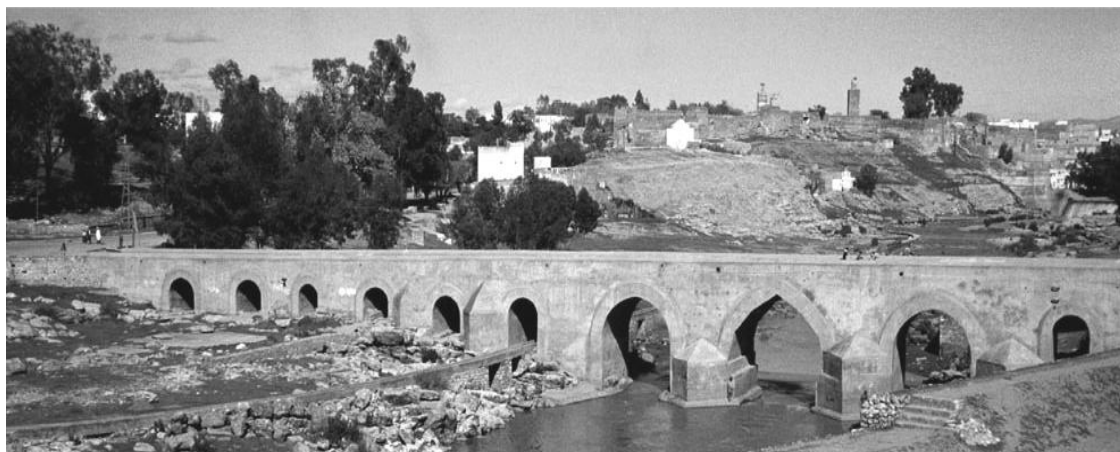


Рисунок 2 – Автодорожный мост Pont Oum El-Rebia (1686 г.)

Железнодорожные мосты в Марокко различаются статическими схемами, конструкцией, материалами, по срокам строительства, по виду транспорта. На дорогах с мостовыми сооружениями случаются аварии из-за перегрузок и нарушения правил и норм перевозок.

Выводы:

1. Все виды транспорта в Марокко требуют обустройства маршрутов движения транспортными сооружениями, т.е. наличия путепроводов, мостов, эстакад, труб, станций и платформ, причалов, взлетно-посадочных полос и т.д;

2. На автомобильных и железных дорогах страны находятся различные по «возрасту» и по конструкции транспортные сооружения (мостовые сооружения, тоннели, трубы, галереи, подпорные стенки, балконы);

3. Материалы, из которых сделаны мосты разнообразные – камень, бетон, сталь, современный железобетон;

4. Мостовые сооружения находятся как на автомобильных, так и на железных дорогах и испытывают, в частности, воздействие тяжелых подвижных нагрузок;

5. Мосты строятся в рамках международного сотрудничества с учетом опыта и норм разных стран;

Література

1. Королевство Марокко: Справочник/АН СССР, Институт Африки, Институт востоковедения. — М. : [Наука](#), 1991. –270 с.
2. Деловая Марокко, тома VIII-IX. Спецвыпуск / [Вачнадзе Г.Н.[и др.]; под. ред. Г.Н. Вачнадзе. – М.: «ПОЛПРЕД Справочники», 2009. – 196 стр.
3. Сионтьяндиоби С. Экономическая политика Китая в Африке / Сионтьяндиоби С. // Дискуссия. – 2016. – № 4 (67), – р. 64 –70.
4. Атлас мира: Максимально подробная информация / Руководители проекта: А. Н. Бушнев, А. П. Притворов. – М.: АСТ, 2017. – С. 66 – 96.

РОЗРАХУНКОВІ СХЕМИ ДІАФРАГМОВИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ

*Дорожко А., ДМ-41-15, ХНАДУ
Керівник доц.. каф. МКіБМ Краснов С.М*

Актуальність проблеми. У теперішній час на дорогах України експлуатуються більш ніж 28000 мостів та шляхопроводів. Загальна протяжність залізобетонних мостів складає 91,5%, металевих - 6%, кам'яних і бетонних – 1,3%, дерев'яних – 1,2. Залізобетонні мости поділяються на монолітні (30%), збірно-монолітні (5%) та збірні (65%) [1]. Збірні в свою чергу поділяють на плитні, коробчасті та ребристі. Близько 43% прольотних будов є ребристими. Найпоширенішими є прольотні будови зі збірних залізобетонних балок, зведених за типовими проектами, з них майже 40% відносяться до ребристих прольотних будов, які об'єднуються в сумісну роботу за допомогою поперечних балок - діафрагм.

Більшість мостів та шляхопроводів на дорогах України були побудовані за технічними нормами 1962 року та попередніми, і на теперішній час не відповідають вимогам ДБН В.2.3-22:2009 „Мости та труби” [2], як по вантажопідйомності так і по габаритам проїзної частини.

Тому при проведенні поточних та капітальних ремонтах штучних споруд, актуальним є питання розрахунку конструкцій споруди на існуючі навантаження з використання сучасних програмних комплексів.

Предмет дослідження: діафрагмові прольотні будови за типовими проектами.

Задачі дослідження: Аналіз методів розрахунку, та обґрунтування обраного методу для розрахунків ребристих діафрагмових прольотних будов. Вибір раціональної розрахункової скінченно-елементної моделі для розрахунків діафрагмових прогонових будов.

Розрахунок усіх несучих конструкцій і основ мостів повинен виконуватись за методом граничних станів [2]. Граничними називаються такі стани, при яких конструкція або основа під впливом силових навантажень перестає задовольняти експлуатаційним вимогам. При розрахунку споруджень за граничними станами величини зусиль або напружень і деформацій від прийнятих до розрахунку силових впливів не повинні перевищувати їх гранично допустимих значень.

Розглядаються дві групи граничних станів, за межами яких споруда або її елемент не задовольняє вимогам експлуатації:

I група – за повною неможливістю експлуатації конструкцій, основ або втратою несучої спроможності споруди в цілому (аварійне руйнування конструкції);

II група – за перешкодами до нормальної експлуатації, зменшенню проектної довговічності споруди (ускладнення чи зупинення нормальної експлуатації).

Розрахунки за першим граничним станом роблять із застосуванням розрахункових коефіцієнтів: перевантаження n , однорідності матеріалів k , умов роботи m , а також динамічного коефіцієнта $(1+\mu)$, що вводять тільки до автомобільного навантаження і що враховується при розрахунках конструкцій на стійкість проти перекидання й ковзання.

В розрахунках за другим і третім граничних станах коефіцієнти перевантаження й динамічної дії автомобільного навантаження не враховуються, тобто розрахунки ведуть на дію статичних характеристичних (нормативних) навантажень.

Багато авторів [3-9] рекомендують всі розрахунки мостових конструкцій на міцність, стійкість і деформації виконувати з урахуванням їхньої просторової роботи, впливу усадки, повзучості й пластичних деформацій бетону, тріщино утворення й температурних впливів, причому доцільність врахування перерахованих факторів, допустимість наближеного врахування або неврахування їх, варто визначати залежно від значимості, складності, призначення й інших особливостей конструкції.

Розрахунок елементів конструкцій за несучою здатністю. Елементи, що піддаються згину, (плити й балки) збірних залізобетонних мостів, які виконуються без попереднього напруження, розраховують на міцність (перший граничний стан) за формулами теорії залізобетону, що наводяться в них.

Розрахунок елементів конструкцій за загальними деформаціями. Розрахунок конструкцій за деформаціями складається в порівнянні їхніх теоретичних величин із гранично допустимими.

Розрахунок елементів конструкцій за утворенням і розкриттям тріщин. Розрахунок залізобетонних елементів за граничним станом на розкриття тріщин складається у визначенні величин можливого найбільшого розкриття окремих тріщин на стадії експлуатації, а також при виготовленні, транспортуванні й монтажі й у порівнянні їх із граничною величиною розкриття. За граничну величину розкриття окремих тріщин у мостових конструкціях приймають $a_{np}=0,020\text{см}$, а при розрахунку на додаткові сполучення нормативних навантажень без множення їх на коефіцієнти, що понижують $a_{np}=0,025\text{см}$.

Попередньо напружені елементи мостів повинні бути розраховані на тріщиностійкість по перетинах, нормальних до поздовжньої осі елементів, на всіх стадіях їхньої роботи. Цей розрахунок полягає у визначенні за [2] нормальних розтягуючих напружень у бетоні, які не повинні перевершувати нормованих. Напруження в бетоні обчислюють від статичних нормативних навантажень і сил попереднього напруження, причому останні приймають із урахуванням втрат цього напруження.

Для визначення розмірів всіх елементів прольотної будови, тобто плит, поздовжніх (головних) і поперечних балок, а також кількості арматури в них, необхідно знати величини виникаючих у них зусиль (згинальних моментів і поперечних сил) від постійного й тимчасового навантажень.

Головні балки, які розташовані під тротуарами й під проїзною частиною, вважають навантаженими тією частиною постійного навантаження, що безпосередньо над ним розташована.

Для розрахунку елементів прольотних будов на дію системи рухомих навантажень, які можуть займати на мості будь-яке положення, у наш час існує досить велика кількість методів, розроблених вітчизняними й закордонними вченими. Кожний із цих методів у більшому або меншому ступені враховує просторовий характер роботи плит і балок прольотної будови і є в тому або іншому ступені точним.

І в наш час фахівці продовжують займатися питаннями розрахунку балкових прольотних будов з метою уточнення існуючих і знаходження нових, найбільш ефективних, розрахункових методів, які давали б найкращий збіг з даними випробувань мостів й одночасно були б найменш трудомісткими для використання.

Розрахункові методи можна розділити на дві групи [3].

1. Методи, в яких вся прольотна будова подумки розчленовується на елементи, що розраховують самостійно: плити, головні балки (прогони) і поперечні балки (діафрагми)

2. Методи, в яких прольотна будова розглядається як єдина конструкція, що складається із плит і системи балок, спільно сприймаючих навантаження при будь-якому положенні їх на прольотній будові.

Переважає більшість існуючих способів просторового розрахунку прольотних будов заснована на теорії будівельної механіки й дає достатню для практичних цілей точність. При розрахунках мостів варто застосовувати найбільш прості (наближені) способи, які найбільше повно враховували б всі фактори, що впливають на роботу розглянутого типу прольотної будови, і забезпечували б прийнятну для практичних цілей точність.

Основною характеристикою кожного способу або групи способів одного напрямку варто вважати розрахункову схему

прольотної будови, тобто спрощене його зображення, що враховує тільки основні дані, які визначають роботу конструкції під навантаженням.

Найбільш розповсюдженими способами просторового розрахунку можуть бути віднесені: спосіб важеля; спосіб позацентрового стиску; спосіб пружних опор; всі способи, у яких прольотна будова розглядається як балковий ростверк або як система перехресних балок з урахуванням або без урахування крутіння.

Розглянемо модель прольотної будови у вигляді балкового ростверку, яка буде розрахована методом скінченних елементів за допомогою програмного комплексу ПК «ЛПРА» [10].

Теоретичною основою ПК “ЛПРА” є метод скінченних елементів (МСЕ), реалізований у формі переміщень.

Метод кінцевих елементів не вимагає від розраховувача визначення відносної поперечної жорсткості прольотної будови. Всі його розрахункові формули зручні для практичного застосування, відрізняються порівняною простотою, ясністю фізичного змісту величин, що в них входять, наочністю й доступністю для розуміння.

Вибір моделі для розрахунку прольотної будови визначається декількома факторами, серед яких – якомога більш точний збіг теоретичних результатів розрахунку з даними випробування мостів і мінімізація витрат часу на проектування. Проаналізувавши в даній роботі тенденції й методи розрахунку, що мають місце при моделюванні напружено-деформованого стану прольотних будов, ми намагаємось обрати адекватну розрахункову модель прольотної будови з урахуванням її просторової роботи та конструктивних особливостей.

Тестування методу виконувалось методом порівняння результатів розрахунків прольотної будови шляхопроводу, отриманих за різними методиками, та результатів випробування.

Для випробування було обрано другий прогін шляхопроводу довжиною 22,16 м. Балки прогонової будови довжиною 22,16 м виконані з попередньо напруженого залізобетону. Висота балок 120см. Армування крайньої балки виконано сьома пучками з високоміцної арматури класу В-II, по 24 дротів діаметром 5мм в кожному пучці, а середніх балок – шістьма пучками. Поперечний переріз балки та її приведений переріз наведено на рисунку 2. Для

урахування арматури, при моделюванні прольотної будови у вигляді стержневої системи, вводимо приведений модуль деформації, який враховує наявність в перерізі крім бетону арматурні пучки.

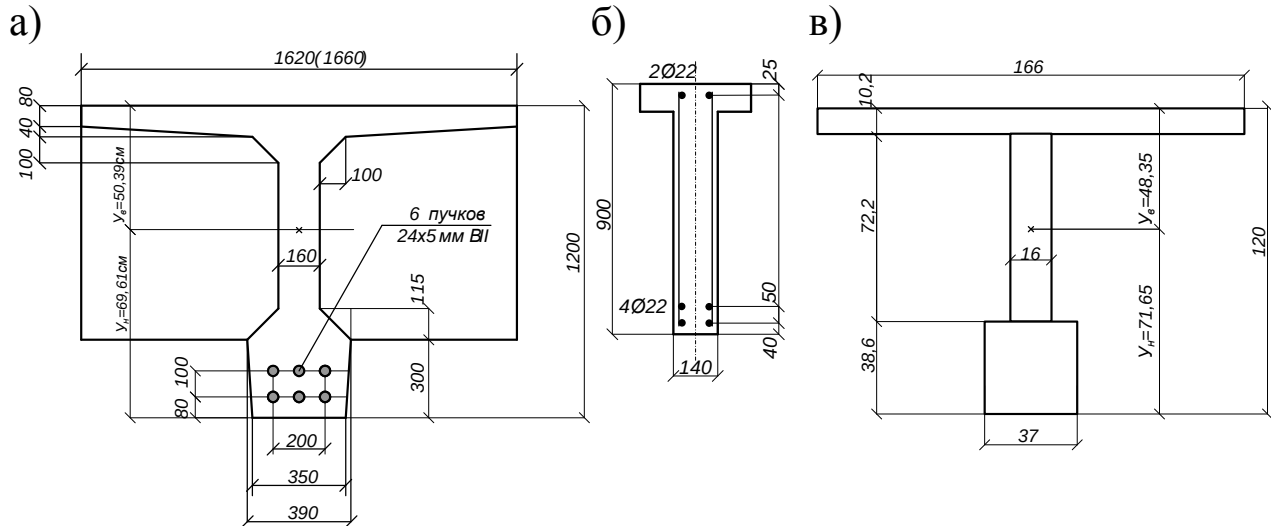


Рисунок 2 – Конструкція головної балки прольотної будови по Т/П 122-63, довжиною 22,16 м: а - фактичний поперечний переріз балки; б - поперечний переріз діафрагми; в - приведений переріз балки

В якості випробувального навантаження використовувались чотири автомобілі КрАЗ та два автомобілі КАМАЗ. Середина прольоту №2 та опора завантажувались шістьма автомобілями, поставленими задніми бортами один до одного. При випробуванні прогонової будівлі, використані три схеми завантаження: схема №1 – установка двох автомобілів біля бордюрної огорожі; схема №2 – установка додатково двох автомобілів приблизно по осі мосту; схема №3 – установка додатково ще двох автомобілів біля іншого огороження проїзної частини. Маса автомобілів було визначено шляхом їх зважування.

За результатами випробувань було побудовано лінії прогинів, які потім об'єднанні з лініями прогинів, отриманими теоретичним шляхом за декілька ми методами (методом проф.. Лукіна Н.П., метод проф.. Кожушка В.П., та МСЕ ПК «ЛІРА»).

В основі обраної скінченно-елементної моделі лежить уявлення прольотної будови у вигляді елементів балкового ростверку, у якому поперечний переріз поздовжніх балок (ребер)

задається у вигляді таврів (або двотаврів відповідного до типового перерізу балок), а поперечних балок (діафрагм) у вигляді прямокутника. На рисунку 1 показана схема скінченно-елементної моделі прольотної будови довжиною 22,16. Шаг головних балок (1) та шаг діафрагм (2) прийнято відповідно з типовим проектом. Спирання прольотної будови змодельоване шляхом створення рухомих опор з однієї сторони та нерухомих опор з іншої, відповідно реальній конструкції.

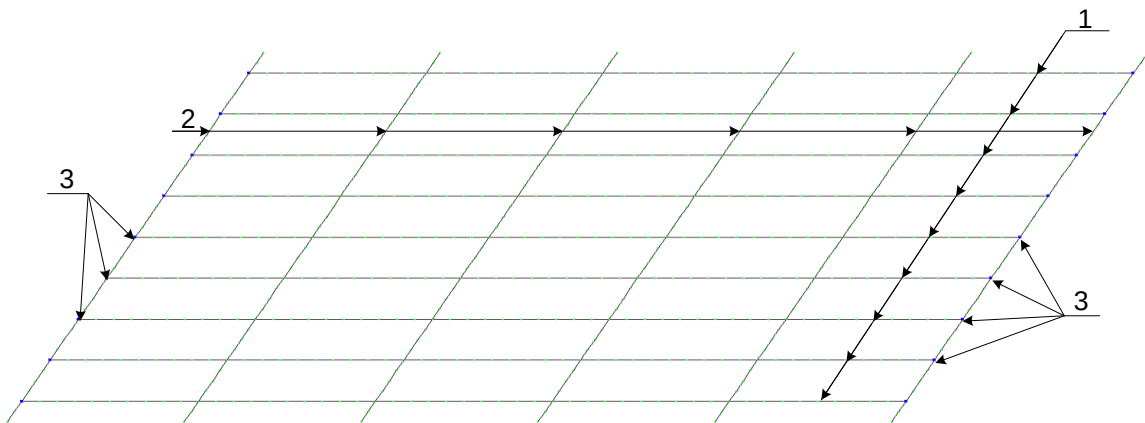


Рисунок 1 – Схема скінченно-елементної моделі прольотної будови в ОК «ЛІРА»: 1 – поздовжні балки; 2 – діафрагми; 3 – опорні частини

Наступним етапом створення розрахункової моделі прольотної будови є розміщення в межах прольоту моста тимчасового рухомого навантаження. Задача ускладнюється тим, що плита проїзної частини відсутня і у разі попадання навантаження за межі стрижневих елементів його необхідно розподілити на найближчі елементи, що й було зроблено відповідно до експериментального навантаження.

Прогини головних балок в середині прольоту отримані експериментальним та теоретичними методами (проф. М.П. Лукіна, проф. В.П. Кожушка та ПК «ЛІРА») для кожної схеми завантаження наведено на рисунку 3.

Висновки. Характер експериментальних та теоретичних прогинів, визначених за декількома методиками, ідентичний, що свідчить про можливість застосування прийнятої скінченно-елементної моделі ПК «ЛІРА» для розрахунку ребристих діафрагмових прольотних будов при робочому проектуванні та визначенні несучої здатності будов що експлуатуються.

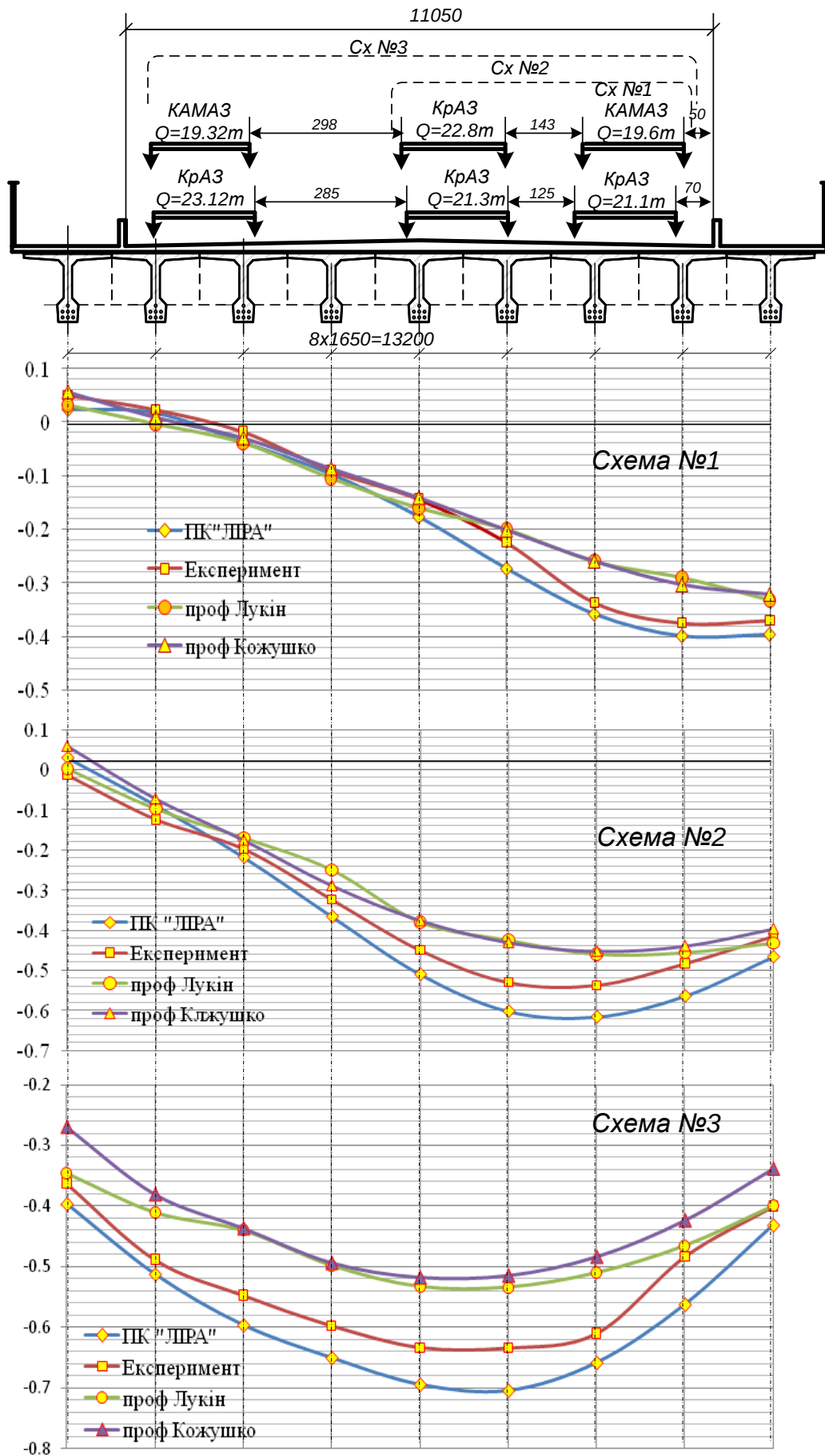


Рисунок 3 – Лінії прогинів середини прольоту головних балок

Література

1. Експлуатація і реконструкція мостів / Страхова Н.Є., Голубєв В.О., Ковальов П.М., Тодіріка В.В. – 2-е вид., випр.. – К., 2002.- 408с.
2. ДБН В.2.3-22:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 52 с.
3. Семенец Л.В. Пространственные расчеты плитных мостов.- К.: Вища школа, 1976. – 104 с.
4. Лившиц Я.Д., Онищенко М.М., Шкуратовский А.А. Примеры расчета железобетонных мостов. – К.: Вища школа, 1986. – 263 с.
5. Саламахин П.М., Воля О.В., Лукин Н.П. и др. Мосты и сооружения на дорогах /Учебник/; ч.1 и 2 –М.: Транспорт, 1991, 322с. и 448с.
6. Назаренко Б.П. Железобетонные мосты. – М.: Высшая школа, 1970. –432 с.
7. Донченко В.Г. Пространственный расчет балочных автодорожных мостов. М.: Автотрансиздат, 1953. - 168с.
8. Улицкий Б.Е. Пространственные расчеты балочных мостов. М.: Автотрансиздат, 1962. – 212с.
9. Российский В.А., Назаренко Б.П., Словинский Н.А. Примеры проектирования сборных железобетонных мостов, М.: Высшая школа, 1970. - 520с.
10. Руководство пользователя „ЛІРА-WINDOWS”. Программный комплекс, том V, Киев, 1996.

РАЦІОНАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ПІШОХІДНИХ МОСТІВ

*Іванова Ю. Д., ДМ-18-11, ХНАДУ
Керівник доц. каф. МКіБМ Краснов С.М.*

Як показує статистика, більша частина всіх дорожніх аварій в містах відбувається за участю пішоходів, які є найчисленнішою і вразливою категорією учасників дорожнього руху. Причиною переважної більшості цих ДТП є перетин пішохідних і транспортних шляхів. Комплексне вирішення питань, пов'язаних із забезпеченням безпеки на дорогах шляхом застосування новітніх

технологій і обладнання - одна з необхідних умов успішного функціонування об'єктів дорожньої інфраструктури, продиктоване самим часом. Наземний перехід, незважаючи на спеціальні заходи щодо забезпечення безпеки пішоходів (розмітка, чіткі покажчики, світлофори та ін.) не тільки не гарантує повної безпеки пішоходів, а й впливає на швидкісний режим транспортних засобів, безперервність руху, підвищення рівня шуму вздовж магістралі. Наявність великої кількості нерегульованих наземних переходів також призводить до високого рівня аварій і травматизму. У цих умовах очевидною стає необхідність грамотного упорядкування руху пішоходів шляхом створення спеціальних пішохідних шляхів. Ці шляхи повинні бути ізольовані від транспортних засобів, зручні, доступні для населення і призначені забезпечувати зв'язок з усіма елементами міської інфраструктури.

Для того щоб уникнути перетинання пішоходами інтенсивної магістралі, зазвичай будують мости або тунелі (рис. 1).



Рисунок 1 – Загальний вид пішохідного мосту і тунелю

На вибір одного з цих типів споруд істотно впливає ряд факторів: різниця в рівнях, гідрогеологічні умови (високі ґрунтові води, тверді скельні породи ґрунту та ін.), або наявність великої розгалуженої мережі підземних інженерних комунікацій. При рівнозначних умовах, тобто при одному і тому ж рівні і довжині траси, пішохідні мости економічніші, а їх ширина при консольному вирішенні мало впливає на вартість. Вони зводяться швидше, менше обмежують рух транспорту, економічні в процесі експлуатації (менше енерговитрати на освітлення). З естетичної точки зору вони краще для паркової забудови, при крутому рельєфі і іншого цікавому ландшафті, де відкривається широкий огляд місцевості.

Для пішохідних мостів використовуються ті ж основні елементи, що і для інших мостів: фундаменти, опори, прогонові будова, сходи, поручні та ін. В зв'язку з незначною величиною тимчасового навантаження (характеристичне навантаження складає 400 кг/м^2), пішохідні мости значно полегшені і спрощені: відсутні складні пристрої підходів, менше габарити та ін.

Ширина пішохідних мостів визначається з урахуванням проходить пішохідного потоку:

- відповідно до необхідного числом смуг пішохідного руху;
- відповідно до конкретно допустимими умовами для щільності потоку (наприклад, перенесення валіз - при вокзалах, пакетів та сумок - перед великими магазинами, мішків, рюкзаків, рух з парасольками і т.д.);
- в залежності від щільності і практично можливої швидкості руху;
- в залежності від стійкості максимального потоку і т.д. (рис. 2).

Вимоги до інших елементів (поручнів, сходів) аналогічні вимогам до елементів інших мостів.

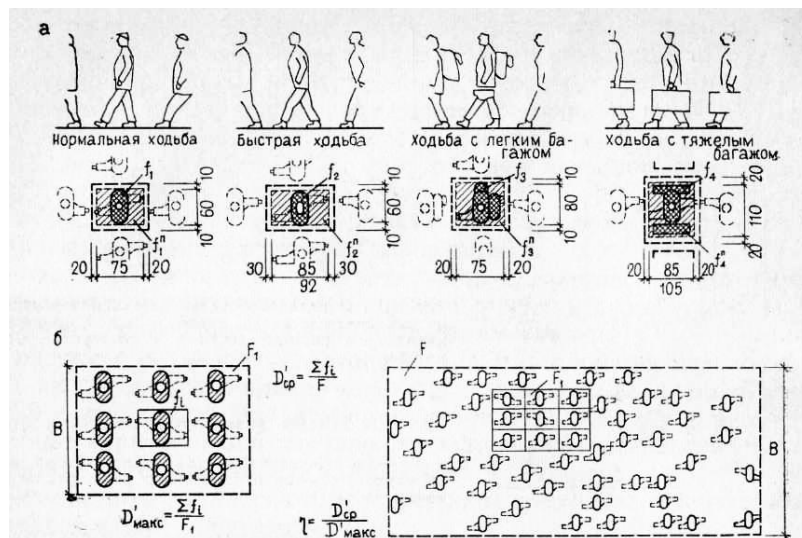


Рисунок 2 – Схеми пішохідного руху на мосту

За характером роботи під навантаженням прогонових будов і опор, тобто в залежності від статичної схеми, розрізняють балкові, рамні, арочні, висячі і комбіновані системи пішохідних мостів. Найбільшого поширення мають балочні системи мостів (балкові мости). Рамна система знаходить застосування в пішохідних естакадах і шляхопроводах завдяки більш раціональному, в порівнянні з балочними системами, розподілу зусиль і можливості отримання конструкцій з малою будівельною висотою при досить

високій вертикальній жорсткості. Арочні пішохідні мости, володіючи великою різноманітністю конструктивних рішень, застосовують практично при будь-яких прольотах. Вони легко вписуються в міську забудову, та характерні для гірських умов, оскільки дозволяють перекрити більший проліт, ніж балки. Основа несучих конструкцій висячих і вантових пішохідних мостів - система розтягнутих елементів із високоміцних сталевих канатів або вант, до яких підвішують балки жорсткості з пішохідною частиною.

Кожен з цих видів мостів мають свої переваги і недоліки. Балкові мости - найпростіший вид мостів. Розрізна система складається з ряду балок, причому одна балка перекриває один проліт. Система статично визначна і може застосовуватися при будь-яких типах ґрунтів. Недоліки: велика кількість деформаційних швів і обов'язкова наявність двох опорних частин на кожній проміжній опорі. Нерозрізна система - одна балка прогонової будови перекриває кілька прольотів або відразу всі. Нерозрізна система хороша меншим, ніж в розрізній, кількістю деформаційних швів і меншою будівельною висотою. Недолік такої системи - чутливість до деформації підстави. Консольна система - складається з двох типів балок. Одні балки спираються на дві опори і мають консольні звиси. Інші балки називаються підвісними, оскільки спираються на сусідні балки. З'єднання балок здійснюється за допомогою шарнірів. Перевагою консольної системи є її статична визначність. До недоліків системи можна віднести велику кількість і складність пристрою деформаційних швів шарнірного типу.

Розпірні системи відрізняються від балкових тим, що навантаження, що передаються з прогонових будов на опори, мають не тільки вертикальну, але і горизонтальну складову. До розпірних систем відносяться рамні і арочні мости. Часто арочні мости будують в міських умовах з міркувань краси.

Висячі мости - мости, в яких основна несуча конструкція виконана з гнучких елементів (канатів, ланцюгів і т.д.), які працюють на розтягнення, а проїжджа частина підвішена. Вантові мости - різновид висячих мостів: роль основної несучої конструкції виконує вантова ферма, виконана з прямолінійних сталевих канатів. Ванти прикріплені до пілонів - високим стійок, монтується безпосередньо на опорах. Балку жорсткості зазвичай виконують

коробчатого перерізу з суцільними стінками або фермами, оскільки це покращує її роботу на кручення від тимчасових навантажень і від дії вітру. Конструкція балки жорсткості з фермами має деякі переваги з точки зору економії матеріалу, але більше складніша, з точки зору виготовлення і монтажу.

З метою полегшення та уніфікації конструкції запропонована просторова металева стрижнева конструкція балки жорсткості, в якій має бути забезпечено повноцінне включення в роботу стислій залізобетонної частини, зі значним зменшенням ресурсу металевих стрижнів верхнього поясу [2, 3] (рис. 3).

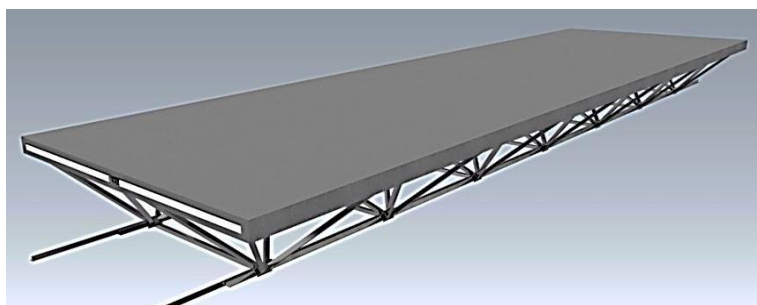


Рис. 3 – Загальний вигляд збірної елементу балки жорсткості

Особливий інтерес при зведенні подібних систем викликають конструкції, виконані з однакових за величиною і характеристикам компонувальних модулів, об'єднання яких між собою дозволяє створювати балкові, арочні та висячі системи прогонових будов пішохідних мостів (рис. 4).

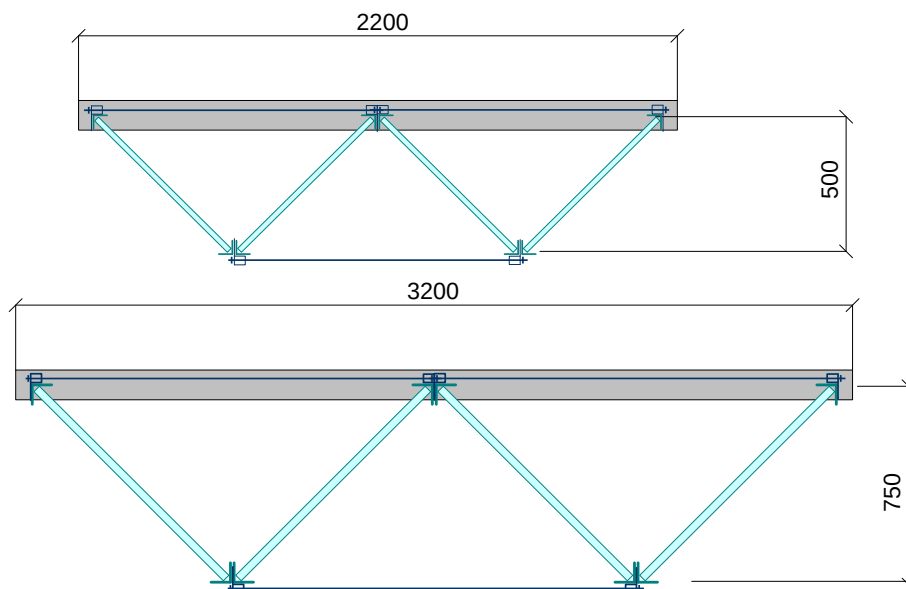


Рис. 4 – Поперечні перерізи збірних елементів прогонових будов довжиною 6 та 9 м

В залежності від довжини прольоту ферми її висота змінюється. Так, для прольоту ферми 9 м її висота складає – 106 см, при цьому висота прогонової будови має бути 75 см.

Фрагмент збірного елементу ферми наведено на рисунку 5.

Вузол з'єднання елементів нижнього та верхнього поясів збірних елементів балки жорсткості для нерозрізних, висячих і вантових систем наведено на рисунку 6.

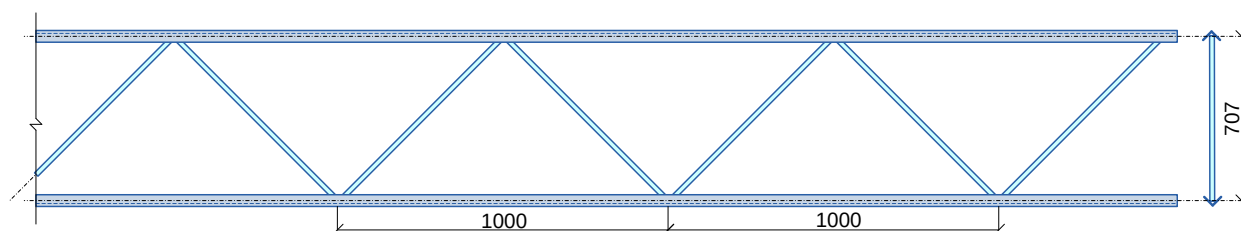


Рисунок 5 – Фрагмент ферми модульного елементу прогонової будови довжиною 6 м

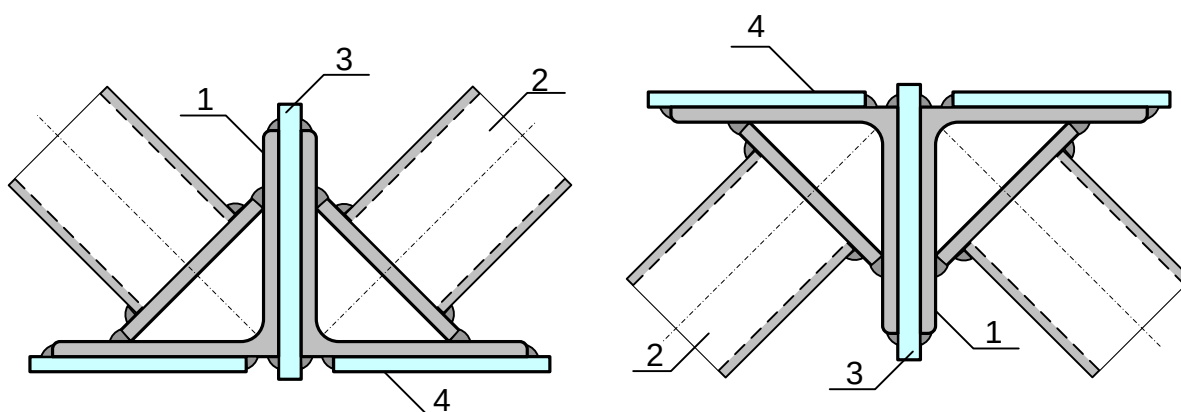


Рис. 3 – Вузол з'єднання елементів нижнього і верхнього поясів: 1 – кутики поясу; 2 – розкоси ферми; 3 – вертикальна фасонка; 4 – горизонтальні фасонки

З метою полегшення конструкції прогонових будов можливо виконувати залізобетонну плиту полегшеного типу з використанням внутрішніх вкладишів – пустото утворювачів.

Висновки. Раціональними конструкціями пішохідних мостів можна враховувати системи з використанням просторової решітки з нахиленими фермами об'єднаними з залізобетонною плитою полегшеного типу.

Література

1. Овчинников И.Г. Пешеходные мосты: конструкция, строительство, архитектура / И.Г. Овчинников, Г.С. Дядченко // Учебное пос. - Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т., 2005. - 227 с.
2. Шмуклер В.С. Об одном подходе формирования пролетного строения пешеходного моста / В.С. Шмуклер, С.Н. Краснов, Е.С. Краснова // 3б. наук. праць «Будівельні конструкції». – К., 2012. – Вип. 76. – С. 580–588.
3. Пат. 82094 Україна, МПК Е 04D 3/24. Металобетонне просторове перекриття / Шмуклер В.С., Краснов С.М., Краснова К.С., Карякін І.А; заявник и патентовласник Шмуклер В.С. – № u201214441; заявл. 17.12.12; опубл. 25.07.13, Бюл. № 4.

БУДІВНИЦТВО ТУНЕЛІВ ПІД ЗАХИСТОМ ЕКРАНІВ З ТРУБ

*Батрак А.В., Матвієнко І.О., ДМ-42т3-17, ХНАДУ
Керівник: доц. каф. МКБМ Ігнатенко А.В..*

Розширення масштабів тунельного будівництва, що спостерігається в останні десятиліття, обумовлює необхідність подальшого вдосконалення технічних засобів і методів подолання ділянок порушених і нестійких ґрунтів, що зустрічаються по трасі гірських, підводних і міських тунелів, що споруджуються закритим способом [1,2]. При будівництві міських підземних транспортних споруд мілкового закладення під існуючими об'єктами виникають суттєві труднощі, пов'язані з порушенням їх нормального функціонування.

У практиці тунелебудування в даний час знаходять застосування наступні види контурного і випереджального кріплення: арочне, анкерне, набризк-бетонне, бетонні склепіння, що випереджають екрани з ґрунтоцементних паль, армуючі фібергласові елементи в призабійній зоні, опорні стовпи з вертикальних і похилих мікропаль, екрани з труб та ін. [3].

Екран з труб влаштовують по контуру майбутнього тунелю і він може служити не тільки в якості тимчасового кріплення, але і входити до складу постійної несучої конструкції [4].

Такий спосіб застосовують при будівництві перегінних тунелів і станцій метрополітену, автотранспортних і пішохідних тунелів переважно мілкового закладення на забудованій міській території, коли використання відкритого способу важко або неможливо.

Особливо ефективним цей спосіб виявляється при будівництві тунелів під вулицями і дорогами, під насипами і фундаментами будівель в слабких нестійких ґрунтах при глибині закладення від 3 до 1 м від поверхні землі. Застосування зазначеного способу робіт не вимагає вскриття денної поверхні над підземною спорудою, що не порушує умов вуличного руху, зводить до мінімуму зрушення і деформації поверхні землі. При цьому в ряді випадків відпадає необхідність у застосуванні штучного заморожування і хімічного закріплення ґрунтів.

Під захистом екранів з труб побудовано гірським способом багато підземних споруди мілкового закладення: станція «Венеція» метрополітену м Мілана (Італія); перегінні тунелі в м Атланті (США) при будівництві метрополітену під швидкісною 10-смуговою автомагістраллю; два пішохідних тунелю під автомагістраллю Оршард в м Сінгапурі; тунель під залізницею в Каліфорнії (США); двоярусна підземна станція метрополітену в м Сендай (Японія) під 15 залізничними коліями; два паралельних трисмугових тунелю Мейко (Японія) та ін. [2].

У зарубіжній практиці будівництва тунелів способом продавлювання відомі такі випадки використання екранів з труб: в Японії за такою технологією спорудили два автотранспортних (Куруме і Осака – Нагойя під залізничними коліями) і один пішохідно-колекторний тунель в м Нагато під станційними шляхами залізниці та ін. [3].

При будівництві тунелів під захистом екранів з труб виникають різні проблеми, пов'язані із взаємодією конструкцій екрану з навколишнім ґрунтовим масивом і розташованими поблизу будівлями, спорудами та інженерними комунікаціями. Для вирішення цих проблем і обґрунтованого проектування і будівництва тунелів під захистом екранів з труб необхідно проведення наукових досліджень для забезпечення безпеки і надійності при будівництві та експлуатації тунелів.

Труби захисного екрану задавлюють в ґрунт або проштовхують в пробурені свердловини окремими ланками. По мірі задавлювання труб з них витягають ґрунт, а після закінчення

задавлення простір, що звільнився найчастіше заповнюють монолітним залізобетонем [1,4]. Таким чином, створюється плоский або склепінчастий екран по перекриттю, а іноді і уздовж стін, і в лотку підземної споруди, під захистом якого розробляють ґрунтове ядро і зводять несучу конструкцію (Рис. 1.).

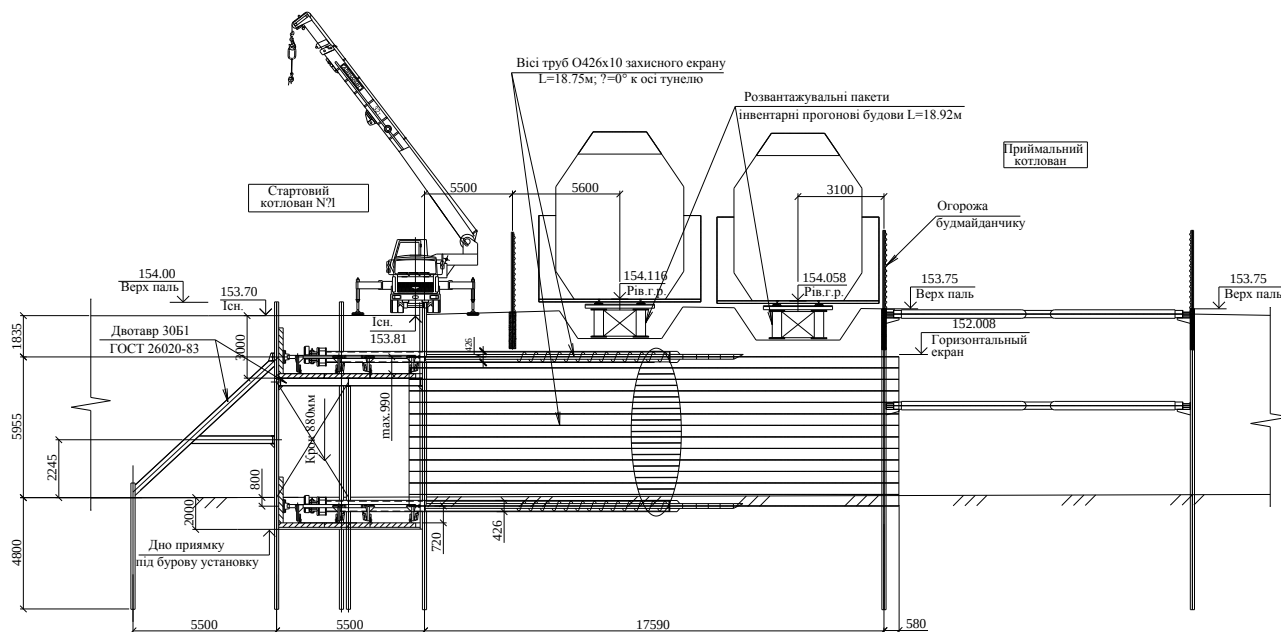


Рисунок 1 – Влаштування захисного екрану з труб

Під захистом екрану з труб можна будувати тунелі практично будь-яких форм і розмірів поперечного перерізу довжиною до 80 ÷ 100 м. Збільшення довжини екранів може бути досягнуто створенням проміжних шахтних стволів або котлованів для задавлення труб, а також влаштуванням випереджаючого кріплення з забою виробки. Існують різні модифікації цього способу, що відрізняються матеріалом труб (сталеві, залізобетонні або азбоцементні), їх діаметром (від 85 до 2500 мм), формою поперечного перерізу (круглі, прямокутні, трапецієподібні), напрямком продавлення (уздовж або поперек тунелю), місцем продавлення (з котлованів, шахтних стволів, безпосередньо з забою виробки), способом видалення ґрунту з порожнини труб і т.п.

Влаштування випереджаючого екрану доцільно проводити в умовах, коли в зоні будівництва тунелю розташовуються будівлі, споруди, підземні комунікації, залізничні і трамвайні колії, автомобільні дороги, пішохідні переходи, річки і водойми, або інші перешкоди або споруди, що не допускають деформації ґрунтового масиву.

Влаштування випереджаючого екрану може проводитися в різнорідних ґрунтах, що перешаровуються один з одним, з включенням великих уламків, валунів, щебеню, гравію.

Для влаштування екрану з труб застосовуються метод проколу, продавлювання або проштовхування в заздалегідь пробурені свердловини. Найбільш ефективним є використання для влаштування екранів з труб мікротунельної технології, що дозволяє звести екран в стислі терміни і без порушення поверхневих умов.

Технологія мікротунелювання дозволяє при будівництві тунелів закритим способом на мілкому закладенні забезпечувати мінімальні осідання земної поверхні, збереження будівель, споруд і підземних комунікацій в зоні будівництва, не порушувати руху транспорту.

Технологія найбільш ефективна в однорідних піщаних, в тому числі водонасичених і глинистих ґрунтах.

Технічні рішення по влаштуванню захисних екранів дозволяють забезпечити максимальне збереження навколишнього природного та техногенного середовища, зменшення впливу будівельного процесу на життя міста, підвищення екологічної безпеки будівництва, вибухопожежної безпеки, зниження рівня шуму від будівельного процесу, виключення забруднення існуючих міських проїздів, попадання ґрунту, пульпи і нафтопродуктів в міську каналізацію і водостік.

Мінімальна глибина закладення верху труб випереджаючого екрану, що влаштовується з застосуванням мікротунелепрохідницького комплексу (МТПК), щодо денної поверхні, повинна бути не менше 1.5-2-х діаметрів труби, але в будь-якому випадку – не менше 1 метра. Відстань між трубами екрану і підземними комунікаціями повинно бути не менше 1 м.

Мінімізація деформацій поверхні землі в період будівництва тунелів приймається як основна умова при виборі всіх конструктивних і технологічних рішень. У разі проходки під залізничними коліями може знадобитися встановлення страхувальних пакетів під коліями, а також стабілізація нестійких ґрунтів в тілі і основі тунелю.

До недоліків технології слід віднести значну трудомісткість робіт по влаштуванню труб екрану, складності забезпечення стійкості лобу забою в процесі проходки і високу вартість робіт.

Література

1. Чеботаев В.В., Сооружение тоннелей под действующими магистралями с помощью защитного экрана из труб. / В.В. Чеботаев, Е.В. Щекудов // Сборник научных трудов ЦНИИС.- М., 2000.-с. 191-198
2. Wittke W. New design concept for underground openings in rock. In G. Gudehus (ed.) Finite Elements in Geomechanics. Chichester, New York, Brisbane, Toronto: John Wiley ** Sons, 1977.
3. Меркин В.Е. Прогрессивный опыт и тенденции развития современного тоннелестроения./ В.Е. Меркин, Л.В. Маковский - М., ТИМР, 1997. - 192с.
- 4 Щекудов Е.В. Опыт сооружения тоннелей с применением защитного экрана из труб под действующими транспортными магистралями // Исследования конструкций и материалов для метро- и тоннелестроения: Сборник научных трудов. - М.: ЦНИИС, 2002.-с.38-62.

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ В МОСТОБУДУВАННІ

*Трояненко М., ДМ-51-18, ХНАДУ
Калиновська Я., Д-44т3-17, ХНАДУ
Керівник: доц. каф. МКБМ Ігнатенко А.В.*

Основними областями застосування склопластикової композитної арматури є фундаменти. Безумовно, це не єдина область застосування композитної арматури, але саме в фундаментах найбільш проявляються всі переваги полімерної арматури і нівелюються її недоліки.

Стрижні композитної арматури все частіше використовуються для армування таких бетонних конструкцій, як: мости, автостоянки і морські споруди, в яких корозія традиційної сталеві арматури зазвичай призводить до істотного зносу і часткового руйнування конструкції, що викликає необхідність її відновлення. Знос настилу моста - це одна з найбільш поширених проблем мостобудування. Бетонний настил мосту зношується швидше, ніж будь-який інший елемент через прямого впливу навколишнього середовища, боротьби з обмерзанням з використанням агресивних

антиобледенительних реагентів і зі зростаючою транспортної завантаженістю доріг. З точки зору витрат на ремонт і порушення руху транспорту головною проблемою є поява тріщин настилу і його розшарування внаслідок корозії. У Квебеку половина експлуатаційних витрат Міністерства транспорту витрачається на бетонні споруди, пошкоджені корозією, і вони оцінюються в 1 млрд. Фунтів на рік. Для того щоб впоратися з проблемами, пов'язаними з корозією, сталева арматура повинна бути захищена від викликають корозію елементів, або замінена на альтернативні корозійностійких матеріали в нових спорудах. Однією з таких альтернатив є композитна полімерна арматура (арматура у вигляді полімеру, армованого волокном), яка вже багато разів успішно застосовувалася при будівництві різних об'єктів, але найкращим чином зарекомендувала себе при застосуванні для армування бетонних настилів і інших конструкційних елементів мостів. Використання композитної арматури, для армування бетонного настилу моста є потенціалом збільшення терміну служби настилу, економічних та екологічних переваг [1-5].

Нові канадські стандарти проектування автотранспортних мостів (CAN / CSA-S6-00 2000), які були чинні в грудні 2000 року, включають в себе новий розділ (Section 16) про використання композитної полімерної арматури в якості армуючих елементів при мостобудуванні [6].



Рисунок 1 - Монтаж вигнутих стержнів з композитного армованого пластику

На підставі даного стандарту в наслідок масштабних попередніх досліджень і випробувань в Уоттона (Квебек, Канада) був побудований бетонний балочний міст при будівництві якого, для армування плит настилу, використовувалася полімерна композитна арматура [7]. Для армування бетонного настилу плити даного моста, одночасно були використані углепластиковая арматура і склопластиковая арматура.

В критических местах мост оснащен большим количеством оптоволоконных датчиков для мониторинга и сбора данных о внутренней температуре и деформациях. Для отслеживания деформаций и температуры было установлено 44 оптоволоконных датчика Фабри-Перо (Рисунок 2,а), 30 из которых были приклеены непосредственно к арматурному каркасу, а 6 были залиты в толще бетона для измерения деформаций. Два термодатчики были залиты в бетон для контроля изменений температуры. Кроме того, шесть оптоволоконных датчиков размером 80-мм были установлены на поверхности бетонных балок для измерения деформаций (Рисунок 2,б).

У критичних місцях міст оснащений великою кількістю оптоволоконних датчиків для моніторингу та збору даних про внутрішню температуру і деформації. Для відстеження деформацій і температури було встановлено 44 оптоволоконних датчика Фабрі-Перо (Рис. 2, а), 30 з яких були приклеєні безпосередньо до арматурного каркасу, а 6 були залиті в товщі бетону для вимірювання деформацій. Дві термодатчики були залиті в бетон для контролю змін температури. Крім того, шість оптоволоконних датчиків розміром 80мм були встановлені на поверхні бетонних балок для вимірювання деформацій (Рис.2,б).

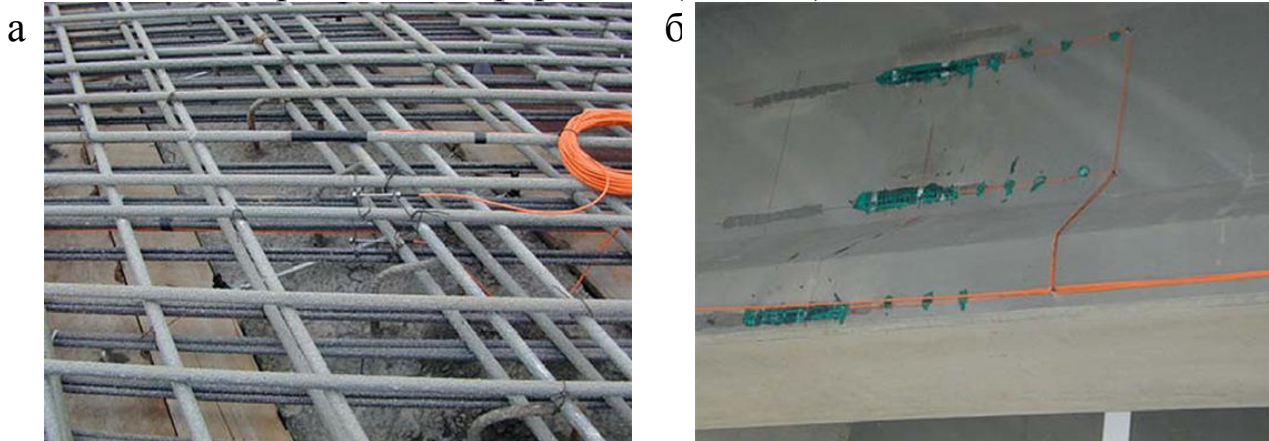


Рисунок 2 – Оптоволоконні датчики: а – вбудовані; б – на бетонних балках

На мосту була змонтована система збору даних, підключена до модему, для здійснення дистанційного моніторингу за експлуатацією настилу з моменту будівництва і через кілька років після його завершення.

Міст так само був перевірений на експлуатаційні характеристики при стандартній вантажопідйомності, як зазначено в нових стандартах CHBDC (2000). Даний проект дозволяє провести оцінку роботи в експлуатаційних умовах, і так само оцінку довготривалого використання різних типів композитної арматури з полімеру, армованого волокном, в якості арматури настилу в будівництві, а також безпосереднє порівняння зі сталевією арматурою при тих же реальних умовах експлуатації і довкілля.

На підставі деталей конструкції і результатів статичних випробувань авторами сделані наступні висновки:

- не було виявлено ніяких перешкод для використання композитної арматури. Під час транспортування і установки не виникло ніяких проблем з арматурою у вигляді полімеру, армованого волокнами;

- експлуатація композитної полімерної арматури, покритої піском, дуже схожа з експлуатацією сталевих арматурних стрижнем;

- під таким навантаженням у вигляді вантажівки, максимальні значення деформації розтягу бетону, вони дуже малі і рівні 10-25 мікронапруги в міру того, як вантажівка рухається повз приладів. Ці значення істотно нижче деформації руйнування бетону, які розташовуються в інтервалі від 100 до 125 мікронапруг для звичайного важкого бетону з межею міцності при стисненні від 30 до 35 МПа;

- прогини настилу мостів і плит були істотно нижче, ніж допустимі межі, визначені асоціацією AASHTO (American Assotiation of State Highway and Transportation Officials).

Література

1. Benmokrane, B., and Rahman, H., eds. (1998) Durability of Fiber Reinforced Polymer (FRP) Composites for Construction, Proceeding of the First International Conference, Sherbrooke, Quebec, Canada, 692p.
2. Japan Concrete Institute, ed. (1997) Non-Metallic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures, Proceeding of the third International Symposium(FRPRCS-3),Sapporo Japan, Vol. 1, 728p.

3. Saadatmanesh, H., and Ehsani, M.R., eds. (1996) International Conference on Composites for Infrastructure, Proceeding ICCI, Tucson, Arizona, USA.
4. Neale K.W., and Labossiere P., eds. (1992) Advanced Composite Materials in Bridges and Structures, Proceeding of the First International Conference, Sherbrooke, Quebec, Canada.
5. GangaRao, H.V.S., Thippesway, H.K., Kumar, S. V., and Franco, J.M. (1997) Design, Construction and Monitoring of the First FRP Reinforced Concrete Bridge Deck in the United States, Proceedings of the third International Symposium(FRPRCS 3) on Non-Metallic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures, Sapporo, Japan, Vol. 1, pp. 647-656.
6. CAN/CSA-S6-00 (2000) Canadian Highway Bridge Design Code, Canadian Standard Association, Rexdale, Toronto, Ontario, Canada, 734p.
7. <https://arvit.com.ua/primenenie/osnovnyie-sferyi-primeneniya/dorozhnoe-stroitelstvo/>

АНАЛІЗ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК ОСНОВА НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ МОСТІВ

*Марчук А. В., ДМ 15-41, ХНАДУ
Керівник ст. препод. Лозицький А.С.*

Початок дослідження властивостей матеріалів, що використовуються при будівництві мостів і методів їх контролю, дало створення з ініціативи С. В. Кербедза і н. Ф. Ястржембського в 1853р в Санкт-Петербурзі в корпусі інженерів шляхів сполучення дослідницької лабораторії. Істотний внесок у дослідження механічних властивостей матеріалів вніс Н. Н. Белелюбський, який пізніше очолив лабораторію, заклавши основи дослідження в мостобудуванні металу і залізобетону [1]

Необхідність нормування властивостей матеріалів і конструкцій було пов'язано з будівництвом значної кількості мостових споруд.

Теоретичні уявлення про властивості матеріалів вимагають перевірки в лабораторних умовах, а також безпосередньо на місці будівництва, ремонту мостів і споруд.

Розроблені методи контролю властивостей матеріалів дали істотний імпульс до вдосконалення і дозволили вплинути на технічні характеристики споруд, такі, як величина прольоту, власна вага конструкції, а також покращити технологічні показники їх зведення. Були закладені основи поняття якості.

Якість – ступінь відповідності об'єкта нормативним характеристикам.

Надійність мостового споруди залежить від якості конструктивних матеріалів, тобто відповідності їх показників, що характеризують міцність і довготривалі показники надійності, закладені при дослідженні і проектуванні і отримані при виконанні будівельно-монтажних робіт. В організації життєвого циклу мостів процеси вишукувань і проектування об'єднані, тому розрізняють якість проектування і якість будівництва і ремонтів.

1) Основним завданням при будівництві та ремонті мостових споруд є досягнення технічних характеристик, закладених в проекті та отриманих на практиці.

2) Контроль якості будівельних матеріалів, виробів і конструкцій проводиться двома основними способами.

3) Полягає у виявленні граничних несучих здібностей об'єктів, що пов'язано з доведенням їх до руйнування. Цей спосіб ефективний при проведенні стандартних випробуваннях зразків зі сталі, бетону та інших конструктивних матеріалів. При випробуванні моделей споруд і їх фрагментів конструкції можуть доводитися до граничних станів. Що ж стосується реальних об'єктів, то їх руйнування для виявлення граничних несучих здібностей не завжди виправдано.

4) Пов'язаний з виробництвом випробовувань неруйнівними методами, що дозволяє зберегти експлуатаційну придатність, розглянутого об'єкта без порушення його несучої здатності. Цей спосіб найбільш прийнятним при будівництві, ремонті та обстеженні споруд. Неруйнівними методами можна, наприклад, визначити вологість заповнювачів бетону, ступінь ущільнювача бетонної суміші в процесі формування, щільність і міцність бетону у виробі, провести дефектоскопію конструкцій. Неруйнівні методи випробувань побудовані в основному на непрямому визначенні властивостей і характеристик об'єктів і можуть бути класифіковані за такими видами:

Механічні методи випробувань.

До механічних неруйнуючим методам контролю належать: метод пластичних деформацій, метод відриву зі сколюванням і сколювання ребра конструкції і метод пружного відскоку. Застосування даних методів дозволяє отримати достовірну оцінку міцності будівельних матеріалів, не порушуючи цілісність елементів конструкції. Призначення необхідної кількості контрольованих ділянок і їх розташування здійснюється відповідно до ГОСТ 18105-86, а також з конструктивних особливостей конструкцій (в найбільш навантажених і пошкоджених ділянках) і умов доступу до них.

Метод пластичної деформації.

Розроблені і сповідуються в практиці ряд приладів, що дозволяють визначити твердість поверхневого шару бетону з використанням методу пластичних деформацій. Метод упругого бетона.

Для випробування бетону застосовують прилади, звані склерометрами, що представляють собою пружинні молотки зі сферичними штампами-ОМШ-1. Принцип дії приладу заснований на ударі з нормованою енергією бойка про поверхню бетону і вимірювання висоти його відскоку в умовних одиницях шкали приладу, що є непрямою характеристикою міцності бетону на стиск.

Метод відриву зі сколюванням і сколювання ребра конструкції.

Визначення міцності матеріалу здійснюється за допомогою ПОС-50МГ-4 "Скол". Даний метод є найбільш точним у порівнянні з іншими існуючими неруйнівних методів визначення міцності бетону.

Метод відриву зі сколюванням заснований на лінійній (в досить широкому діапазоні залежності між опором бетону одноосному стиску і відриву конусного фрагмента бетону в поперечному напрямку).

Даний метод застосовується для коригування в натурних умовах градієнтованих залежностей інших механічних засобів неруйнівного контролю за ГОСТ 22690, що володіють меншою трудомісткістю при проведенні випробувань.

Метод отримання міцності бетону шляхом сколювання ребра враховує не тільки міцнісні властивості розчинної складової

бетону, але вплив крупного заповнювача на його зчеплення розчином.

Величина відколу визначається як середнє арифметичне значення. Це метод застосовують для визначення міцності бетону як важкого, так і легкого бетону в діапазоні від 10 до 70 Мпа.

У даній роботі наведена коротка характеристика методів контролю якості бетону на стадії проведення будівельних і ремонтних робіт мостових споруд.

На даний період вітчизняними та зарубіжними науково-дослідними інститутами розроблені і апробовані десятки інших методів контролю якості різних матеріалів і виробів, використовуваних в мостобудуванні.

Аналіз своєчасного і постійного контролю якості будівельних матеріалів і елементів конструкцій споруд з використанням сучасних методів контролю якості будівельних матеріалів був і залишається основою надійності і довговічності мостових споруд при виробництві будівельних і ремонтних робіт

Литература:

1. Смирнов В.Н., Чижев С.В. Менеджмент в машиностроении – СПб, изд-во ДНК-2008 – 260с.
2. Кислов А.Т., Бильченко А.В., Игнатьев А.В. К вопросу продления срока службы мостовых сооружений – Науковий вісник будівництва 2017 т.88 №2.
3. ДБН В.1.2–14–2009 СНББ Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ – К.Мінрегіонбуд України 2009-50с.

ДЕФОРМАЦІЇ ОСНОВ БУДІВЕЛЬ ПОБЛИЗУ ГЛИБОКИХ КОТЛОВАНІВ І ПІДЗЕМНИХ ВИРОБОК

*Ніколаєнко А.М., ДМ-42т3-17, ХНАДУ
Керівник: доц. каф. МКБМ Синьковська О.В.*

В останні десятиліття у великих містах України і зарубіжжя ведеться будівництво з освоєнням підземного простору в умовах тісної міської забудови. У зону впливу глибоких котлованів і підземних виробок (наприклад, автодорожніх, комунікаційних

тунелів, тунелів метро) потрапляють будівлі і споруди, що мають народно-господарське, а найчастіше, культурно-історичне значення. У зв'язку з цим виникає проблема забезпечення збереження існуючої забудови.

Існуючі будівлі, особливо в історичних частинах міст, мають великий термін експлуатації, протягом якого деформації, на які були розраховані їх конструкції при проектуванні, здебільшого реалізувалися. Для того, щоб забезпечити їх загальну конструктивну стійкість, необхідно або застосувати такі технології зведення поруч з ними об'єкта з підземною частиною, які мінімізують додаткові деформації від нового будівництва, або влаштувати для будівель захисні заходи.

В узагальненні світового досвіду будівництва поблизу глибоких котлованів [1] відзначається, що переміщення ґрунту залежать від ряду факторів: інженерно-геологічних умов і рівня підземних вод, методів будівництва, в тому числі жорсткості конструкцій котлованів і виду розпірної системи. Так перші узагальнення експериментальних спостережень за деформаціями ґрунтового масиву поблизу глибоких котлованів зробив Пек (1969) [2]. Він встановив характер розвитку вертикальних деформацій поверхні ґрунту (осідань) u_v , приведених до глибині котловану H , за межами його огорожі для різних зон ґрунту: зона I – піски і глини напівтверді і тверді, зона II – м'які (м'якопластичні і пластичні) глини і зона III – дуже м'які глини (текучопластичні і текучі). При цьому Пек проаналізував осідання поверхні за межами котлованів, огорожених суцільним шпунтом, шпунтом з труб і з розпірками з металевих труб.

В ході спостережень за деформаціями конструкцій котлованів, Пек [2] досліджував зв'язок між максимальними горизонтальними деформаціями огорожувальної конструкції u_h^{max} і максимальними вертикальними деформаціями поверхні за межами котловану u_v^{max} (Рис.1).

Відмітимо, що захисні заходи для будівель поблизу глибоких котлованів і підземних виробок призначаються в двох випадках: при перевищенні прогнозованих деформацій від впливу глибокого котловану або підземної виробки додаткових граничних значень; для запобігання можливого осідання ґрунту при влаштуванні огорожі (при наявності слабких ґрунтів, наприклад, водонасичених пісків, що мають пливунні властивості), що зустрічається рідше.

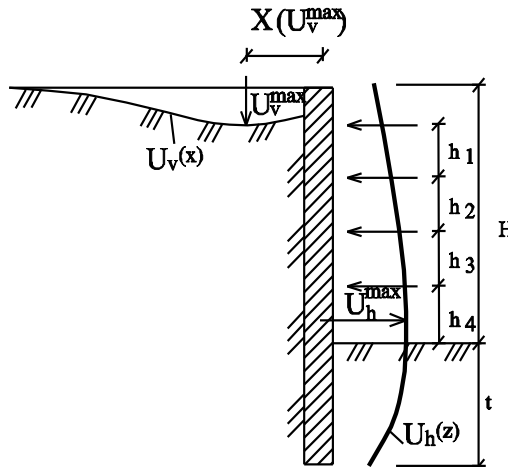


Рисунок 1 – Схематичний розріз котловану: H – глибина котловану; t – довжина незакріпленої частини огорожі; h – відстань між розпірками; u_h^{max} – максимальна горизонтальна деформація огорожі; u_v^{max} – максимальна вертикальна деформація поверхні; n – число ярусів кріплення

Застосовувані в даний час захисні заходи для будівель поблизу котлованів і підземних виробок можна розділити на шість груп:

- зміцнення тіла стрічкових або окремо стоячих фундаментів будівлі, а також контакту «фундамент – ґрунт» цементацією;
- зміна типу фундаментів будівлі, наприклад, підсилення фундаментів палями різного типу, або підведення фундаментної плити;
- закріплення ґрунтів в основі фундаментів будівлі, наприклад, цементацією, мікродуром, або влаштування геомасиву;
- влаштування відсічних екранів між будівлею і котлованом або підземною виробкою (тунелем), які виконуються за різною технологією;
- компенсаційне нагнітання цементного розчину в ґрунт для створення горизонтального шару цементоґрунту між будівлею і підземною виробкою в цілях неприпустимості осідань будівлі (для випадку, коли тунель проходить під будівлею);
- конструктивні заходи для будівлі, спрямовані на збільшення його жорсткості і міцності: взяття в обійму фундаментів, влаштування стягуючих поясів і т. д.;
- можлива комбінація захисних заходів.

Аналогом захисних заходів для будівель поблизу глибоких котлованів можуть служити захисні заходи для будинків на

просідаючих ґрунтах: створення закріплених масивів ґрунту під фундаментами будівель; влаштування глибоких прорізів в ґрунті, що відсікають основу будівлі від джерела замочування; створення буферних зон з ущільнених ґрунтів.

Як правило, для зниження деформацій будівель поблизу котлованів або підземних виробок, проводиться посилення тіла фундаментів існуючих будівель буроін'єкційними, здавлюваними палями, та палями що влаштовуються по розрядно-імпульсній (палі РІТ) і струменевій технології (ґрунтоцементні або jet-палі). При цьому палі спираються на ґрунти, що залягають нижче дна котловану або підземної виробки.

Оскільки будівля в зоні існуючої міської забудови часто має тривалий термін експлуатації і, отже, незадовільний стан фундаментів, а також нещільний контакт фундаменту з ґрунтом основи, наприклад, з причини суфозії, попередньо проводиться зміцнення тіла фундаментів і контакту «фундамент – ґрунт» цементацією.

Приклади ефективності застосування буроін'єкційних і здавлюваних паль для підсилення фундаментів будівель, що примикають до знов зводимої будівлі з двоярусною автостоянкою, приводяться в [3]. Автори показали, що застосування буроін'єкційних паль дозволило знизити осідання будівель, що примикають до котловану на 30-50%.

Використання паль для підсилення фундаментів будівлі реконструйованого театру з влаштуванням підземного простору в Португалії присвячено окрему статтю [4]. Максимальне осідання будівлі після відкопування підземного поверху досягло 8 мм, при цьому від влаштування паль воно склало 6 мм. Приблизно такі ж осідання отримала реконструйована будівля театру з влаштуванням підземного поверху в Венеції при посиленні її фундаментів буроін'єкційними палями, котрі спиралися а закріплені за манжетною технологією цементації, замулені піски [5].

Влаштування ґрунтоцементних паль (jet- паль) для посилення основ фундаментів будинків поблизу глибокого котловану відображено в [6]. Автор описує однокомпонентну технологію влаштування ґрунтоцементних опор, що підводяться під фундаменти будівлі банку в м. Моррістаун (США), що примикає до котловану, огорожу якого було виконано також з jet-паль.

Прикладом посилення основ і фундаментів будівлі jet-палями при реконструкції з освоєнням підземного простору служить бібліотека Британського музею в Лондоні.

Перевага ґрунтоцементних паль полягає в швидкості їх виготовлення, а також в тому, що одне і теж обладнання може бути використано для влаштування огорожі котловану і підсилення основ фундаментів сусідніх будинків.

Література

1. Гаврилов А.Н. Комплекс изыскательских и исследовательских работ для проектирования нового строительства в условиях плотной городской застройки / А.Н. Гаврилов, Е.М. Грязнова, Р.Р. Старков // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2006. – №6.-с.10-13.
2. Peck, R B Deep excavation and tunnelling in soft ground. State of the art report/ R B Peck //Proc 7th Int Conf SMFE.- Mexico City, 1969.- pp 147-150.
3. Семкин В.В. Варианты усиления существующих зданий при строительстве двухуровневого подземного гаража в центре Москвы. / В.В. Семкин, А.В. Шапошников, В.Г. Улановский // Международный Симпозиум «Геотехнические аспекты подземного строительства в мягком грунте», 4-я сессия. Глубокие котлованы: проектирование и анализ. - Тулуза, Франция, 23-25 октября 2002 г. - стр. 103-106.
4. Pinto A. Teatro Circo: underpinning of a centenary theatre./ A. Pinto & M. Gourveia // Proc. the XIIIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. «Geotechnical problems with manmade and man influenced grounds. Main Session 4: Foundation in urban areas.- Prague, Czech Republic», 25-28th August 2003.- Vol. 2. – pp 329-334.
5. Balossi Restelly A. Pettina Reconstruction of La Fenice theatre in Venice. Foundation problems. / A. Balossi Restelly, R. Tornaghi, A. Pettinarolli & E. Rovetto // Proc. the XIIIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. "Geotechnical problems with man-made and man influenced grounds". Main Session 4: Foundation in urban areas.- Prague, Czech Republic, 25-28th August 2003.- Vol. 2.- pp 29 - 34.
6. Gustavo E. Armijo Jet-grouting underpinning of a building in the US / E. Gustavo // Proc. 9th Int. Conf. on piling and deep foundations.- Nice, June 3-5, 2002.- pp 33-40.

МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ В МОСТОБУДУВАННІ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Закржевський М.О, ДМ-51-18, ХНАДУ

Керівник: доц. каф. МКБМ Синьковська О.В.

До першочергових завдань при проектуванні прогонових будов моста відноситься вибір конструкційних матеріалів, з урахуванням специфіки їх подальшої експлуатації в першу чергу це залізобетон і метал.

Розповсюдженість залізобетонних мостів пояснюється численними перевагами. Такі капітальні споруди наділені всіма перевагами залізобетону, такими як міцність, стійкість до будь-якого типу впливів, невибагливістю у догляді на відміну від сталевих споруд. Вірне проектування і якісне виконання всіх стадій будівництва мінімізують витрати по утриманню залізобетонної конструкції. Залізобетонні мости мають одну головну особливість - невисоку витрату металу в порівнянні зі сталевими виробами [1].

У порівнянні з металевими аналогами залізобетонний міст має масу переваг: виробництво, експлуатація та обслуговування обходяться дешевше, не потрібно фарбування і спеціальна антикорозійна обробка, а головне, на їх спорудження потрібно значно менше сталі.

При цьому залізобетонні мости мають і ряд істотних недоліків: такі конструкції мають значну вагу в зв'язку, з чим істотні навантаження від власної ваги; виникнення тріщин і сколів призводить до корозії арматури; для виготовлення конструкцій необхідна опалубка, а процес твердіння при цьому вимагає витрат часу [1].

Метал як будівельний матеріал для мостів застосовується дуже давно. У мостах металевими роблять прогонові будови, опори же влаштовують бетонними, ж / б або кам'яними. У рідкісних випадках опори можуть бути металевими (особливо високі мости, віадуки, шляхопроводи та естакади).

Основними перевагами металевих конструкцій є: висока несуча здатність - можливість сприймати значні навантаження при відносно невеликих перерізах внаслідок значної міцності металу; висока надійність, легкість і транспортабельність [1, 2, 3]. Металеві конструкції в порівнянні з конструкціями з каменю, залізобетону і

дерева найлегші. Вони майже в 4 рази легше залізобетонних і часто легше дерев'яних (при однакових навантаженнях).

Металеві конструкції зручні в експлуатації, так як легко можуть бути посилені при збільшенні навантажень. Вони найбільш повно використовуються при реконструкціях і легко ремонтуються [2, 4].

Одним з недоліків є те, що, на відміну від залізобетону частка власної ваги в загальному навантаженні тут значно нижче. Тому сталеві прогонові будови істотно більш чутливі до зростання в перспективі тимчасових навантажень. Однак їх несучу здатність можна порівняно просто підвищити за рахунок посилення елементів.

Суттєвим недоліком стали є її корозія, тобто результат взаємодії металу з навколишнім середовищем [5], і зниження через це з часом несучої здатності і надійності конструкції. На тривалість експлуатації мостів впливають відразу кілька факторів: підвищена вологість, перепади температур, вплив солей, а також різних фізичних і хімічних факторів [6]. При цьому металеві мости споруджують на різних дорогах, в будь-яких кліматичних умовах та через широкі глибоководні річки. Тому сталеві прогонові будови вимагають ретельного догляду, періодичного фарбування, інших спеціальних конструктивно-технологічних заходів [7]. Застосування спеціальних покриттів і корозійностійких матеріалів усуває цей недолік, знижує експлуатаційні витрати, але підвищує вартість самих матеріалів.

Існує кілька методів захисту металевих мостових конструкцій від корозії. Зупинимося на найбільш поширеному в мостобудуванні засобу захисту експлуатованих металоконструкцій - ізоляція поверхні металу антикорозійними матеріалами.

Найбільш дієвий і поширений засіб захисту мостів від іржавіння - нанесення на поверхню металу захисного покриття. Традиційні лакофарбові матеріали, широко застосовуються для захисту металевих покриттів від корозії, але малоефективні для мостових конструкцій, бо не можуть гарантувати тривалий термін експлуатації. Так 2-5 шарів фарби, в таких жорстких умовах експлуатації, можуть забезпечити лише 4 - 10 років захисту моста, після чого деталі конструкції потребують оновлення захисного покриття.

Більш надійний і довгостроковий засіб захисту, який продовжує термін експлуатації конструкції до 50 років - гаряче цинкування. Такі строки обумовлено унікальними властивостями металевого цинку та хімічними і електрохімічними процесами, що протікають при його взаємодії з навколишнім середовищем і сталевий підкладкою.

Однак у випадку з функціонуючим мостом, деталі не можуть бути пофарбовані на місці - тільки на робочому, спеціально обладнаному майданчику.

Оптимальне рішення для захисту мостових конструкцій - холодне цинкування - це нанесення за допомогою кисті, валика або розпилювачем на підготовлену поверхню способами, що застосовуються для звичайного фарбування, спеціального цинконасиченої сполуки, в результаті чого утворюється покриття, що володіє такими ж антикорозійними властивостями, як і покриття, отримане методом гарячого цинкування [7].

Таким чином, холодне цинкування це метод захисту від корозії, який простий, як фарбування традиційними лакофарбовими матеріалами, і здатний забезпечити тривалий захист, як гаряче цинкування.

Ще один недолік металевих конструкцій - вогнестійкість. Так при підвищенні температури до 200 ° С у сталі суттєво знижується модуль пружності, що призводить до надмірних деформацій. При температурі 600 ° С сталь переходить в пластичний стан. Це вимагає застосування спеціальних захисних покриттів, що оберігають їх від відносно високих (більше 400 ° С) температур [3].

Відзначимо, що всі елементи металевої конструкції моста, по можливості, повинні бути доступні для спостереження, очищення, фарбування, а також не повинні затримувати вологу. Замкнуті профілі повинні бути герметизовані [3,6].

Література

1. <http://rusbuildrealty.ru/books/arhitektura/151.html>
2. <http://www.stroitelstvo-new.ru/svarka/dostoinstva-nedostatki-metallicheskih-konstruktsiy.shtml>
3. Мости і труби сталеві конструкції. Правила проектування. Споруди транспорту: ДБН 6.2.3-26:2010 – Частина 1. – [Чинний з 2011-10-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 179с.

4. Рачкова О.Г. Архитектура транспортных сооружений: учеб. Пособие для СПО / О.Г. Рачкова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 197с.
5. Жарский И.М. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования: учеб. пособие / М. И. Жарский, Н.П. Иванова, Д.В. Куис, Н.А. Свидунович. – Минск: Выш.шк., 2012. – 303с.
6. Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування: ДСТУ Б В.2.6 – 193:2013. – [Чинний з 2014-01-01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 70с.
7. Писклов М.В. Некоторые особенности использования в строительстве металлических конструкций / М.В. Писклов, Е.В. Синьковская, Л.В. Мищенко // Всеукраїнська науково-практична Інтернет конференція «Мости, тунелі і дороги: стан, проблеми утримання та перспективи підвищення довговічності» - Харків, ХНАДУ: 25 травня 2018. – с. 292-295.

ФИЗИЧЕСКИЙ И МОРАЛЬНЫЙ ИЗНОС МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Саган В.О., ДМ- 42т3-17, ХНАДУ

Керівник доц. каф. МКБМ Синьковская Е.В..

Мосты – важный элемент транспортной инфраструктуры страны, задачей эксплуатации которых является обеспечение комфортного и безопасного движения по ним автотранспорта. Для этого необходимо производить на мостах повседневный уход, наблюдение за их состоянием и исправление возникающих дефектов и неисправностей.

Рациональная организация эксплуатации мостов и других искусственных сооружений предусматривает не только их тщательное содержание и плановые ремонты, но и осуществление при необходимости их усиления и реконструкции. За последние годы проблема реконструкции получила наибольшую значимость, особенно для мостов путепроводов. Большинство сооружений построенных в 50-60 годы, не отвечают современным нормам проектирования и существующим реальным нагрузкам от автомобильного транспорта.

Главная задача реконструкции – дать сооружению новый срок службы с учетом комфортных условий движения современного транспорта. Идеальным вариантом реконструкции является доведение всех без исключения его параметров до условий современных норм.

Под реконструкцией понимают повышение качества сооружения (изменение геометрических параметров и несущей способности). Причиной реконструкции чаще всего является моральный износ конструкции. При этом сроки службы мостов определяются физическим и моральным износом. Физический износ означает накопление при эксплуатации дефектов и расстройств элементов моста вследствие чего мост не может воспринимать необходимую нагрузку. Моральный износ означает несоответствие возможностей моста предъявляемым к нему возросшим требованиям в отношении грузоподъемности, интенсивности движения, скоростей и безопасности движения [1].

Конструкция считается морально изношенной, если перестает отвечать требованиям к несущей и пропускной способности. Моральный износ, как правило, наступает раньше физического, примерно через 15-20 лет. То обусловлено возрастания веса, интенсивности и габаритных размеров автомобильных нагрузок, а также внесением соответствующих изменений в нормативные документы. Таким образом, моральный износ можно разделить на следующие виды:

- первый связан с увеличением веса подвижных нагрузок и компенсируется запасом прочности в конструкции. Запасы несущей способности обусловлены использованием в прошлом упрощенных схем расчета и методов проверки сечения методом допустимых напряжений. Считается, что если рассчитать конструкцию по принятой методике граничных состояний с использованием пространственных расчетов по современной математической модели, то в большинстве случаев наблюдается достаточная несущая способность пролетных строений на современные нагрузки;

- второй связан с возрастанием интенсивности и изменением габаритных размеров движущегося транспорта.

Учитывая, что физический износ это уменьшение со временем грузоподъемности и надежности моста или его элементов выполняется неравномерно. Наиболее долго работают опоры и

фундаменты – 00-150 лет; пролетные строения – 40-70 лет; элементы проезжей части 3-10 лет. Физический износ устраняют во время ремонтов путем восстановления дефектных элементов или заменой их на новые [2].

Например, на автомобильных дорогах общего пользования Полтавской области насчитывается 571 мостовое сооружение общей длиной приблизительно 20 км. Мосты преимущественно построены из железобетонных сборных конструкций. Металлические конструкции составляют не более 4%, а монолитные – не более 2% [3].

Обследования установили, что современным требованиям уже не соответствуют:

- по грузоподъемности – 177 мостов (длиной 5,092 км);
- по габариту проезжей части – 190 (мостов длиной 5,119 км).

В результате анализа результатов обследований мостов из сборных железобетонных пролетных строений были установлены основные типы дефектов, которые влияют на их долговечность:

- нарушение гидроизоляции;
- трещины разного вида;
- нарушения защитного слоя бетона.

Таким образом, основные модели физического износа железобетонных пролетных строений были поданы авторами следующим образом [3, 4]:

- нарушение гидроизоляции → фильтрация воды → шелушение бетона и уменьшение его прочности с одновременной коррозией арматуры под действием воды, которая фильтруется через него → уменьшение несущей способности конструкций.

- образование трещин → раскрытие трещин → коррозия арматуры → уменьшение несущей способности конструкций.

- потеря бетоном несущей способности → коррозия арматуры с одновременным разрушением защитного слоя бетона → уменьшение несущей способности конструкций.

При этом авторами приведены данные анализа причин аварий мостовых сооружений на основании обработки данных публикаций по Украине, где наиболее распространенными причинами аварийных ситуаций становятся:

- неправильное содержание, профилактика и ремонт сооружений (48,3%);
- низкое качество материалов (15,7%);

- неудачное проектное решение (6,0%);
- несовершенство норм проектирования и идеализация исходных данных (4,0 %);
- другие причины (0,3%).

Таким образом, приведенная информация подтверждает важность своевременного мониторинга физического и морального износа мостовых сооружений для безопасности пользования транспортной инфраструктуры.

Література

1. Дементьев В.А. Усиление и реконструкция мостов на автомобильных дорогах: учеб. пособие / В.А. Дементьев, В.П. Волокитин, Н.А. Анисимова; под общ. ред. проф. В.А. Дементьева; Воронеж. гос. арх. - строит. Ун-т. – Воронеж, 2006. – 116с.
2. http://www.rusnauka.com/32_PRNT_2013/Stroitelstvo/1_140935.doc.htm
3. Мягкохліб А.І. Досвід та перспективи покращення стану мостів на прикладі Полтавської області / А.І. Мягкохліб, П.Б. Сліпчук, А.Є. Фаль, В.Т. Котенко, І.В. Нечипоренко // Науково-виробничий журнал «Автомобільні дороги. Штучні споруди». – Вип. №6 (230) – 2012. – С.36-39.
4. Утримання мостових споруд на автомобільних дорогах загального користування: ВБН В.3.1-218-190-2004 – К.:Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор),2004. – 54с.

ОСНОВНІ ТИПИ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ

*Новохацький О., ДМ-41-15, ХНАДУ
Керівник ст. викл. каф. МКБМ Круль Ю.М.*

На сьогоднішній день сталезалізобетонні прогонові будови активно застосовуються при будівництві мостів по всьому світу. Сталезалізобетонні конструкції мають ряд переваг в порівнянні з металевими і залізобетонними системами, що дозволило їм зайняти міцну позицію в діапазоні прольотів 40-80м, серед яких можна відзначити підвищену вертикальну і горизонтальну жорсткості конструкції; високу несучу здатність; а також простоту вузлових з'єднань, що значно полегшує процес монтажу.

Проектування моста інженер починає з промальовування поперечного перерізу прогонової будови. Слід розташувати в поперечному перерізі головні балки, призначити їх конфігурацію і поперечні елементи, їх об'єднання з плитою. Обов'язковою умовою є деталізація, достатня для подання конструктивних рішень по основних вузлів для розрахунків. Це обсяг робіт інженер зазвичай виконує без розрахунків, покладаючись тільки на свій досвід або на аналоги [3].

Всю сукупність і різноманітність застосовуваних сталезалізобетонних прогонових будов можна класифікувати по ряду характерних ознак:

- за зовнішньою статичною схемою
- за конструкцією головних балок
- за способом підтримки залізобетонної плити
- за влаштуванням залізобетонної плити

Найбільш характерно за зовнішньою статичною схемою застосування сталезалізобетонних прогонових будов в балочно-розрізних системах мостів. У балочно-нерозрізних системах включення залізобетонної плити в роботу проводиться за допомогою спеціальних заходів, таких як попереднє напруження або штучне регулювання зусиль. Для перекриття великих прольотів мостів широко застосовуються сталезалізобетонні ферми, висячі і вантові системи. Найменше використання сталезалізобетонні прогонові будови отримали в консольних, розпірних та арочних системах, в першу чергу в зв'язку з труднощами індустріалізації будівництва і підвищення вартості конструкції.

На рис 1 показані основні типи поперечних перерізів сталезалізобетонних мостів з плитою проїзду у верхньому рівні.

За способом підтримання залізобетонної плити можуть бути об'єднанні поверху поперечними балками та не мати зв'язків по довжині мосту.

Двотаврові балки об'єднані поперечними балками в середньому рівні висоти стінки (рис. 2) Плита обперта тільки на пояси головних балок. Поперечні балки приєднані до поперечних ребер стінки і утворюють з ребрами на стінках рамні вузли. Між плитою і поперечною балкою залишається зазор для можливості проходження пересувної опалубки.

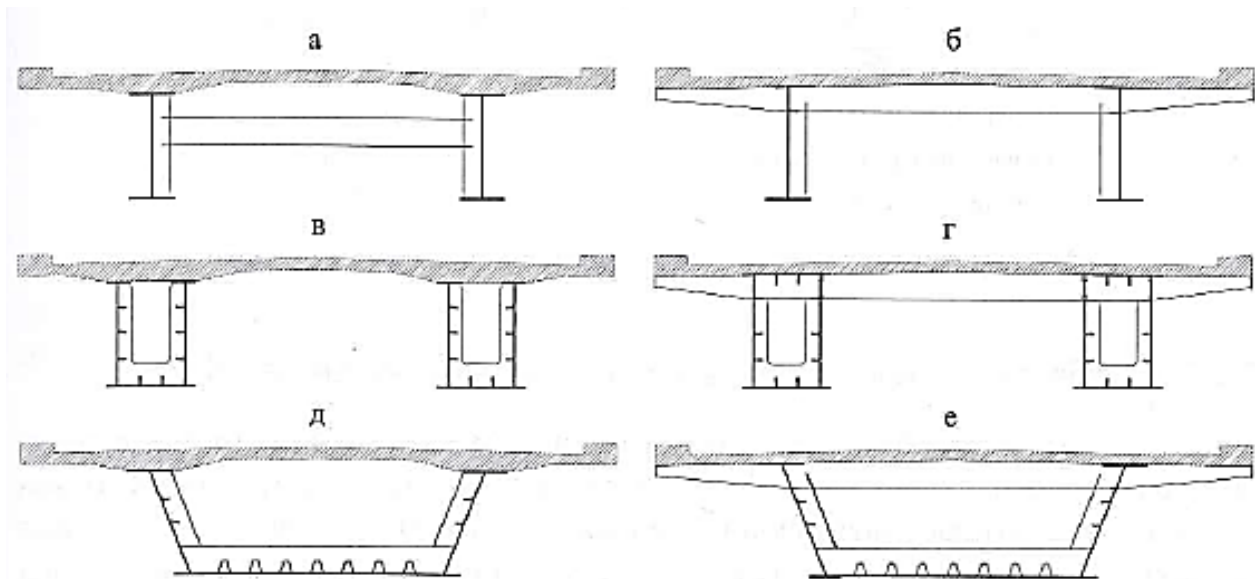


Рисунок 1 – Типи поперечних перерізів



Рисунок 2 – Двотаврові балки об'єднані поперечними балками в середньому рівні

Пара (або більше) двотаврових головних балок об'єднані в верхньому рівні поперечними балками (рис. 3). Пояси головних і поперечних балок утворюють площину, на якій опирається плита. Консольні частини плити можуть бути вільні від поперечних балок.

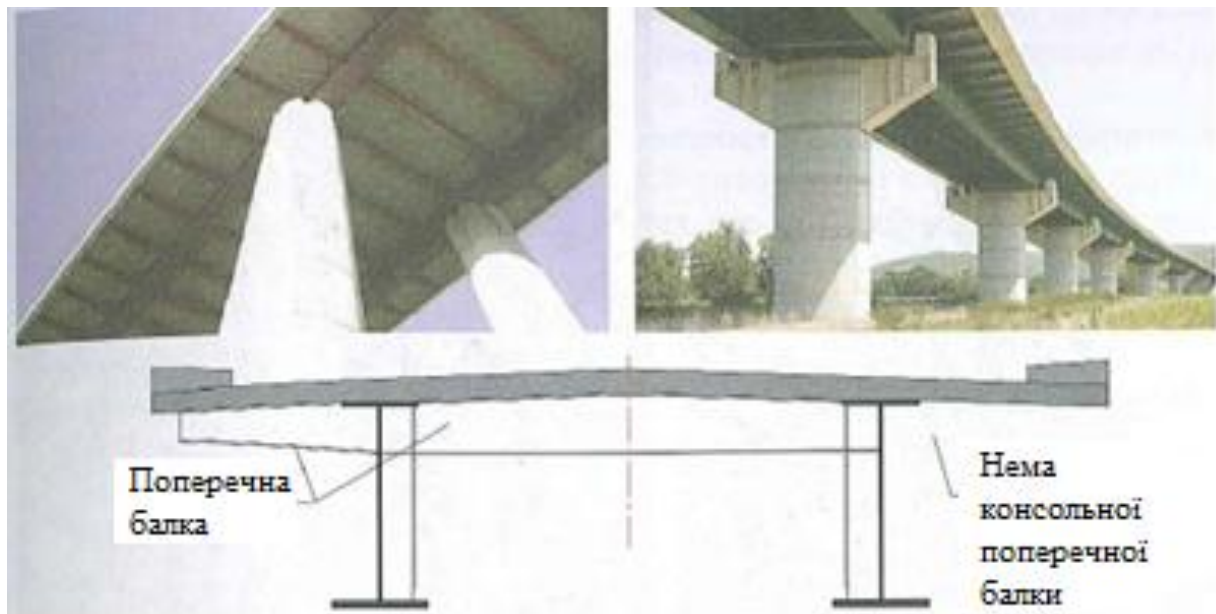


Рисунок 3 – Двотаврові балки об'єднані поперечними балками в верхньому рівні

У поперечному перерізі мосту розташовані дві (або більше) відкриті або замкнуті зверху коробки (рис. 4). Коробки можуть бути об'єднані поверху поперечними балками. Коробки також можуть не мати зв'язків по довжині мосту.

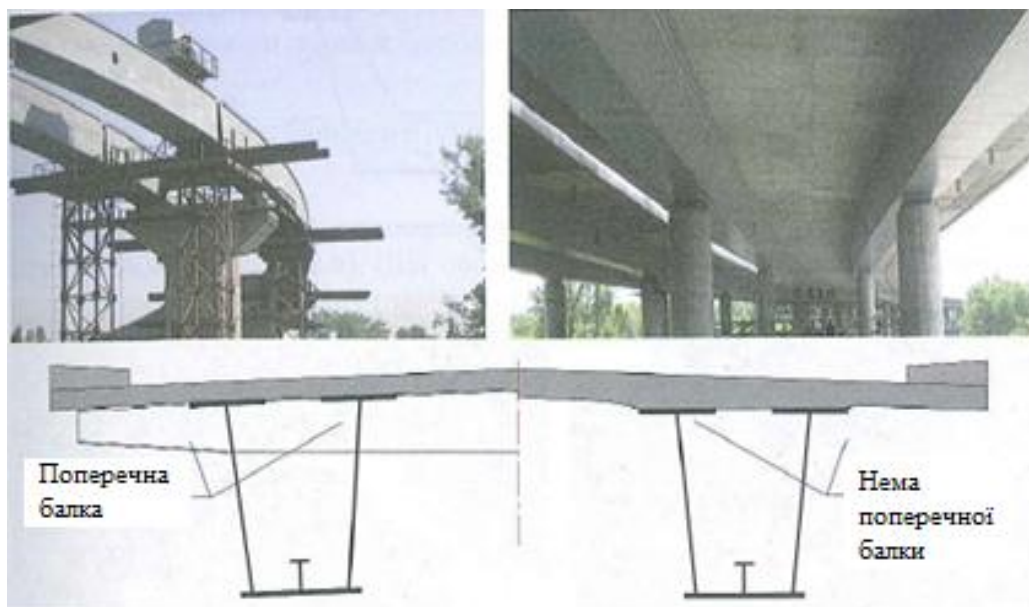


Рисунок 4 – Дві (або більше) відкриті або замкнуті зверху коробчасті балки

У поперечному перерізі прогону розташована одна відкрита або замкнута зверху коробка (рис. 5). Плита може спиратися на пояси головних балок, а при наявності поперечних балок - на пояси

цих балок. Консольні частини плит можуть бути підтримані підкосами.

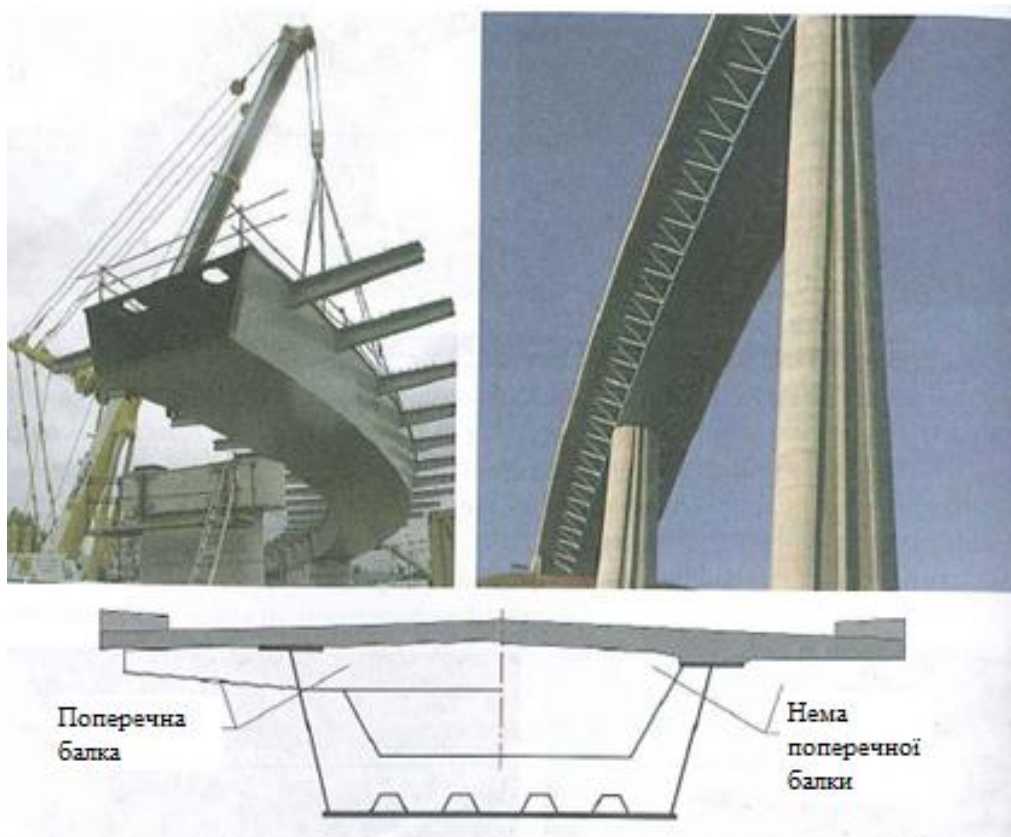


Рисунок 5 – Одна відкрита або замкнута зверху коробчаста балка

Для зведення мостів на автомобільних дорогах високих категорій застосовуються сталезалізобетонні балки коробчатого перетину з збільшеними консолями залізобетонної плити. Широка прогонова будова має одну коробку в поперечному перерізі (рис. 6). Плита оперта на пояси коробок і на пояси поздовжніх балок між стінками коробки і на консолях. Поздовжні балки підтримані підкосами. До цього ж типу може бути віднесена конструкція з поперечними і поздовжніми балками, які утворюють балочну клітку.

За влаштуванням залізобетонної плити розрізняють прогонові будови із застосуванням монолітних і збірних залізобетонних плит. Кожен із запропонованих варіантів має як позитивні, так і негативні особливості. Зокрема, для бетонування монолітної плити необхідно влаштовувати опалубку, виконувати на місці арматурні роботи та укладання бетону. Це робить процес зведення конструкцій більш трудомістким і вимагає великих витрат часу, в порівнянні зі збірними плитами, але забезпечує хорошу зв'язок бетону з упорами

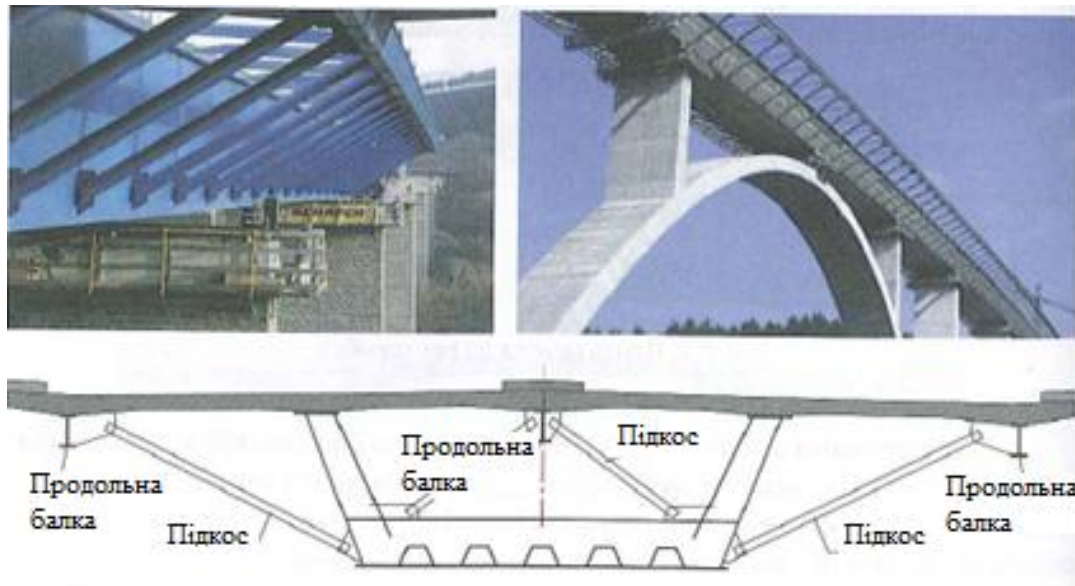


Рисунок 6 – Широка прогонова будова

і повну монолітність плити. Широке поширення в останні роки отримує бетонування по незнімній опалубки, виконаній з профільованого листа. При збірній плиті значно прискорюються темпи будівництва. Основним же недоліком є необхідність досягнення однакової міцності бетону плити і бетону ділянок омоноличування.

Література

1. Стрелецкий Н.Н. Сталежелезобетонные мосты / Стрелецкий Н.Н. – М.: Транспорт, 1965.
2. Стрелецкий Н.Н. Сталежелезобетонные пролетные строения мостов / Стрелецкий Н.Н. – М.: Транспорт, 1981. – 260 с.
3. Корнеев М.М. Сталежелезобетонные мосты: теоретическое и практическое пособие по проектированию. – СПб. : ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015, – 400с.

ВИДИ УПОРІВ В СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТАХ

Сапельник О., ДМ-41-15, ХНАДУ

Керівник ст. викл. каф. МКБМ Круль Ю.М.

Особливістю сталезалізобетонних конструкцій є сумісна робота металевих балок із залізобетонною плитою, яка дозволяє розглядати конструкцію як єдину цілу. Спільність роботи залізобетонної плити проїзної частини зі сталевими балками, тобто

здатність сприйняття зсувних зусиль, що виникають між ними, забезпечується різноманітними конструкціями зв'язків об'єднання. Ці зв'язки повинні сприймати зсувне зусилля, викликане дією перерізаючої сили від вертикальних навантажень, усадкою і повзучістю бетону, а також нерівномірним температурним впливом на об'єднану конструкцію.

В основному зв'язки об'єднання виконують в вигляді гнучких або жорстких металевих упорів. При монолітній залізобетонній плиті частіше використовують гнучкі упори з арматурних стержнів у вигляді гачків або петель (рис. 1). До верхнього поясу стрижні-упори прикріплюють за допомогою зварювання. Стрижні-опори встановлюють під кутом $35 - 45^\circ$.

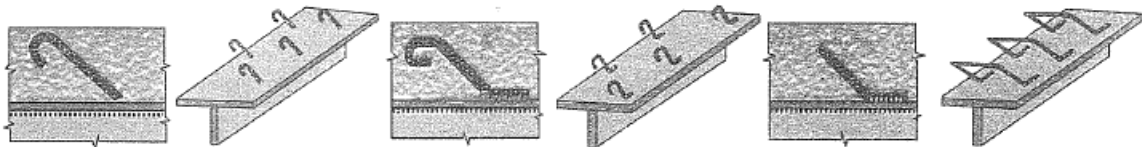


Рисунок 1 – Види гнучких упорів

Якщо приварка стрижнів-упорів до поясу балки з якихось причин не допускається, то кілька петльових упорів об'єднують в групу і приварюють до металевих смуг, закріплених на металевій підкладці, яку в свою чергу прикріплюють до верхнього поясу високоміцними болтами, або також приварюють (рис.2).

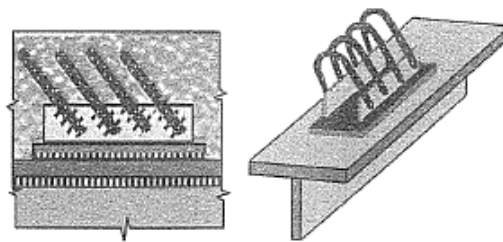


Рисунок 2 – Гнучкі упори приварені до металевих смуг

Жорсткі упори частіше використовують в прогонових будовах зі збірною плитою проїждь частини. Жорсткі упори в своєму складі мають вертикальний металевий лист, посилений металевими одно- або двосторонніми ребрами-косинками (рис.3). Варіюючи розмірами вертикального листа, можна домогтися необхідної для упору несучої здатності. Двосторонні упори використовують на ділянках дії великої, або двозначної зрушує сили. До жорстких

упорів, розташованим на кінцевих ділянках прогонової будови, приварюють додаткові арматурні петлі, що перешкоджають відриву залізобетонної плити від сталеві балки.

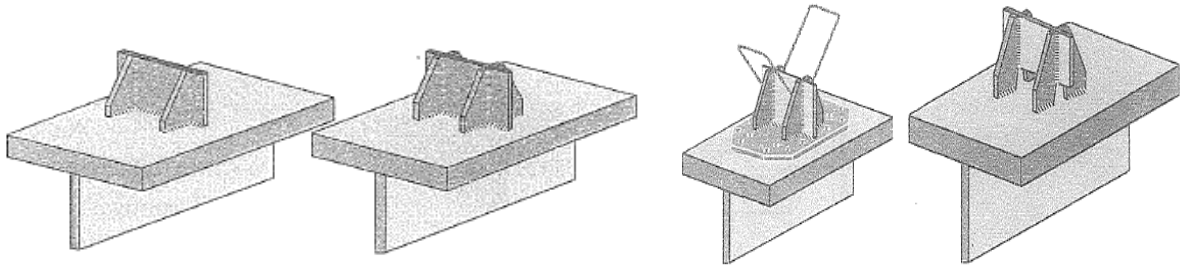


Рисунок 3 – Жорсткі упори

Для того, щоб в місці прикріплення упору до верхнього поясу в одне поперечний переріз потрапляв мінімум зварних швів, застосовують упори з циліндричною поверхнею (рис.4). У таких акцентах відпадає потреба постановки ребер-косинок. Зону місцевого стиснення бетону перед циліндричним упором необхідно армувати.

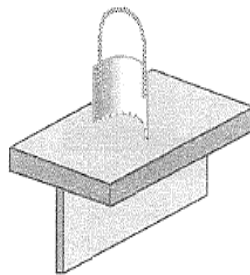


Рисунок 4 – Упори з циліндричною поверхнею

Знаходять застосування і смугові упори, виконані зі смуги або тавра з просвердленими в них отворами для пропуску сталеві арматури (рис. 5). Упор прикріплюють до верхнього поясу за допомогою зварювання. Закріплення сталеві арматури в смуговому упорі можливо в похилих вирізах стінки упору.

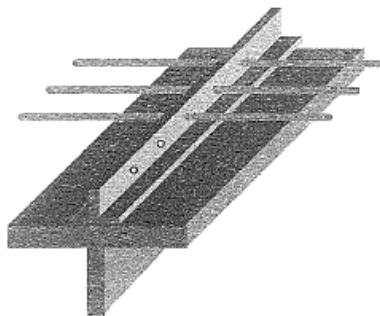


Рисунок 5 – Смугові упори

Останнім часом в практиці світового і вітчизняного мостобудування широко застосовують гнучкі штирьові упори з круглою циліндричною голівкою (рис. 6). Упори приварюють до верхнього поясу переносним зварювальним пістолетом, який підключають до компактного джерела струму, обладнаному пультом управління і спеціальним блоком для забезпечення можливості виконання зварювання в режимі автоматичного контролю за зварювальним струмом. У вітчизняному мостобудуванні використовують штирьові упори діаметром 20 - 22 мм і довжиною 150 - 250 мм, виконані зі сталі 09Г2С-4. До теперішнього часу найбільш повно розроблена вітчизняна технологія приварювання упорів до конструкцій, виконаних зі сталі марки 15ХСНДА-2. З метою запобігання можливого руйнування бетону плити в зоні упорів можливе застосування спіральної арматури, встановленої навколо штирьового упору. У сталезалізобетонних конструкціях з поперечними діафрагмами штирьові опори встановлюють не тільки на головні балки, а й на діафрагми.

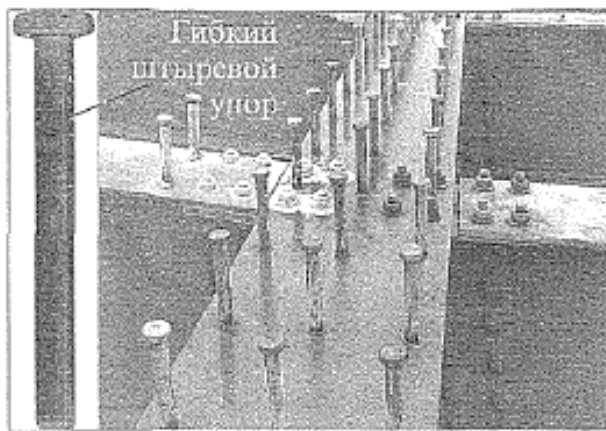


Рисунок 6 – Штирьові упори

Для об'єднання залізобетонної плити зі сталевими балками можна використовувати високоміцні болти (рис. 7). Щоб забезпечити пропуск через залізобетонну плиту високоміцних болтів, в неї перед бетонування закладають металеві трубки, які згодом зменшують втрати натягу високоміцних болтів від повзучості бетону. Тиск на залізобетонну плиту від натягу високоміцних болтів передається через металеві пластини, укладені на шар клею з епоксидної смоли. Клейовий прошарок влаштовують також між залізобетонною плитою і верхнім поясом сталевих балки.

Такий спосіб об'єднання залізобетонної плити зі сталеву балкою можна назвати комбінованим або клеєболтовим. Об'єднанням володіє високою жорсткістю на зрушення рівномірно передає зсуваються зусилля, що діє між плитою і балкою, але для свого виконання вимагає трудомісткою розсверлення отворів під високоміцні болти в поясі балки, що в свою чергу суттєво послаблює перетин верхнього пояса.

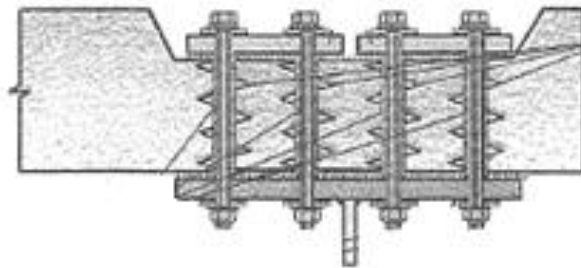


Рисунок 7 – Об'єднання за допомогою високоміцних болтів

Література

1. Стрелецкий Н.Н. Сталежелезобетонные мосты / Стрелецкий Н.Н. – М.: Транспорт, 1965.
2. Стрелецкий Н.Н. Сталежелезобетонные пролетные строения мостов / Стрелецкий Н.Н. – М.: Транспорт, 1981. – 260 с.
3. Корнеев М.М. Сталежелезобетонные мосты: теоретическое и практическое пособие по проектированию. – СПб. : ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015, – 400с.

ПОЛЕГШЕНІ БАЛКИ В СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТАХ

*Мельник А., Сторіжко О., ДМ-51-18, ХНАДУ
Керівник ст. викл. каф. МКБМ Круль Ю.М.*

Проблема зниження власної ваги є на сьогоднішній день одним з основних питань при проектуванні сучасних конструкцій. Стосується, ця проблема і сталезалізобетонні конструкції. Варіантом вирішення даного питання може бути застосування в сталезалізобетонних системах полегшених металевих і залізобетонних елементів.

Різновидами полегшених металевих балок є балки з використанням гофрованої і перфорованої стінок та балок омоноличених бетоном. Розглянемо кожен варіант більш детально.

Балки з гофрованою стінкою

В англійській термінології балки з гофрованими стінками (corrugated webs) називають ще *sin*-балки - через схожість форми вигинів стінки з синусоїдою, хоча форма вигину може бути і трикутної, і трапецієподібної.

Перший автодорожній міст міст Коньяк (Cognac bridge) з гофрованою стінкою, побудований у Франції в 1986 р, мав довжину 105 м, максимальний проліт 43,0 м. Залізобетонна плита проїзду підтримана трикутною коробкою висотою 2,285 м, утвореної з гофрованих стінок товщиною 8 мм і нижнього пояса зі сталеві труби, згодом заповненою бетоном. У 1987 р побудований відаук Маурге довжиною 324,5 м з прольотом 53,6 м (рис. 1). Висота трикутної коробки 3 м, нижній пояс - сталева труба 610 мм, згодом заповнена бетоном.



Рисунок 1 – Відаук Маурге

З 1993 року біля десятка мостів побудовано в Японії. Балки вантової частини мосту Yahaga-Gawa (рис. 2) виконані у вигляді коробок висотою 4-6м з залізобетонними поясами та металевими гофрованими стінками. Стальна вставка центрального прольоту має довжину 127м.



Рисунок 2 – Міст Yahaga-Gawa

Щоб використовувати гофровані стінки для головних балок сталі залізобетонних мостів, одного зниження ваги стінок недостатньо. Потрібно вирішити цілий комплекс питань:

- Повинна бути відпрацьована надійна та дешева технологія виготовлення стінок та балок
- Потрібно мати технологічні та надійні конструкції стиків балок, вузлів приєднання поперечних конструкцій до стінок, вузлів спирання на опори і т.д.
- Не дивлячи на те, що принципи розрахунку таких балок дані в Єврокодах, для проектування мосту цього замало, потрібен досвід проектування.

Балки з перфорованою стінкою

Наскрізна балка, за рахунок збільшення своєї висоти, дозволяє перерозподілити матеріал перетину, концентруючи його ближче до периферійних волокон, що істотно підвищує такі геометричні характеристики перерізу як момент інерції і момент опору, а частина матеріалу стінки, близько 30-40% в центральній зоні безпечно для конструкції вилучається. Цього можна домогтися за рахунок застосування наскрізного двотавра, одержуваного розпуском його стінки по зігзагообразній лінії з подальшою зрушенням їх частин на півкроку зигзагу і зварюванням виступів стінки (рис. 3). Іноді наскрізні двотаври називають двотаврами з перфорованою стінкою. Двотаврові балки з перфорованою стінкою, в порівнянні з прокатними, забезпечують 20-30% економії металу і дешевше останніх на 10-18%. За трудомісткості виготовлення вони

на 25-30% ефективніше, ніж зварні двотаврові балки за рахунок скорочення операцій обробки і обсягу зварювання. При використанні таких конструкцій замість ферм економічний ефект досягається за рахунок зниження витрат металу і трудомісткості монтажу, поліпшення умов транспортування, зниження експлуатаційних витрат, високого рівня механізації процесу виготовлення.

У мостобудуванні наскрізні двотаври можуть використовуватися як в якості основних несучих елементів, так і другорядних елементів великопрольотних конструкцій.

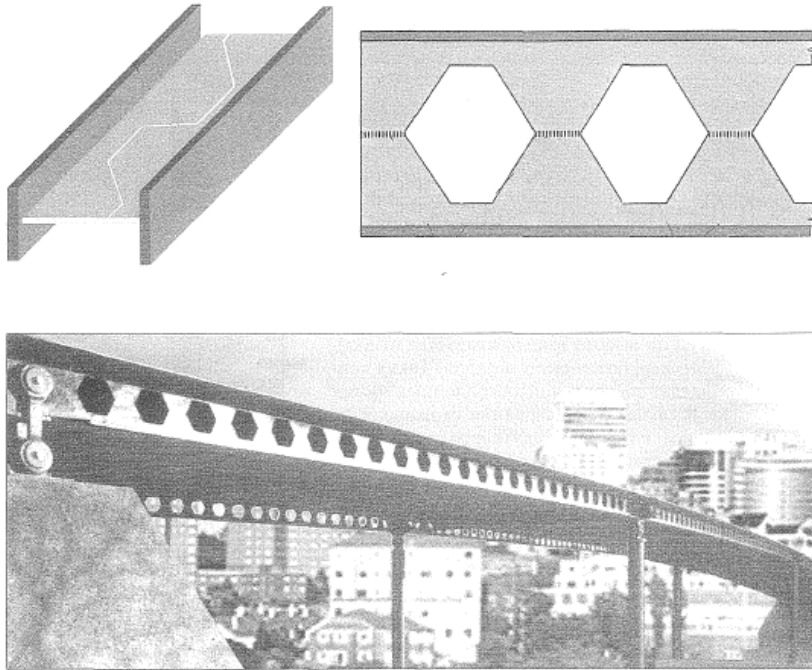


Рисунок 3 – Двотаври з перфорованою стінкою

Ще більше несучу здатність наскрізного двотавру можна підвищити за рахунок введення в його склад додаткових прямокутних вставок, що дозволяють збільшити висоту елемента. Але при цьому виникає потреба посилення стінки ребрами жорсткості, які виконуються зазвичай з куточків (рис. 4).

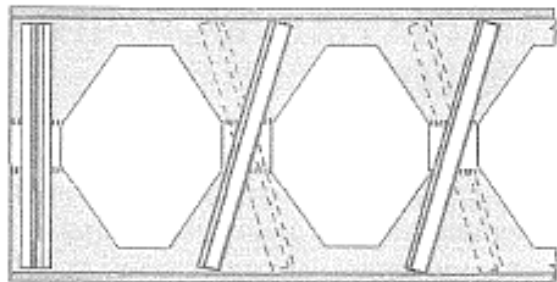


Рисунок 4 – Наскрізний двотавр з додатковими вставками

Досить раціональним використанням двотаврів є їх розміщення в три яруси (рис. 5). Середній ярус виконується з коротких вставок, завдяки чому в середній по висоті зоні виявляється відносно небагато непрацюючого металу. Така конструкція має достатню для балкових систем жорсткість. У разі використання складних прокатних профілів, в тому числі двутаврів з паралельними гранями полиць, виконання поперечних стиків за допомогою зварювання не допускається. Так як виконання поперечного стику за допомогою накладок, закріплених на високоміцних болтах, вельми складно, довжина прольотів, що перекривається такою конструкцією, обмежується довжиною прокату, що поставляється виробником.

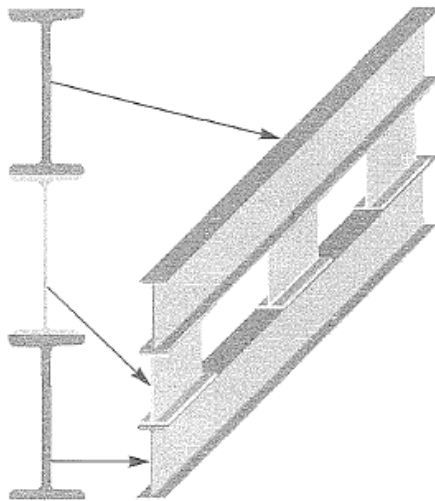


Рисунок 5 – Конструкція балки з двотаврів, розміщених в три яруси.

Утоплені в бетон балки

Мости з утопленими в бетон балками в даний час використовуються як на автомобільних, так і на залізницях. Такі конструкції широко використовуються для мостів під швидкісні потяги в Німеччині і у Франції. Характерне перетин такого моста показано на рис.6.

Основний обсяг матеріалів, приведений до погонному метру одного шляху, склав: сталевому прокату С390 - 1,8 т / м; бетону В35 - 5,0 м³ / м; арматури А-III - 0,5 т / м. Виходячи з обсягів, не можна сказати, що конструкція економічна, але переваги простоти і монтажу дешевої:

- вартість дешевого прокату вдвічі менше, ніж вартість заводських конструкцій;

- немає необхідності в спеціальній опалубці, крім як на зовнішніх бокових ділянках;
- прості операції монтажу.

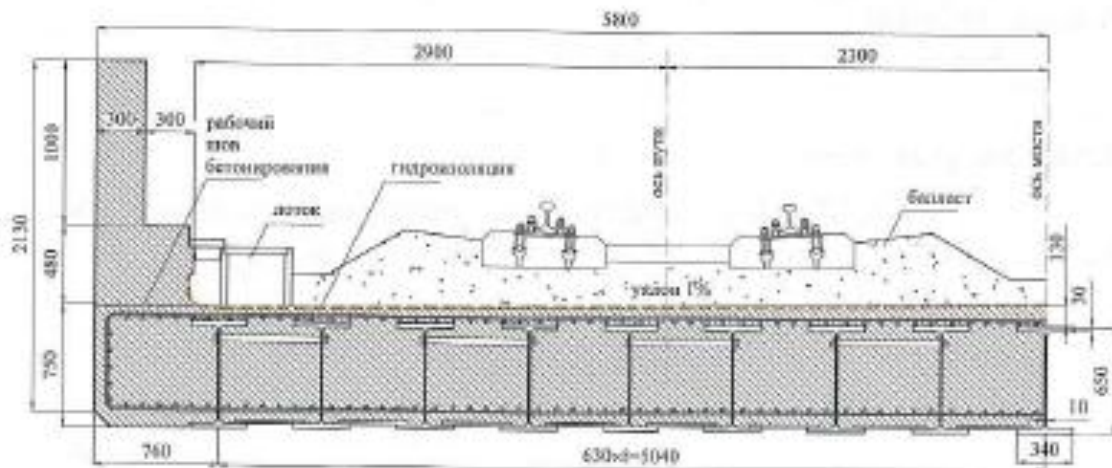


Рисунок 6 – Міст під швидкісні потяги у Франції

Література

1. Стрелецкий Н.Н. Сталежелезобетонные мосты / Стрелецкий Н.Н. – М.: Транспорт, 1965.
2. Стрелецкий Н.Н. Сталежелезобетонные пролетные строения мостов / Стрелецкий Н.Н. – М.: Транспорт, 1981. – 260 с.
3. Сквозные балки пролетных строений ав-тодорожных мостов: монография / В.М. Картопольцев, А.в. Картопольцев, Е.В. Балашов, А.Г. Боровиков ; под общ. ред. В.М. Картопольцева. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – 136 с.

10 НАЙБІЛЬШ НЕЗВИЧАЙНИХ МОСТІВ ТРАНСФОРМЕРІВ

*Федоренко М.Ф. 41дм, Харківський державний автомобільно-дорожній коледж
Керівник Митрохіна М.О.*

Оскільки великі міста продовжують збільшуватися, росте і потреба в сучасній і зручній інфраструктурі, в якій міські мости займають одну з головних ролей.

1. Rolling Bridge London

Згортаємий (сворачивающийся) міст в Лондоні. Ідея мосту здатного змінювати форму, належить англійському скульпторові,

який навіть отримав за своє дітище премію в галузі архітектури. Конструкція здатна скручуватися в восьмикутник, і працює на основі потужної гідравлічної системи поршнів. Якщо по каналу рухаються пасажирські і вантажні судна, міст перебуває в згорнутому стані. Після цього він розгортається, надаючи можливість пішоходам спокійно потрапити з одного боку на іншу.



2. Gateshead Millennium Bridge (міст Тисячоліття)

Міст Міленіум. Перший в світі міст, який нахиляється. Це пішохідно-велосипедний міст через річку Тайн в Англії, що з'єднує Гейтсхед і Ньюкасл, має унікальну конструкцію. На будівництво моста Тисячоліття пішло більше 2 років, зате після закінчення будівництва, розміри його відповідали проекту з дивовижною точністю - в 2 мм! У звичайному положенні арки моста не заважають проходженню під ними невеликих суден, але як тільки до мосту наближається велике судно - міст повертається по своїй осі на 40 градусів, при цьому верхня арка опускається, а пішохідна піднімається.



3. Slauerhoffbrug Bridge

Підйомний міст Слауерхоффа. Міст побудований у 2000 році, ймовірно один з найдивніших мостів світу. Розташований він в Нідерландах в містечку Леуварден.

Квадратна платформа моста схожа на катапульту розміром 15 метрів в довжину і стільки ж в ширину, з'єднує дві ділянки дороги. Центральний сегмент мосту просто виймається величезним важелем (рычагом) з противагами, і тримається поки кораблі проходять по каналу.



4. Falkirk Wheel

Гігантське «Колесо Фолкерка». Єдиний в світі ліфт для човнів, що обертається – одна з найцікавіших технічних пам'яток Шотландії. Falkirk Wheel висотою в 35 метрів, з'єднує два водних канали, що знаходяться на різній висоті. В основу було покладено елементарний закон Архімеда, де вага води і човну врівноважує всю структуру, і для обертання ліфта практично не потрібно енергії. Фолкеркське Колесо впевнено можна внести до списку найбільш грандіозних водних споруд.





5. Pont Jacques chaban-demals

Це вертикально-підйомний міст, що простягнувся над річкою Гаронна у французькому місті Бордо. Міст має чотири башти-опори які піднімають і опускають центральну частину, яка підтримує чотири смуги руху: дві дороги для транспорту і дві пішохідно-велосипедних дороги. Станом на 2013 рік, цей міст є найдовшим вертикально-підйомним мостом в Європі.



6. Pont Y Ddraig Bridge

Міст Дракона. Був відкритий видатного паралімпійцем Марком Колбурном, в 2013 році. Палуби центральній частині розкриваються як пелюстки квітки від вежі, яка височіє на 48 метрів.



7. Submersible bridge. Greece

Коринфський канал в Греції - перерізає вузький перешийок, і відокремлює півострів Пелопоннес, від материкової частини Греції. Він з'єднає Коринфську затоку з Сароническою затокою в Егейському морі.

У 1988 році були побудовані два затоплюваних моста по краях каналу. Палуба затоплюваного моста опускається в воду на 8 метрів, щоб дозволити судам використовувати водний шлях.



8. Horn Bridge Germany

Міст Ріг - це складний міст, розташований в місті Кіль, Німеччина.

Це розвідний відкатно-розкриваємий міст, що складається з 3 сегментів. Спочатку в роботі механізму постійно траплялися неполадки, звідси міст і отримав своє неофіційне прізвисько - міст, «що не згортається».

Міст відкривається один раз на годину, дозволяючи невеликим судам і кораблям середнього тонуажу проплисти в затоку.



9. Бискайский мост (Puente de Vizcaya)

Це літаючий паром через річку Нервьон. (Іспанія), побудований в 1993 р. Незвичайний гібрид моста і порома вдає із себе П-образну конструкцію, по горизонтальній площині якої між берегами курсує підвішена люлька, для транспортування автомобілів мототехніки і пішоходів. Опорами виступають дві здвоєні металеві вежі висотою 61 метр. За один раз гондола моста здатна перевезти 6 автомобілів, і кілька десятків людей.



10. Scale Lane Bridge

Щоб з'єднати Стару і Нову частину англійського містечка Кінгстон Халл, на річці Халл був побудований розвідний міст Scale Lane. Він має форму гігантської коми, і дуже незвичайну конструкцію розсувного механізму. Завдяки такій незвичній конструкції пішоходам не потрібно залишати міст під час його руху. Люди можуть залишатися на мосту і спокійно спостерігати за пропливають повз судами. Масштабна конструкція моста складається з бетону і сталі, загальною вагою в 1000 тонн.



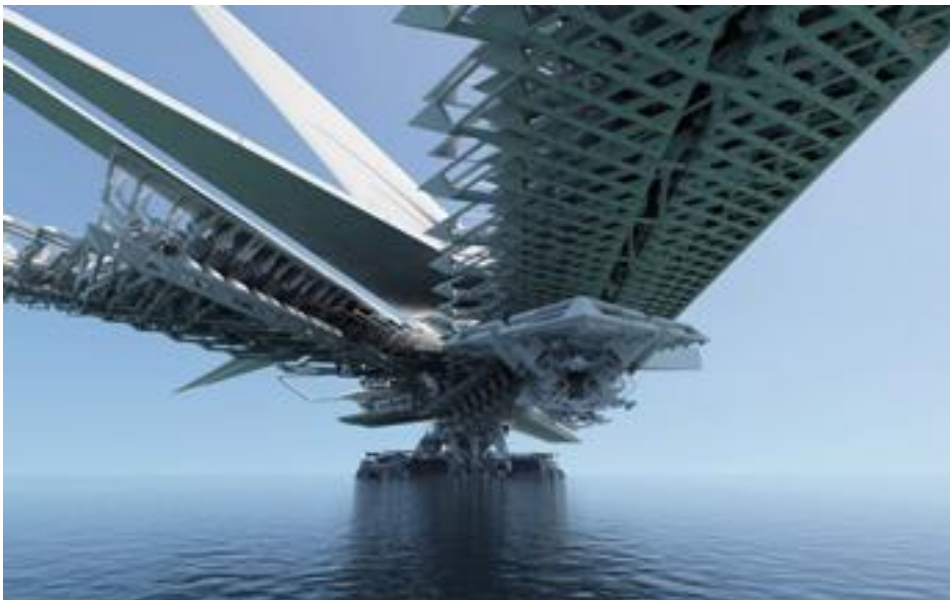
Міст майбутнього - колосальна «стрікоза - трансформер». Китайська влада вирішила, що хоче не просто міст через річку Уланмулун, а пам'ятку техногенного характеру. Для цього замовили британському архітектору Марго Красоевіч проект моста, який скоріше схожий на привіт з майбутнього.

Для втілення проектів Красоевіча часто доводиться почекати, поки технології просунуться досить далеко, щоб можна було втілити ідею в металі або бетоні. Завжди його задумки занадто сміливі для свого часу.

Міст сконструйований як спорудження-трансформер на плавучій платформі. Платформа буксирується в те місце, де потрібен міст.

Міст немає стабільної форми . Три розсувних прольоти приймають ту конфігурацію, яка забезпечить зв'язок двох берегів на конкретній ділянці річки. Над прольотами будуть розташовані складні крила гігантського розміру, які служать основою для розміщення сонячних батарей.

Є ймовірність, що яким би не був дивовижним проект, міст все ж буде побудований - нехай і в наступному десятилітті. Про витрати грошей і часу на споруду такого чуда інженерії та архітектури, автор зараз не говорить. Однак є відомості, що буде реалізований новий принцип самоокупності: міст буде дорогим в будівництві, але майже безкоштовним в експлуатації, за рахунок генерації сонячної енергії.



Література

- <https://play.md/2456521>
2. https://gawp.ru/video/view_PglN7UUkbRs

ДЕСЯТЬ МОСТІВ РЕКОРДСМЕНІВ

*Гулага Б.І., 41дм, Харківський державний
автомобільно-дорожній коледж
Керівник Митрохіна М.О.*

Вони найбільші, найвищі і найкрасивіші. Сьогодні мости здійснюють настільки значимі функції, про які наші предки не могли собі навіть уявити.

Сучасні мости – це справжнє диво техніки, вони чудово поєднують функціональність і стиль, вони є свідченням розвитку творчої інженерної думки. Представляємо вам десять інженерних чудес зі всього світу. Ці мости різних форм і розмірів і вони володіють поки що неперевершеними характеристиками.

1. Найвищі мости:

✓ Віадук Мійо, Франція.

Не так давно провінційне французьке місто Мійо було майже невідоме. Сьогодні в ньому розташована одна з головних визначних пам'яток країни. Будівництво віадук завершилося в 2004 році, висота щогли моста досягає 343 метрів.



✓ Міст Бейпаныцзян в Китаї

Міст проходить над річкою Нічжу і з'єднує провінції Юннань і Гуйчжоу. Висота конструкцій над землею – 565м, довжина моста - 1341 м. Введено у експлуатацію у 2016 році.



2. Найдовший критий міст: Хартлендський міст, Канада.

Хартлендський міст перекинуть через річку Сент-Джон на шляху з Хартленд в Сомервілл. Його довжина дорівнює 391 метру, а побудований він був в далекому 1901 році. Кілька разів він частково руйнувався, після чого його завжди відновлювали. У 1945 році до нього була прибудована пішохідна алея.



3. Найдовший міст: Таня-куньшанська віадук, Китай.

Це міст, який є частиною Пекін – Шанхайської високошвидкісної залізниці. Його довжина 164 кілометри 800 метрів.



4. Найбільший цегляний міст: Віадук Гельчтальбрюкке, Німеччина.

Цей цегляний залізничний віадук був побудований в середині минулого століття. Він розташований в долині річки Гельч в німецькій федеральній землі Саксонія. При його будівництві було використано 26000000 цеглин.



5. Найбільш фотографований міст: Міст Золоті Ворота, США.

Завдяки своєму дізнаватися яскраво червоному кольору, мальовничих околицях і щоденним ранковим приголомшливо красивим туманам, не дивно, що він вважається самим фотографованим мостом в світі. Зовсім небагато відстають від Золотих Воріт в Сан-Франциско Тауерський міст в Лондоні, Понте Веккьо у Флоренції і Бруклінський міст у Нью-Йорку.



6. Міст з найбільшою кількістю автомобільного трафіку: Міст Джорджа Вашингтона, США.

У минулому році через міст, що сполучає Манхеттен і Нью-Джерсі над річкою Гудзон, проїхало 51000000 автомобілів, автобусів і вантажівок. Але це прохідність з урахуванням лише

моторизованого транспорту, якщо порахувати пішоходів, то лідирує міст в Індії.



Міст з найбільшою кількістю пішохідного трафіку :

Міст Ховрах, Індія.

Неофіційним переможцем в цій номінації можна назвати консольний міст Ховрах через річку Хуглі. Він з'єднує індійські міста Ховрах і Калькутти. За оцінками через нього щодня проїжджає 80 тисяч автомобілів і проходить близько одного мільйона пішоходів.



7.Найдовший пішохідний міст: Перехід через річку Гудзон (Roughkeepsie Bridge), США.

Коли то це був залізничний міст, побудований в 1889 році. Під час пожежі в 1974 році він сильно постраждав і не міг надалі використовуватися в якості залізничних колій. Через понад 30 років він був знову відкритий в 2009 як міст для пішоходів та велосипедистів. Його довжина приблизно дорівнює 2062 метрам.



8. Найстаріший міст: Міст Караван (Caravan Bridge), Туреччина.

Арочна кам'яна плита перекинута через річку Мелес в турецькому місті Ізмір. Вважається, що міст був побудований в 850 році до нашої ери. Значить, в наступному році йому виповниться 2862.



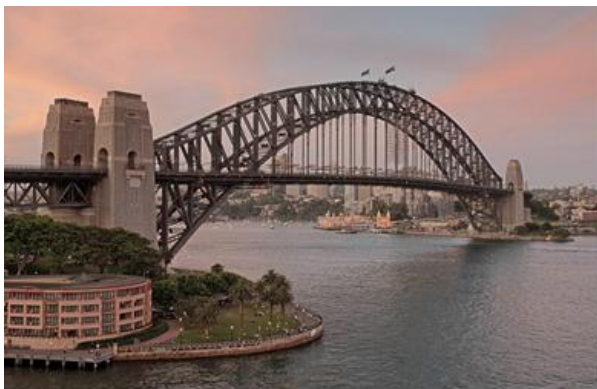
9. Найдовший підвісний міст: Міст Акасі-Кайков, Японія.

Висячі мости, мабуть, самі елегантні і красиві серед всіх інших. Акасі-Кайков, так само відомий як «перловий міст», з'єднує космополітичний місто Кобе з островом Авадзі, що є центром перловою промисловістю Японії. Довжина моста 3911 метрів.



10. Найширший міст: Харбор-Брідж, Австралія.

Ширина Харбор-Брідж – 49 метрів. За цим, аточному мосту, що сполучає діловий район Сіднея і житловий район Норт-шортів, здійснюється залізничне, автомобільне та пішохідне рух. Міст здається досить сучасним, але насправді в наступному році він відзначить своє вісімдесятиріччя.



МІСТ ХАНДЖОУ – НАЙДОВШИЙ МІСТ У СВІТІ, ЩО ПЕРЕСІКАЄ ОКЕАН

*Жиліна К.В., 41дм, Харківський державний
автомобільно-дорожній коледж
Керівник Митрохіна М.О.*

Цей міст завдовжки в 36 кілометрів є найдовшим мостом в світі через океан. Він пересікає затоку Ханчжоу в Східно-китайському морі і річку Цяньтан в дельті великої річки Янцзи. Окрім його довжини, на даний момент це один з найкрасивіших мостів світу. Пропонуємо вам зробити віртуальну прогулянку по Ханчжоу разом з нами.

Існує переконання, що Китайці не можуть будувати надійні будови. Можливо, незабаром ці забобони розсіяться, завдяки таким проектам, як цей міст. Отже, міст через затоку Ханчжоу побудований у формі букви «S» і є найважливішою ділянкою Супершосе Східного побережжя Китаю. Міст починається в Джіаксине на півночі і закінчується в Нінбо, на півдні країни.



Будівництво цієї споруди скоротила відстань дотримання наземного транспорту від Нінбо до Шанхаю на 120 км., а час проходження скоротився від чотирьох годин до двох. Шосе з двома напрямками містить шість смуг руху, обмеження швидкості тут – 100 км/ч. За проектом, міст гарантовано прослужить 100 років, після чого його легко можна буде реконструювати.

Ванг Йонг, головний інженер будівництва моста через Ханчжоу, заявив, що цей міст один з найважливіших не лише в Китаї, але і в світі. Він не лише найдовший (по морю), але і побудований в складному морському доквіллі – тут протікає один з

трьох найсильніших потоків на Землі, часто виникають тайфуни, а морське дно у край неоднорідне. На карті показано розташування моста.



Дослідницькі роботи в цьому місці почалися ще в 1994. Будівництво офіційно почате в червні 2003, і завершене в 2008. Запуск моста був вироблений в 2009 році, щодня пропускається 45 000 — 50 000 транспортних засобів.

China Railway Bridge Bureau Group Co. Ltd. була головним підрядником проекту. Договір на консультування і технічне обслуговування був заключений з відомою компанією Hardesty & Hanover, LLP. Міжнародна компанія Tu Lin є проектувальником моста. Ben C Gerwick забезпечує системи захисту від корабельних аварій для проекту.

Однією з головних проблем, з якою зіткнулися будівельники Ханчжоу, є викиди природного газу в глибинних шарах води уздовж лінії моста. Проводили спеціальне дослідження, щоб досліджувати розподіл газу і особливості ґрунту під час випуску газу. У результаті ця проблема була вирішена, і можливість пошкодження конструкції моста виключена.

Всі вузли моста відлиті на землі, і потім готові компоненти транспортувалися на ділянку для монтажу і завершальної установки. Для відвантаження і установки прогонів в морі використовувалися гігантські плавучі крани з точними пристроями постановки на якір. Міст затоки Ханчжоувань складається з дев'яти

секцій, 50 GPS систем Rtk5700 були встановлені для того, щоб з ідеальною точністю зістикувати всі плити і секції моста.

В середині Ханчжоу знаходиться острів відпочинку для водіїв площею 10 000 м., де можна відпочити і скористатися повним об'ємом послуг, включаючи готелі, ресторани, бензозаправні станції і оглядовий майданчик.



НАЙДОВШИЙ МІСТ В СВІТІ ЧЕРЕЗ МОРЕ

*Приходько Д.Д., 41дм, Харківський
державний автомобільно-дорожній коледж
Керівник Митрохіна М.О.*

У 2018 році був введений в експлуатацію найдовший міст в світі через море, який з'єднує Гонконг, Макао і Чжухай.

Довжина споруди 55 км, з яких 38 км припадає безпосередньо на різні ділянки мостів; підводний тунель довжиною майже 7 км; два штучні острови. Матеріал виготовлення мосту – залізобетон.

Гонконг і Макао з'єднав 55-кілометровий Hong Kong-Zhuhai-Macau Bridge – найдовший міст над водою у світі.

До 2017 року найдовшим мостом над водою був Циндаоський міст, довжиною 42,5км. Цей міст з'єднує північне портове місто Циндао з островом у промисловому місті Хуандао.



12 фактів про найдовший морський міст у світі

1. Міст розташований у Китаї в дельті Перлинної річки. Його спроектувала британська Arup Group, а побудувала китайська China Communications Construction Co. Вартість будівництва склала \$11 млрд.

2. Hong Kong-Zhuhai-Macau Bridge почали будувати у 2009 році, а закінчили у 2017. Однак введення його в експлуатацію затримувалося через узгодження механізмів здійснення прикордонного контролю, оскільки Гонконг і Макао є спеціальними адміністративними районами КНР. Ділянка мосту підконтрольна Гонконгу становить 12 км, а підконтрольна Макао - 13,9 км.

3. Довжина мосту складає 55 км. Він скоротив час у дорозі між Гонконгом і Макао до 30 хвилин. Раніше автомобілі здійснювали 200-кілометровий об'їзд по мосту Хумень на півночі, на що йшло 3,5 години.



4. Складний міст складається з декількох окремих ділянок - основний міст (22,9 км), підводний тунель (6,7 км), штучні острови, пункти прикордонного контролю, ділянки мостів, які з'єднують основний міст із Макао та Гонконгом.

5. Два штучні острови, на яких розташовані в'їзди в тунель, обладнані різною інфраструктурою для водіїв і транспорту. Кожен острів укріплений 120 сталевими палями діаметром 22,5 м і висотою 55 м кожна.



6. Підводний тунель максимальною глибиною понад 40 м є найдовшим у Китаї, а також єдиним у світі тунелем у відкритому морі.

7. Hong Kong-Zhuhai-Macau Bridge містить також три секції вантового (підвісного) моста із прольотами довжиною від 280 метрів до 460 метрів для вільного проходження морських суден.

8. Висота мосту над водою 5,1 м, його максимальна ширина - 33,1 м, ширина тунельної ділянки - 14,2 м. Загальна площа поверхні основної ділянки моста - понад 700 тисяч квадратних метрів, що приблизно дорівнює площі 98 футбольних полів НСК Олімпійський у Києві.

9. Автомобілі на мосту будуть рухатися по двох трисмугових автомагістралях у кожному з напрямків. Швидкість руху складе до 100 км/год. Пропускна спроможність мосту - 11 автомобілів на хвилину. До 2035 року вона має зрости в чотири рази і скласти 40 автомобілів на хвилину.

10. На будівництво основної частини мосту пішло 400 тисяч тонн сталі, що у 55 разів більше, ніж було потрібно на зведення Ейфелевої вежі (7,3 тис. т) 2,5 мільйона кубометров бетону.

11. Гарантійний термін експлуатації мосту 120 років.

12. Hong Kong-Zhuhai-Macau Bridge витримає пориви вітру швидкістю до 180 км/год, удар вантажного судна вагою 300 тис. тон та землетрус магнітудою 8 балів.



ЛАЗЕРНЕ СКАНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ

Мальгівський А., Д-13-т1-18, ХНАДУ

*Малярчик В. В., 31Д, Полтавський
будівельний технікум транспортного
будівництва*

*Керівник викл. геодезії вищ. категорії
Горєва В. П.*

Проблема будівництва та ремонту автомобільних доріг є досить актуальною в Україні. Технічні вимоги до автомобільних доріг постійно зростають. Вимоги та терміни виконання будівельних робіт значно перевищують можливості будівельної індустрії. В наш час стрімкого розвитку технологій, лазерне сканування місцевості є одним із найсучасніших видів знімання, що дозволяє отримати достатньо точну інформацію про наземні об'єкти з меншими фінансовими затратами.

Дорожньо-будівельні роботи досить дорогі і технічно складні. Це означає, що необхідно суворо контролювати і чітко дотримуватися технологій будівництва дорожньо-будівельних робіт. Одним із засобів вирішення таких завдань може бути технологія наземного лазерного сканування, яка дозволяє

оперативно створювати тривимірні векторні моделі рельєфу, дорожніх споруд на всіх етапах робіт.

Роботи на автомобільних дорогах повинні бути спрямовані на досягнення їх високих транспортно-експлуатаційних якостей, при мінімальних матеріаломісткості і вартості будівництва та ремонту. При цьому дорожній одяг є одним з найбільш важливих і дорогих елементів автомобільних доріг, тому в значній мірі визначають їх вартість і транспортно-експлуатаційні якості. Від якості та поточного стану дорожнього покриття багато в чому залежать надійність експлуатації, експлуатаційні витрати, транспортно-експлуатаційні характеристики дороги і безпеку руху. Тому, дорожнє покриття має задовольняти цілий ряд вимог: міцності, рівності, довговічності і економічності.

Традиційні методи контролю будівництва та ремонту доріг уже не задовольняють сучасним вимогам по точності і оперативності отримання інформації [1]. Тому все більшого поширення набувають новітні методи геодезичних вимірювань. Один з таких нових способів отримувати більш точні і докладні дані при проведенні геодезичних робіт — це лазерне сканування. З його допомогою можна віддалено вести зйомку певних об'єктів або територій в тривимірній площині. Основна мета цієї процедури — подальше створення тривимірних моделей об'єктів і ділянок, які знімаються, з усіма подробицями.

Для проведення 3D сканування об'єктів використовуються спеціальні прилади — лазерні сканери (рис.1).



Рисунок 1 – Лазерний сканер з портативним комп'ютером

Лазерні сканери поділяються на 3 види: авіаційні, наземні та автомобільні. З їх допомогою можна отримувати координати точок,

які передають детальну інформацію про конкретну місцевість або на певному елементі. Лазерним далекоміром проводяться вимірювальні процедури до всіх ключових точок досліджуваного елемента (рис.2). Сканером дуже легко управляти за допомогою портативного комп'ютера, що значно спрощує процес роботи з ним.

При цьому всі відомості фіксуються у режимі реального часу - фіксація сигналу йде одночасно з його одержанням.



Рисунок 2 – Приклад роботи лазерного сканера на місцевості

Система наземного лазерного сканування складається з НЛС і портативного комп'ютера зі спеціалізованим програмним забезпеченням [2]. НЛС складається з лазерного далекоміра, адаптованого для роботи з високою частотою, і блоку розгортки лазерного променя (рис. 3). Як блок розгортки в НЛС виступають сервопривід і полігональне дзеркало або призма. Сервопривід відхиляє промінь на задану величину в горизонтальній площині, при цьому повертається вся верхня частина сканера, яка називається головою. Розгортка у вертикальній площині здійснюється за рахунок обертання або коливання дзеркала.

У процесі сканування фіксується напрямок поширення лазерного променя і відстань до точок об'єкта. Результатом роботи НЛС є растрове зображення - скан, значення пікселів якого є елементи вектора з наступними компонентами: виміряною відстанню, інтенсивністю відбитого сигналу і RGB-складової, що характеризує реальний колір точки. Для більшості моделей НЛС характеристики реального кольору для кожної точки виходить за допомогою неметричної цифрової камери.

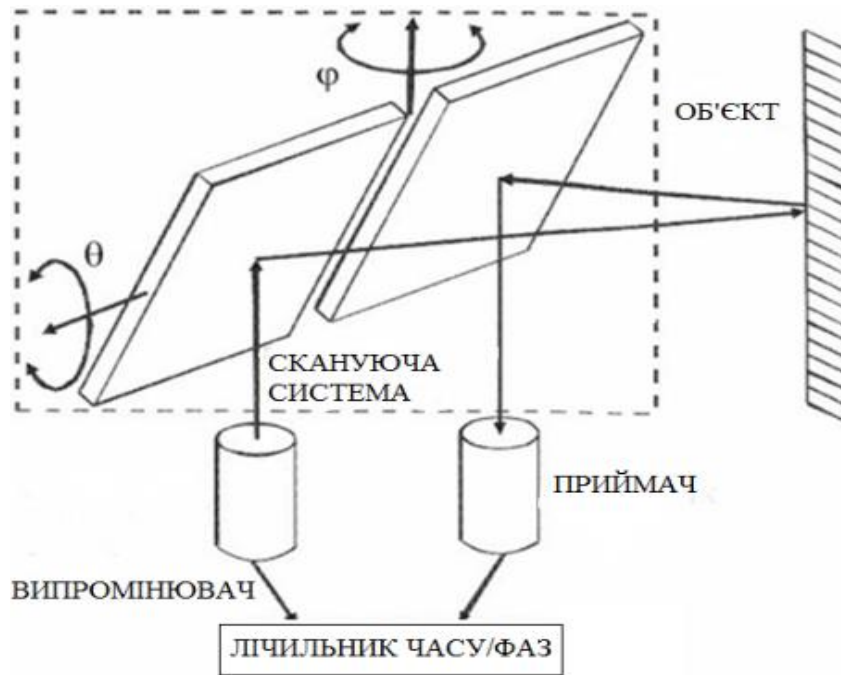


Рисунок 3 – Принцип роботи наземного лазерного сканера

Іншою формою представлення результатів наземного лазерного сканування є масив точок лазерних відображень від об'єктів (рис.4) , що знаходяться в полі зору сканера, з п'ятьма характеристиками, а саме просторовими координатами (x, y, z), інтенсивністю і реальним кольором.



Рисунок 4 – Лазерне сканування місцевості

В основу роботи лазерних далекомірів, використовуваних в НЛС, покладені імпульсний і фазовий безвідбиваючі методи

вимірювання відстаней, а також метод прямої кутової розгортки (рис.5).

Переваги наземного лазерного сканування [3]: висока деталізація і точність даних; неперевершена швидкість зйомки (від 50 000 до 1 000 000 вимірювань в секунду); безвідбиваюча технологія вимірювань, незамінна при виконанні робіт по лазерному скануванню важкодоступних об'єктів, а також об'єктів, де знаходження людини небажано (неможливо); високий ступінь автоматизації, практично виключає вплив людського фактору на результат лазерного сканування; початкова «тривимірність» одержуваних даних; низька частка польового етапу в загальних трудовитратах.

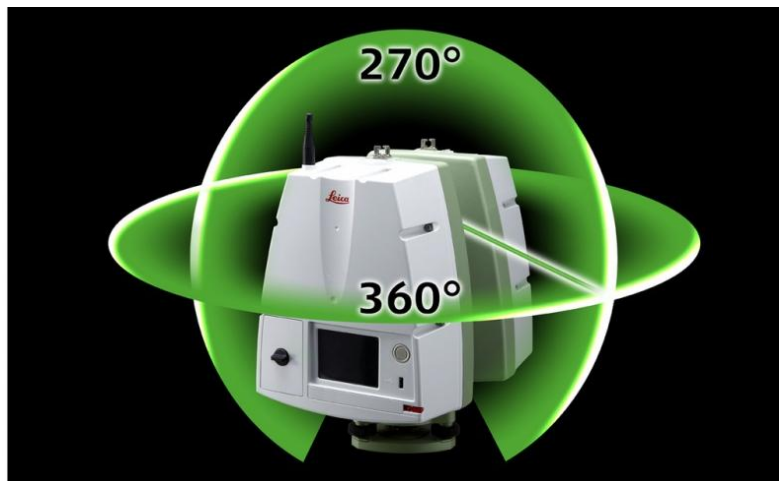


Рисунок 5 – Принцип імпульсного / фазового методів вимірювання відстаней

Області застосування наземного лазерного сканування: будівництво та експлуатація інженерних споруд; гірська промисловість; нафтогазова промисловість; архітектура; розробка заходів щодо запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій; виконання топографічної зйомки територій, що мають високий ступінь забудови; суднобудування; фіксація ДТП і місць злочинів.

За допомогою лазерного сканування можна не тільки складати топографічні плани територій різних масштабів, а також і цифрові тривимірні моделі об'єктів місцевості та рельєфу (рис.6).

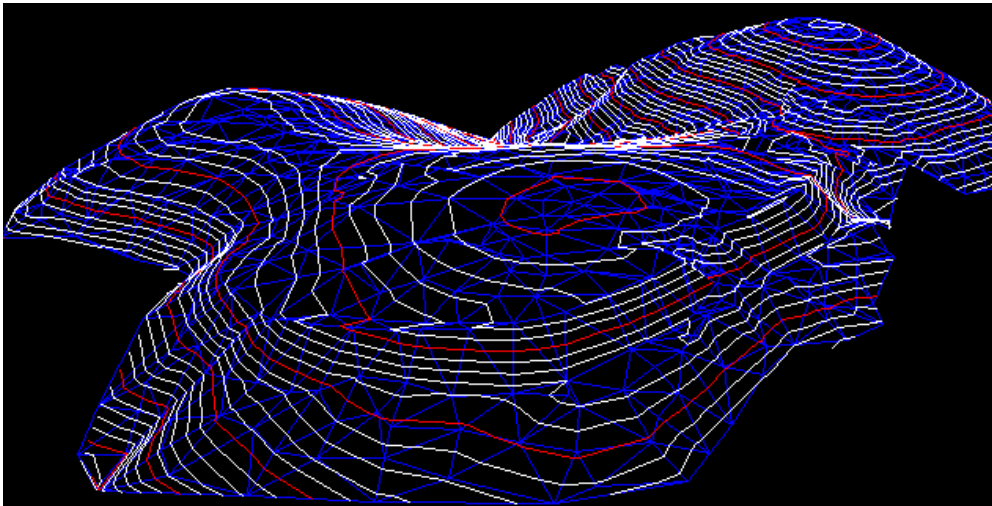


Рисунок 6 – Цифрова тривимірна модель рельєфу

Цей метод має ряд переваг. В першу чергу — це оперативність. Це найшвидший спосіб отримати повний набір інформації. Однак, якщо потрібно зробити повітряне сканування, треба отримати дозвіл на зйомку з повітря.

Застосування 3D лазерного сканування вигідно з декількох причин [4]: проектування з використанням тривимірних даних геодезичних вишукувань не тільки спрощує сам процес проектування, але головним чином підвищує якість проекту, що мінімізує наступні витрати на етапі будівництва, а також всі вимірювання проводяться вкрай швидким і точним методом, що виключає людський фактор, а ступінь достовірності інформації підвищується в рази та зменшується ймовірність помилки.

Отримані в результаті 3D сканування моделі об'єктів дозволяють планувати розташування автодоріг і дорожніх споруд, проектувати зони видимості, розраховувати обсяги робіт, будувати з заданим кроком поперечні і поздовжні профілі.

Література

1. <http://geodez.com.ua/lazerne-skanuvannya/>
2. <http://trimetari.com/ru/stati/nazemnoe-3d-lazernoe-skanirovanie>
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Наземное_лазерное_сканирование
4. <http://systemgeo.com.ua/8-lazernoe-skanirovanie-i-sozdanie-trehmernyh-modeley-prostranstvennyh-obektov.html>

МІКРОСЮРФЕЙСІНГ

*Гутченко В. М., 31Д, Полтавський
будівельний технікум транспортного
будівництва*

Керівник викл. Джиркінс Л.О.

Мікросюрфейсінг (micro-surfacing) - технологія тонкошарової (до 30 мм) поверхневої обробки дорожнього покриття (створення шару зносу) із застосуванням швидкоформуючої литої емульсійно-мінеральної суміші.

Захисний шар зносу –верхній шар дорожнього покриття товщиною від 5 до 30 мм, безпосередньо сприймає навантаження від транспортних засобів і перешкоджає передчасному зносу нижніх конструктивних шарів дорожнього покриття.

Лита емульсійно-мінеральна суміш (Лемс) - дорожньо-будівельний матеріал, що представляє собою суміш кам'яного мінерального матеріалу (щебеню), органічного і мінерального в'язучого, а також спеціальних добавок. На відміну від звичайної гарячої асфальтобетонної суміші або щебенево-мастичного асфальту (ЩМА), лита емульсійно-мінеральна суміш укладається в холодному стані [1], більш тонким шаром і, в більшості випадків, не вимагає подальшого ущільнення.

У сучасній дорожньо-будівельної галузі існує велика кількість способів і технологій створення захисних шарів зносу, до яких відносяться як родинні мікросюрфейсінгу технології використовують литі емульсійно-мінеральні суміші (сларрі Сил, Чіп Сил, Фог Сил, Кейп Сил), так і тонкошарове асфальтування із застосуванням звичайних асфальтобетонних сумішей, ЩМА або литих асфальтобетонних сумішей (рис.1).

Відмінність між усіма цими способами полягає в типі застосовуваних матеріалів, мінімально допустимої товщині шару, швидкості формування суміші (визначальною час відкриття руху по закінченні робіт), способі механізації дорожніх робіт. Застосування холодних емульсійно-мінеральних сумішей за технологією «мікросюрфейсінг», на сьогоднішній день є одним з кращих способів збереження дорожнього покриття та відновлення його експлуатаційних характеристик.



Рисунок 1 – Шар зносу відновлений способом мікросерфейсінг

Основним призначенням мікросюрфейсінга є збереження нового покриття, підтримання його транспортно-експлуатаційних характеристик і підвищення довговічності шляхом захисту нижчих асфальтованих шарів від зносу і пошкоджень, що викликаються негативним впливом кліматичних факторів, проникненням вологи і механічним впливом шин транспортних засобів

Мікросюрфейсінг і подібні їй технології (Сларрі Сил, Чіп Сил, Фог Сил, Кейп Сил та ін.) Були розроблені в якості профілактичних методів утримання ще незруйнованих асфальтобетонних покриттів. Суть такої профілактики полягає в попередження або припинення вже почалися процесів старіння і зносу дорожнього покриття (зниження коефіцієнта зчеплення, освіту колійності і поява інших дефектів), а також відновленні його експлуатаційних характеристик (шорсткості, фрикційні властивості) [2].

Економічна доцільність такого підходу полягає в тому, що при регулярній (кожні 3-5 років) поверхневий обробці ще незруйнованим дорожнього покриття, в довгостроковій перспективі, утримання дороги обходиться значно дешевше ніж проведення капітального ремонту кожні 7-10 років. Більш того, регулярна і своєчасна профілактична обробка може зовсім виключити необхідність капітального ремонту дороги. Дані методи догляду за дорожнім покриттям широко поширені в США і країнах західної Європи

Хоча мікросюрфейсінг відноситься до профілактичних методів утримання доріг, цю технологію також можна застосовувати для виправлення дрібних дефектів дорожнього

покриття (відколи, тонкі тріщини) (рис.2). Область застосування мікросюрфейсінга:

- Поверхнева обробка покриттів швидкісних трас;
- автомагістралей,
- злітно-посадкових смуг аеродромів,
- поверхневе асфальтування великих паркувальних майданчиків,
- внутрішньо кварталних проїздів,
- міських вулиць.



Рисунок 2 – Закінчений шар зносу на швидкісній трасі

Суміш наноситься за допомогою спеціальної техніки, обладнаної бункером для матеріалу з каменю, бункером для наповнення, відділом для бітумної емульсії, води. Всі елементи дозуються в точних пропорціях за допомогою певних пристосувань. Після безперервного процесу змішування суміш направляється в розподільний короб. Він встановлений таким чином, щоб залишалася покриття необхідної товщини при його протягуванні по дорожньому полотну.

Час змішування - дуже важливий показник, так як починаються процеси когезії і розпаду мікроелементів. Цей період розподіляється за допомогою лабораторних розрахунків, залежить від складу суміші, рецепта, погодних умов і доби укладання.

Застосування литих емульсійно-мінеральних сумішей дає тільки позитивні результати. Холодна методика не вимагає нагріву матеріалів, гарантуючи позбавлення від передчасного старіння дорожнього покриття. Будь-яка зруйнована поверхню піддається ремонту, а властивості використовуваного бітуму зростають у декілька разів. Щільність і водонепроникність - ідеальні параметри для нанесення на штучних об'єктах. Фрезерування і вирівнювання шарів не буде потрібно, на відміну від безлічі інших технологій [3].

Робота проходить за допомогою спеціального укладальника (рис. 3). У якому знаходяться бункери з матеріалами (вода, емульсія та інші доповнення), які застосовуються під час процесу обробки дорожнього покриття.



Рисунок 3 – Процес мікросерфейсінгу

До типового складу литих емульсійно-мінеральних сумішей (в тому числі застосовуваних в мікросюрфейсінге) входять: мінеральний заповнювач; мінеральні в'язучі; бітумні в'язучі; вода і хімічні добавки.

В якості крупнозернистого мінерального заповнювача використовується подрібнений щебінь кубовидної форми. Він утворює основну структуру покриття, що несе транспортне навантаження. Перед приготуванням суміші щебінь попередньо промивається для видалення міститься в ньому глини і домішок.

В якості органічного в'язучого речовини використовується бітумна емульсія або полімерно-бітумне в'язує. Органічне в'язучий призначене для зв'язування компонентів суміші і додання їй пластичності. Наявність в складі суміші бітумної емульсії а не звичайного бітуму забезпечує їй високу однорідність за рахунок кращого змішування зерен мінерального заповнювача з бітумним в'язучим, а також впливає на швидке формування суміші і можливість її укладання при низьких температурах.

В якості мінерального в'язучого використовують портландцемент або вапно. У ролі добавок можуть виступати хімічні речовини регулюють швидкість формування шару.

Підбір складу конкретної емульсійно-мінеральної суміші здійснюється в дорожньо-будівельних хімічних лабораторіях до початку проведення робіт [2, 3]. Цей склад залежить від типу дорожнього покриття, транспортного навантаження, наявності дефектів кліматичних умов тієї місцевості, де планується проведення роботи

Література

1. http://www.vptechnologiesllc.com/what_is_slurry_seal.html
2. <http://www.unidorstroy.kiev.ua/wiki-asphalting/microsurfacing.html>
3. <http://kiev-dorstroy.com.ua/interesting/502-mikrosyurfejsing-i-slarri-sil-nadezhnost-i-vysokoe-kachestvo>

СУЧАСНА ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ТРИЩИН АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

*Пасько І.Ю., ЗІД, Полтавський будівельний
технікум транспортного будівництва
Керівник викл. Носенко Н.Ю.*

Мережа автомобільних доріг є невід'ємною частиною економічного та соціального життя населення України. Стан покриття доріг безпосередньо впливає на швидкість і безпеку руху транспортних засобів, ступінь забруднення навколишнього середовища, а також визначає період експлуатації кожного конкретного автомобіля, витрати палива та психоемоційний стан

водіїв і пасажирів. Тому важливо ретельно слідкувати за станом асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг, яке залежить від погодних умов (перепадів температури, атмосферних опадів), ваги рухомих транспортних засобів, якості та термінів служби матеріалів покриття, а також технології його укладання. Усі ці фактори рано чи пізно деформують асфальтобетон і призводять до різних видів руйнувань, одним з яких є тріщини.

Тріщини на асфальті з часом можуть зруйнувати всі шари дорожнього одягу й спровокувати виникнення серйозних дефектів у вигляді вибоїн, котрі потребують серйозного ямкового ремонту або повної заміни дорожнього покриття [1]. Тому своєчасний та якісний ремонт тріщин є важливою складовою в обслуговуванні мережі автомобільних доріг.

Проблема стану автомобільних доріг в Україні є надзвичайно гострою. Розв'язання цієї проблеми дуже складне і потребує негайного вирішення. І один із шляхів, який дозволить скоротити кількість коштів і підвищити якість ремонтних робіт є застосування сучасних інноваційних технологій. Однією із сучасних технологій ремонту тріщин асфальтобетонних покриттів являється санація тріщин.

Санація тріщин в асфальтобетонному покритті є надійним способом з попередження його деформації та руйнування.

Санація – це сучасний метод ліквідації тріщин в асфальті, який дозволяє на 5-7 років продовжити період успішної експлуатації дорожнього покриття без дорожньо-ремонтних робіт капітального характеру. Процес санації ще називають процесом відновлення цілісності асфальтобетонного покриття [2].

Санація тріщин в асфальті передбачає виконання трьох послідовних етапів, на кожному з яких використовується спеціальне обладнання.

1-й етап. Оброблення (фрезерування) тріщини в асфальті.

На першому етапі використовується нарізчик швів (рис.1), який повинен обробити тріщину й зняти напругу з метою недопущення її подальшого розростання.



Рисунок 1 – Нарізчик швів

Алмазні фрези сучасних нарізувачів швів можуть у точності повторити контур криволінійних тріщин, прибрати зіпсований шар асфальтобетону, а також надати борозні тріщини правильну геометричну форму. Таке розкриття тріщини на асфальті дозволяє досягти максимально глибокого проникнення мастики (герметика), що значно підвищує рівень адгезії та зносостійкості дорожнього покриття в майбутньому.

2-й етап. Очистка тріщини в асфальті.

На другому етапі застосовується інструмент під назвою «тепловий спис» (рис.2). Його призначення полягає у тому, щоб очистити, продути і висушити порожнину обробленої тріщини на асфальті (рис.3). За допомогою гарячого повітря й зниженого газу він дозволяє ретельно обробити та достатньо висушити (але не пересушити) борозну обробленої тріщини на асфальті, чим гарантує її щільне зчеплення із заливним матеріалом [3].



Рисунок 2 – Тепловий спис



Рисунок 3 – Робота теплового спису

3-й етап. Заливка тріщини в асфальті.

Відфрезерована, очищена та висушена борозна тріщини на асфальті готова до заливки спеціальним матеріалом – мастикою (герметиком). Заливка тріщини в асфальті виконується спеціальним обладнанням – заливщиком (рис. 4). На практиці сьогодні можуть застосовуватися як ручні, так і автоматизовані заливщики тріщин [2].



Рисунок 4 – Заливальник швів

Ремонт тріщин в асфальті завершується їх обробкою сухим піском або відсівом (мілким щебнем без пилу) з метою подальшого недопущення розтікання герметика на ухилі дороги (рис. 5), а також його прилипання до коліс транспортних засобів. Це дозволяє зменшити ймовірність ДТП на щойно відремонтованих ділянках доріг.



Рисунок 5 – Ділянка відремонтованої дороги

Сучасні технології та обладнання дозволяють зробити санацію тріщин дорожнього покриття одним з найбільш ефективних способів підтримки полотна в робочому стані. Метод санації тріщин дає сьогодні можливість, заощадивши значні матеріальні, часові і трудові ресурси, відстрочити капітальний ремонт, не погіршуючи при цьому експлуатаційні характеристики магістралей.

Література

1. <http://dorstroy.org.ua/uk/poslugi/sanatsiya-trishhin-v-asfaltobetonnomu-pokritti/yake-obladnannya-vikoristovuyetsya-pri-sanatsiyi-trishhini-v-asfalti/>
2. <http://dorstroy.org.ua/uk/poslugi/sanatsiya-trishhin-v-asfaltobetonnomu-pokritti/>
3. https://studopedia.ru/15_2973_tseni-na-okazivaemie-uslugi.html

БУДІВНИЦТВО ДОРІГ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ СТАБІЛІЗАЦІЇ ҐРУНТУ

*Крат А.А., 41Д, Полтавський будівельний
технікум транспортного будівництва
Керівник викл. Яковенко Л.В.*

Одна із причин поганого стану доріг є дорожній одяг, який пропускаючи крізь тріщини вологу до ґрунту, розм'якшує останній, що призводить до швидкого зношування та руйнування шару асфальтобетону.

Сучасні добові навантаження значно перевищують розрахункові, це викликає передчасне стирання верхнього шару

покриття, колійності, напливів та вибоїн, значно зменшується термін експлуатації автомобільної дороги.

Найзначнішу роль відіграє порядність підрядника та дотримання технології будівництва.

Неоднорідність дорожньої основи сприяє появі «внутрішніх» тріщин, які проявляються на дорожньому покритті.

Суть технології полягає у введенні в ґрунт домішок для поліпшення його механічних властивостей. Ґрунт ретельно подрібнюється і змішується з відповідними в'язучими матеріалами (бітумами, дьогтями, цементом або портландцементом) з подальшим ущільненням, в результаті виходить монолітна плита, яка є дорожньою основою [1].

Великими перевагами є

1. Перешкоджання попаданню води до основи дорожнього одягу:

- Стійкість до ерозії.
- Стійкість до розмочування.
- Морозостійкість, виключає морозне пучення.

2. Досягання більш високого модулю пружності, підвищує зсувостійкість і рівність, знижує пластичність:

- Дозволяє знизити товщину асфальтобетону до 50%.
- Виключає просідання.
- Виключає «колієутворення».
- Виключає появу «копіювальних» тріщин в асфальтобетонних покриттях.

3. Для будівництва використовується ґрунт, що знаходиться в місці пролягання майбутньої дороги:

- Зменшує кількість застосовуваних матеріалів.
- Економія на транспортуванні матеріалів.

Порівнюючи класичний метод укладання дорожнього одягу та із стабілізованим ґрунтом, бачимо велику різницю між шарами укладання. Стабілізація ґрунту дозволяє зменшити використання додаткових шарів дорожнього одягу та замінити лише одним шаром для доріг IV-V, та укріпляти для доріг II-III категорій.

Технологічний процес проходить багато етапів [2]:

• Підбір оптимального складу суміші для додавання ґрунту необхідних фізико-механічних властивостей:

- гранулометричний склад ґрунту,
- процентний вміст глинистих частинок і пилу;

- визначення числа пластичності ґрунту;
- контроль рН ґрунту в водній витяжці;
- оптимізація гранулометричного складу;
- визначення оптимальної вологості, -максимальної щільності;
- межа міцності на стиск зразків у сухому і капілярному водонасиченні.
- Підготовка ділянки для роботи:
 - зняття родючого шару;
 - улаштування водовідведення;
 - попереднє профілювання;
 - ущільнення дороги катком;
 - визначення вологості ґрунтової основи;
 - осушення або зволоження ґрунту.
 - Введення в'язучого:
 - розподіл мінеральних в'язучих (рис.1).



Рисунок 1 – Введення в'язучого у ґрунт за допомогою ресайклера

- Змішування ґрунту. Перемішування ґрунту за допомогою ресайклера – техніки, що дозволяє домагатися якісного змішування завдяки тонким налаштуванням.

Використання розподільника з дозатором забезпечує рівномірне і коректне внесення, що є гарантом дотримання рецептури ущільнюваної суміші (рис.2).

- Ущільнення отриманої дорожньої основи. Якісне ущільнення важким ґрунтовим катком з вібратором створює міцну дорожню основу з перемішаного ґрунту.

- Профілізація і фінальне ущільнення. Додання необхідного профілю і додання ухилу за допомогою автогрейдера. Профілювання проводиться катком на пневмошинах.



Рисунок 2 – Отримана міцна ґрунтова дорога

- Вимірювання якості отриманої дорожньої основи. Проводиться спеціалізованим приладом Терратест 3000 з GPS прив'язкою до координат місця виміру.

- Укладання шару зносу для категорії доріг, де це необхідно за технологією, відбувається стандартно.

А разом з тим, всю роботу нанівець можливо звести допустивши хоча б одну з помилок приведених нижче:

1. Проведення робіт при від'ємних температурах.
2. Використання застарілої техніки або неякісне ущільнення суміші.
3. Недотримання оптимальної вологості ґрунту: дуже сухий або перезволожений.
4. Відсутність контролю якості шару, що ущільнюється.
5. Неправильний підбір складу суміші: занадто мала або занадто велика кількість в'язучих.

При підготовці об'єкту і виробництві робіт за технологією стабілізації і зміцнення ґрунту виключно важлива і відповідальна роль інженерно-технічної та лабораторної служб підрядника, а також проектувальників і, звичайно, замовника. Без професійно-грамотного і, в якійсь мірі навіть «прискіпливого», контролю складу суміші та інших показників неможливий очікуваний кінцевий результат і економічна ефективність, що очікується, від будівництва основи доріг, використовуючи метод стабілізації і зміцнення ґрунту.

Література

1. <http://www.maestria.com.ua/budivnyctvo-dorih-za-texnologiyeyu-stabilizaciyi-hruntu/>
2. http://www.rusnano.com/upload/images/documents/2012-11-02_FIER_ФИПП_Инновационная_дорога_MD-Systems.pdf

БАГАТОФАКТОРНИЙ РЕГРЕСИВНИЙ АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПІШОХОДІВ

*Первенець К. В., 40ДР, Одеський
автомобільно-дорожній коледж
Керівник викл. Венгер А. С.*

Безпека дорожнього руху – це складна комплексна проблема, яка зберігає свою актуальність і гостроту протягом тривалого часу. Безпека пішоходів є складовою частиною загальної проблеми забезпечення безпеки дорожнього руху (БДР), вона включає в себе комплекс заходів, який необхідно розглядати як окрему систему. Результатами такої постановки питання є той факт, що в більшості випадків розробляються соціальні, організаційно-технічні, психофізіологічні та інші рішення у сфері БДР, що були звично орієнтовані на водія, а вдосконалення організації дорожнього руху та нові архітектурно-планувальні рішення були направлені в основному на забезпечення безпечного і безперебійного руху транспортних потоків [1].

В залежності від місцевих умов (інтенсивності руху, розмірів населених пунктів і їх планування) для зменшення числа пригод з пішоходами можуть бути проведені наступні заходи:

- облаштування доріг тротуарами;
- зменшення інтенсивності руху в містах за рахунок переведення транзитного транспорту на паралельні вулиці і на окружні дороги;
- влаштування наземних та підземних пішохідних переходів;
- обладнання місць для переходу в ув'язці з розміщенням зупинок громадського транспорту, магазинів, шкіл, клубів і ін.

Однак можна зазначити нестачу дорожніх споруд та комплексних заходів, які могли істотно знизити аварійність за участю пішоходів на наших дорогах. Дана ситуація дуже актуальна на сьогоднішньому етапі розвитку автомобільного транспорту.

Організація дорожнього руху в місцях перетину транспортних і пішохідних потоків має великий вплив на БДР. Як показує статистика, більшість конфліктних ситуацій відбувається в містах, тому використання тут передових методів ОДР є важливим моментом в забезпеченні безпеки як водіїв ТЗ, так і пішоходів. [2]

Об'єктом дослідження в даній роботі є безпека дорожнього руху як комплекс заходів, спрямованих на зниження людських втрат, а також на зменшення економічних втрат суспільства в результаті дорожньо-транспортних пригод. Суб'єктом дослідження є пішохід – безпосередній учасник дорожнього руху. Аналіз статистики ДТП, показує, що найбільш несприятлива ситуація із забезпеченням безпеки пішоходів в дорожньому русі спостерігається в містах з великою кількістю зупинок громадського транспорту (ЗГТ).

Експериментальні дослідження проводились з метою збору даних про поведінку пішоходів в місцях концентрації ДТП для визначення кількості скоєних ними порушень правил дорожнього руху на ділянках з різною дорожньою обстановкою, а так само для виявлення факторів, що надають найбільший вплив на аварійність з даною категорією учасників дорожнього руху. Для аналізу пішохідного потоку, поведінки пішоходів на проїзній частині застосовується метод візуальних спостережень. Дослідження виконуються в два етапи: обстеження пішохідного потоку та статистична обробка та аналіз результатів.

Завдання експериментального дослідження:

- визначити тимчасові інтервали, коли пішохідний потік має максимальну щільність;
- визначити кількість пішоходів, які скоюють порушення ПДР в аварійно небезпечних зонах в заданий проміжок часу;
- виявити фактори, які надають найбільший вплив на кількість скоєних пішоходами порушень ПДР;
- дослідити відібрані фактори в реальних умовах міського руху, провести аналіз отриманих результатів за допомогою відомих математичних методів.

Щоб досягти максимальної інформативності, експериментальні дослідження проводилися на вулицях з різною концентрацією пішохідних і транспортних потоків в зонах, відмінних один від одного організацією безпеки дорожнього руху. Для проведення практичних досліджень були обрані вулиці з низькою, середньою і високою аварійністю. На обраних для дослідження вулицях були визначені зони найбільшого тяжіння пішоходів, вивчені місця концентрації пішохідних потоків, які збіглися з місцями найбільш частого виникнення конфліктних ситуацій і місць ДТП за участю даної категорії учасників.

Експериментальні дані оброблялися за допомогою методів теорії ймовірностей і математичної статистики. Для отримання прогнозних значень використаний багатофакторний регресійний аналіз.

Місцем проведення експериментальних досліджень було вибрано місто Одеса. В ході виконання роботи була розроблена і апробована методика, що дозволяє досліджувати пішохідні потоки з мінімальними втратами і отримувати достовірні результати. Апріорна інформація, отримана зі статистичних даних про ДТП за участю пішоходів, надана органами поліції, а також отримана в ході практичних спостережень, дозволяє нам сформулювати групу чинників, здатних впливати на поведінку досліджуваної категорії учасників ДР. Передбачувана група чинників була внесена в анкети для визначення їх значимості. Фактори в анкеті рандомізовані, щоб ліквідувати суб'єктивізм перевагу експертом того чи іншого параметра в залежності від його місця в анкеті [3]. Вид анкети, розробленої спеціально для даних досліджень, представлений в таблиці 1.

Кожен експерт при заповненні анкети оцінював значущість того чи іншого фактора за допомогою оцінки, що виставляється цьому фактору за шкалою від 0 до 10, де 10 – максимальна оцінка для найбільш значимого чинника. Анкетування проводилося з використанням методу безпосередньої оцінки з подальшим ранжуванням. Причому найбільшому рангу відповідає найбільш значимий фактор. Результати ранжирування формують матрицю експертних оцінок, зображену в таблиці 2.

Таблиця 1 – Анкета оцінки значущості факторів

Порядковий №	Найменування фактору	Шифр фактору	Оцінка фактору
1	Тип пішохідного переходу	X_1	4
2	Час доби	X_2	7
3	Сезонний фактор	X_3	0
4	Освітлення вулиць	X_4	3
5	Потік автомобілів	X_5	2
6	День тижня	X_6	8
7	Взаємне розташування пішохідного переходу і ЗПГТ	X_7	10
8	Психологічний фактор	X_8	10
9	Підземний пішохідний перехід	X_9	0
10	Надземний пішохідний перехід	X_{10}	0
11	Загальний пішохідний потік	X_{11}	2

Таблиця 2 – Матриця експертних оцінок

№	Експерт	Фактор (X_i)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	4	3	9	5	6	2	1,5	1,5	9	9	6
2	2	3	4	6	8	7	5	2	1	9	11	10
3	3	6	4	7	5	8	3	2	1	9	11	10
4	4	3	4	7	6	5	2,5	1	2,5	8	9	10
5	5	4,5	4,5	7	6	5	3	2	1	9	8	10
6	6	4	2	7	5	6	3,5	1	3,5	8	9	10
7	7	5	4	11	7	6	3	2	1	10	8	9
8	8	5	4	9	8	6	3	2	1	7	11	10
9	9	4	7	5	9	8	3	2	1	10	11	6
10	Суммарный ранг	38,5	36,5	68	59	57	28	15,5	13,5	79	87	81

Для того, щоб проранжувати оцінки, отримані кожним експертом по кожному фактору, приписуємо кожному з факторів число натурального ряду (1 ... k) таким чином, щоб ранг 1 було присвоєно максимальній оцінці, а ранг k – мінімальній. Аналізуючи отриману матрицю, помічаємо, що в деяких випадках експерти привласнюють різним чинникам один і той же ранг, в результаті число рангів N не дорівнює числу ранжируваних факторів n . Для таких випадків, знаходимо стандартизовані ранги. Перевагу обраних факторів уточнюємо методом парних порівнянь. Використовуючи матрицю експертних оцінок, заповнюємо матрицю парних порівнянь. Отримані індивідуальні переваги усереднюються. На основі цього будується матриця переваг (P), елементи якої p_{iq} є відносне число переваг, отриманих від усіх експертів, по кожному фактору перед кожним іншим фактором. Результати представлені в таблиці 5. Для аналізу розкиду і узгодженості оцінок, отриманих від експертів, застосуємо узагальнені статистичні характеристики. Результати обчислення середнього квадратичного відхилення δ , дисперсії D і коефіцієнта варіації V представлені в таблиці 3. [1, с. 52]

Таблиця 3 – Узагальнені статистичні характеристики експертних оцінок

Фактор	δ	$D(\delta^2)$	V (%)
X_1	0,97	0,94	22,7
X_2	1,33	1,77	32,8
X_3	1,81	3,27	23,9
X_4	1,5	2,25	22,9
X_5	1,12	1,25	17,7
X_6	0,82	0,67	26,4
X_7	0,44	0,19	25,6
X_8	0,9	0,81	60,0
X_9	0,97	0,94	11,0
X_{10}	1,32	1,74	13,7
X_{11}	1,73	2,99	19,2

Провівши дослідження системи забезпечення БДР пішоходів, за допомогою експертних методів виявлені найбільш значущі фактори, що надають домінуючий вплив на аварійність з даною категорією учасників дорожнього руху. Фактори об'єднані в таблиці 7 і згруповані за рівнем значущості, починаючи з найменших. Фактори, згруповані в таблиці 4, є в цій роботі найбільш значущими, тому вони піддані до подальшого вивчення за допомогою експериментальних досліджень.

Таблиця 4 – Найбільш значущі фактори системи забезпечення БДР пішоходів

№ п/п	Шифр фактора	Найменування фактору	Значимість 1→max
1	X_2	Час доби	0,74
2	X_6	День тижня	0,83
3	X_7	Взаємне розташування пішохідного переходу і ЗПГТ	0,97
4	X_8	Психологічний фактор	1

Література

1. Buchanan C. Traffic in Tons. A study of the long term problems of traffic in Urban areas: Report of the Steering Group and Working Group appointed by the Minister of Transport / C. Buchanan, C. G. Growter. – London: Her Majesty's Stationery Office, 1963. – 224 p.

2. Dickinson L. Factor analysis of Pedestrian Accidents / Dickinson L., Hall I. // Transportation Record. – 1976. – №605. – p. 35 – 41.
3. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования экспериментов в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский. – М.: Статистика, 1974. – 192 с.

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

*Дзюба В.В., 4ДБ-149, Барський коледж
транспорту та будівництва Національного
транспортного університету
Керівник Мацькова Н.П.*

Персонал – головна рушійна сила підприємства, яка виступає в якості трудових ресурсів і є одночасно сполучною ланкою між технічними та економічними чинниками виробничого процесу. Сьогодні ефективне грамотне управління персоналом стає однією з ключових умов успішної економічної політики. Ще зовсім недавно конкурентна боротьба була зосереджена в галузі розвитку технологій, технічних інновацій, вдосконалення організаційних структур, маркетингу, а тепер орієнтована на якісний персонал. Вже практично ніхто з фахівців в галузі менеджменту не сумнівається, що основним аспектом успішної діяльності будь-якого підприємства є якісне управління кадрами.

Питанням управління персоналом присв'ячені роботи таких вчених, як Н. І. Барановська [1], Р.Є. Булат [2], В. Врум, А. Маслоу, М.Портер, Ю.В. Морозюк, В.С. Половинко, П.І. Разінков, Н.А. Савельєва, Д.П. Соловйов, А. І. Турчинов, Ю.К. Чернова, І.І. Феклістов [4], та ін.

Управління персоналом включає безліч складових: кадрова політика, регулювання взаємовідносин у колективі, соціально-психологічні аспекти. Ключове ж місце відведено визначенню шляхів зростання продуктивності, стимулюванню творчої ініціативи, підвищенню рівня мотивації працівників.

На сьогоднішній день будівельна галузь є однією з найбільш змістовних і масштабних, виходячи з кількості залучених у виробничий процес людей. Кадрова ситуація в цій сфері, на перший

погляд, не викликає побоювань, адже фахівців будівельного профілю різної кваліфікації та рівня освіти досить багато, й здається, що підбір потрібної команди для реалізації наявних проектів не викличе труднощів. Тим не менш, це завдання вирішується не так просто. Причина - кадровий потенціал задіяний не повною мірою. Такий стан справ частково пояснюється тим, що фахівці-початківці поки ще не встигають швидко набуту в достатньому обсязі необхідний практичний досвід, внаслідок чого гостро відчувається дефіцит у кваліфікованих кадрах.

В даний час існує три основні різновиди структури будівельних організацій: Стандартний варіант – залишився практично незмінним з часів соціалістичної системи господарювання.

Невеликі будівельні фірми, функціональні обов'язки в яких, в тому числі і робота з персоналом, покладені на одного, максимум, – двох ключових фахівців.

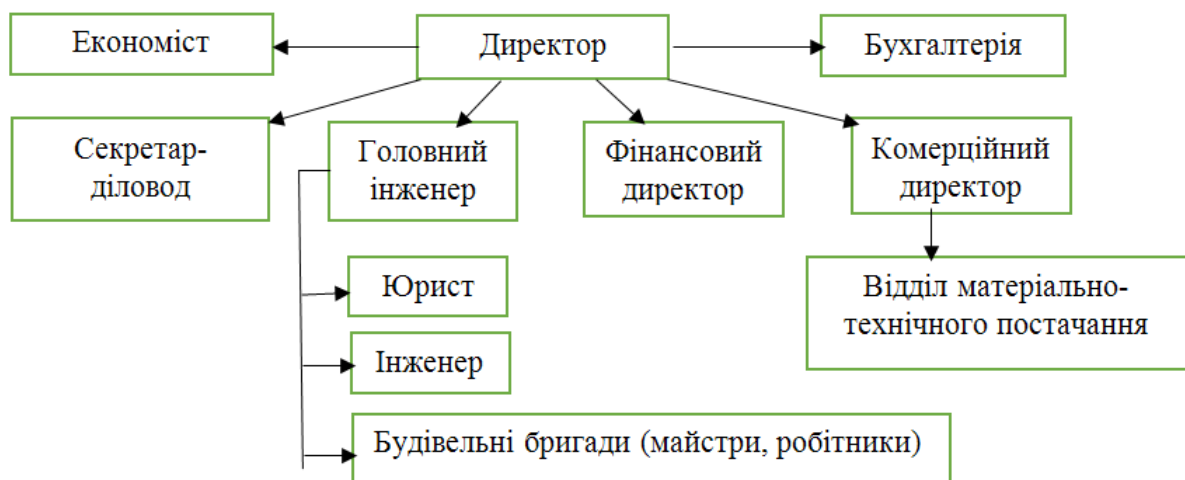


Рисунок 1 – Стандартна структура управління будівельною організацією

Будівельні компанії, сплановані за західним зразком.



Рисунок 2 – Структура управління будівельною компанією за західним зразком

Невеликі будівельні фірми, функціональні обов'язки в яких, в тому числі і робота з персоналом, покладені на одного, максимум, – двох ключових фахівців.

Нескладно здогадатися, що кожна з існуючих структур, має свою специфічну стратегію управління кадрами. Але, як показує практика, більшість керівників взагалі спеціально не навчалися основам управління трудовими ресурсами. Подібна ситуація не кращим чином відобрається на ефективності роботи компанії. Рано чи пізно керівництво будівельних організацій приходить до розуміння необхідності використання моделей управління, що успішно застосовуються зарубіжними колегами або передовими вітчизняними компаніями. Однак часто цей шлях виявляється дуже довгим, а розуміння суті проблеми приходить після множинних проб і помилок [5].



Рисунок 3 – Структура управління невеликою будівельною фірмою

В останні десятиліття помітна тенденція зниження якості будівельних робіт, широкого залучення до виконання робіт малокваліфікованих робітників, зниження якості підготовки інженерно-технічних працівників [3].

Р. Є. Булат у своєму дослідженні [1] робить висновок, що структура будівельно-виробничого персоналу в багатьох випадках формується стихійно, потреба в чисельності робітників для виконання допоміжних робіт не обґрунтовується відповідними нормативами, недостатньо впроваджується система оперативного нормування праці робітників-погодинників. Така ситуація негативно відбивається на рівні продуктивності праці в будівельних організаціях. Однією з головних причин низької продуктивності праці вітчизняних будівельників є малоефективний HR – менеджмент [2].

Спеціалізація робіт зазвичай прямо впливає на структуру організації, на склад функціональних обов'язків працівників, на кваліфікаційні вимоги.

Здійснення будівельної діяльності в Україні ліцензується. Ліцензійними умовами, в числі інших, висуваються вимоги щодо укомплектованості підприємства інженерно-технічними працівниками й робітниками необхідних професій та кваліфікацій. Так, керівники та виконавці робіт, залежно від видів виконуваних робіт, повинні мати відповідні освітні та освітньо-кваліфікаційні рівні; кваліфікаційний склад повинен відповідати організаційній структурі підприємства, керівник підприємства або його заступник, головний інженер повинні мати повну або базову вищу освіту відповідного напрямку підготовки, стаж роботи.

Керівники, професіонали й фахівці повинні своєчасно проходити спеціальне навчання з періодичністю та в строки, визначені в програмах навчання [4].

Система управління персоналом сучасної будівельної організації повинна враховувати особливості будівельної галузі, її актуальні проблеми та загальносвітові тенденції розвитку підходів до управління персоналом.

Таблиця 1 – Особливості, які впливають на процес управління персоналом, в будівництві

Особливості роботи будівельного підприємства	Особливості управління персоналом
– унікальність переважної більшості об'єктів будівництва;	– оцінка економічної ефективності прийнятих організаційно-технічних та управлінських рішень ускладнюється значною тривалістю реалізації будівельних проектів;
– залежність значної частини робіт від погодних умов;	– кваліфікація персоналу;
– значна тривалість будівництва (як правило, понад 1 року);	– велика кількість учасників, у поєднанні зі складним процесом організації документообігу, наслідком чого є складність визначення суб'єкта та рівня відповідальності за неоднозначні або помилкові рішення;
– тривалий життєвий цикл продукції будівництва, необхідністю забезпечення безпеки експлуатації об'єктів будівництва протягом усього циклу;	– територіальна роз'єднаність адміністрації будівельного підприємства та виробництва;
– багато стадійність реалізації будівельних проектів.	– різноманітність виконуваних видів будівельних робіт.

Узагальнення досвіду вітчизняних і зарубіжних організацій дозволяє сформулювати головну мету системи управління персоналом: забезпечення організації кадрами, їх ефективне використання, професійний і соціальний розвиток. У відповідності з цими цілями формується система управління персоналом організації.

У сучасних умовах для підвищення ефективності управління персоналом будівельних підприємств України використовуються такі методи:

- грамотний підбір кадрів;
- навчання й стимулювання професійного зростання персоналу;
- систематична перепідготовка та підвищення кваліфікації працівників;
- забезпечення стабільної зайнятості;
- висока організація робочих місць;
- раціональне планування робочого часу;
- вдосконалення оплати й методів нематеріальної мотивації праці;
- формування корпоративної культури й створення затишного психологічного мікроклімату;
- розробка й реалізація комплексу соціально-економічних програм.

Однією з найбільш актуальних проблем будівництва в сучасних умовах є виконання будівельних робіт необхідної якості, що вимагає відповідного кадрового забезпечення будівельних організацій. Також проблемами управління персоналом в будівництві є: обмеженість методів оцінки персоналу; поширення практики тимчасового найму робочого персоналу; зниження рівня престижності професії будівельника.

Література

1. Барановська Н. І. Підвищення конкурентоспроможності будівельної організації на основі розвитку її кадрового потенціалу: поняття конкуренції та конкурентоспроможності будівельної організації, кадровий потенціал: поняття, показники оцінки, напрямки розвитку, методика планування. – Кизил: ТувГУ, 2011. – 127 с.
2. Булат Р. Є. Правові норми та психологічний супровід управління персоналом в будівництві / Р. Є. Булат – СПб: Бізнес-преса, 2010. – 197 с.
3. Карібова І. Ш. Підвищення кваліфікації будівельників як один з головних важелів зростання продуктивності праці і якості будівельної продукції / / Регіональні проблеми перетворення економіки. – 2011. – № 2. – С. 293–299.

4. Феклістов І. І. Кадрове ресурсне забезпечення інноваційного розвитку будівельних організацій // Економічне відродження України. – 2011. – Т. 28. – № 2. – С. 104–111.
5. Гринчук С. А. Теоретико-методологічні принципи та особливості формування культури персоналу організації // Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, Луганськ. – № 10, 2009. – Частина 2. – С. 166 –171.

АЛЬТЕРНАТИВНІ МАТЕРІАЛИ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

*Нагорна А.І., ЗДБ-150, Барський коледж
транспорту та будівництва Національного
транспортного університету
Керівник Халупчак Є.С.*

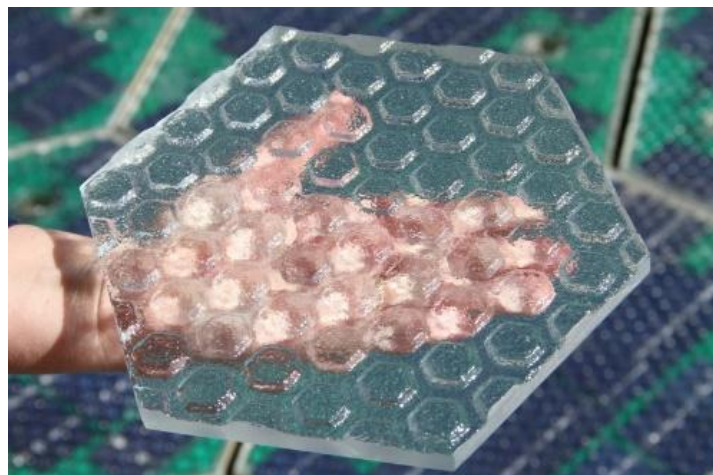
Використання сонячної енергії – один із пріоритетних напрямків розвитку альтернативної енергетики. Сонячна енергія – практично невичерпний в доступному для огляду часу безкоштовний ресурс. Крім того, це абсолютно екологічно нейтральне джерело енергії, використання якого не шкодить навколишньому середовищу.

Сонячна дорога «Solar Roadways». Сімейна пара з Айдахо створила компанію "Solar Roadways Incorporated" ще в 2006 році. Скот і Жулі Брусо (Scott, Julie Brusaw) розробили проект, який дозволив замінити асфальтобетонне полотно на пішохідних доріжках, шосе і парках сонячними панелями. Ідея полягає в тому, що «сонячні дороги», виконані з фотогальванічних елементів, покритих надміцним склом, здатні виробляти електроенергію, розтоплювати сніг, підсвічувати дорожню розмітку і виконувати безліч інших корисних функцій.



Таке рішення зацікавило Міністерство транспорту США і на реалізацію проекту було виділено в загальній складності 850 тис. доларів, які подружжя витратили на розробку робочого прототипу сонячного модуля, здатного витримувати великі навантаження. Для збільшення його міцності вони створили спеціальне текстуроване скло, яке може одночасно пропускати достатньо світла і забезпечувати хороше зчеплення з шинами. За заявами авторів, ділянка «сонячної» дороги розміром 3,6 на 3,6 м здатна виробляти 7,6 кВт*год електроенергії в день і витримувати вагу 40-тонної вантажівки.

Сімейство Брусо виношує досить амбітний план: замінити сонячними панелями всі дорожні покриття в США і таким чином забезпечити країну чистим джерелом електроенергії і знизити викиди шкідливих газів на 75%. Щоб запустити свій винахід у масове виробництво, подружжя-ентузіасты створили компанію на Indiegogo, яка закінчилася феноменальним успіхом - зібравши більше 2 260 000 доларів від спонсорів з 165 країн світу і ставши найбільш вдалою за всю історію краудфандінгово ресурсу.



Зібравши суму, яка більш ніж в два рази перевищила необхідну, сімейство перейменували свою компанію в "Solar Roadways - a real solution" (Сонячні дороги - реальне вирішення) і взялися за вдосконалення своєї технології. За їхніми заявами, готовий продукт зможе також іменуватися, крім «сонячної» ще й «розумною» дорогою. Так, автори проекту обіцяють впровадити в неї наступний смарт-функціонал:

- підігрів панелей для видалення снігу в зимовий період;
- діодне підсвічування дорожнього покриття в темну пору доби;
- система відведення дощової води з наступною фільтрацією;
- система самоочищення від автомобільних мастил та інших забруднювачів;
- система доставки води для промислових та с/г потреб;
- пристрій для підзарядки електрокарів від сонячних панелей;
- сигнальна система, яка попереджає про несправність сонячного модуля;
- підсвічування тварин, що раптово з'явилися на проїзній частині.

Крім того, Скот і Жулі подбали про екологію. Так, при виробництві дорожніх сонячних панелей буде використовуватися пластик, отриманий від переробки пластикового сміття. На додаток до всього, підземні з'єднувальні тунелі під таким покриттям можуть використовуватися для прокладки оптоволоконних каналів для інтернет та інших комунікацій, які зможуть легко обслуговуватися завдяки простому доступу.



Подібний проект під назвою «Solar Road» вже тестується в невеликому голландському містечку Krommenie. Там була побудована «сонячна» велодоріжка довжиною близько 70 метрів. І, що цікаво, після піврічних випробувань, продуктивність сонячних модулів, вмонтованих в основу дороги, навіть перевершила очікування розробників.

Китайські сонячні дороги. У Китаї повним ходом проходить будівництво доріг з вбудованими сонячними панелями. Можливо скоро з їх допомогою можна буде не тільки бездротовим способом заряджати електрокари, а й забезпечувати інформаційну підтримку автономних транспортних засобів.



Це вже другий проект дороги в Піднебесній із застосуванням сонячних панелей. Реалізується він на ділянці в 1,9 км швидкісної автомагістралі Цзинаня. При будівництві використовувався прозорий бетон, під яким розташований шар сонячних панелей. Сама конструкція дороги готова. Відбувається її підключення до електромережі. Очікується, що до кінця року все буде зроблено.



«Сонячне» шосе Цзинаня складається з трьох шарів. Верхній шар представлений прозорим бетоном, який за своїми будівельними властивостями подібний до звичайного асфальту. Середній шар - сонячні панелі, що витримують велику вагу. Нижній шар покликаний захищати сонячні батареї від вологого ґрунту. Дорога буде досить міцна, щоб витримувати навантаження вантажівки середніх розмірів.

Як відзначають інженери, незабаром з'явиться можливість підключення до дороги таких опцій, як бездротова зарядка автомобілів і можливість передачі необхідних даних автономним транспортним засобам. Точної інформації про те, які саме сонячні батареї використовуються немає. За фотознімками можна визначити, що вони двох розмірів.



У вересні Qilu Transportation Development Group там же, в Цзинані, закінчила будівництво першого «сонячного» шосе. Це та ж державна компанія, яка зараз завершує реалізацію другого проекту. На будівництво першого такого шосе знадобилося 10 місяців і 660 квадратних метрів сонячних панелей. На зображеннях шар, що покриває панелі, схожий на товстий шар воску або просто брудне скло.



Незважаючи на наявну критику «сонячних» доріг, сьогодні їх тестують в різних куточках планети.

Сонячні панелі Wattway. Перша в світі сонячна дорога, по якій пересувається транспорт в реальних умовах, запущена в експлуатацію в нормандському селі Турувр-о-Перш. Реалізатором проекту виступила французька компанія Colas - дочірнє підприємство Bouygues SA.



Фінансований державою проект вартістю 5 млн євро відкритий для тестових випробувань в реальних умовах дорожнього трафіку і, як очікується, буде пропускати через себе близько 2000 транспортних засобів щодня.

Планується, що випробування полігону з енергогенеруючих дорожнього полотна триватимуть протягом двох років і за цей час концепція повинна буде на практиці підтвердити свою життєздатність.

Нова сонячна автомагістраль, що отримала назву Wattway, обладнана 2880 фотоелектричними модулями. На перших етапах енергія буде живити вуличне освітлення в місцевому селі, в якому

на сьогодні проживає близько 3400 жителів. За даними компанії, річний обсяг виробництва електроенергії дороги складе 280 МВт*год. При цьому, як очікується, середня щоденна вироблення енергії оцінюється в 767 кВт*год з піковими періодами до 1500 кВт*год в літній період.

Звукові бар'єри з сонячних панелей. Нідерланди переходять до нового етапу випробувань звукових бар'єрів на основі сонячних панелей (SONOB), якими будуть замінені діючі в даний час звукоізолюючі конструкції. Для його реалізації будуть використані біфокальні фотоелектричні екрани, які забезпечать виробництво енергії, достатню для живлення 40-60 середніх домогосподарств.



Розширити випробування вирішили після успіху пілотного проекту 2014 року, який повністю виправдав очікування енергетиків, в тому числі, щодо того, як панелі будуть справлятися з дрібним вандалізмом, таким, як наприклад, графіті. У 2016 році «сонячний» звуковий бар'єр отримав нагороду «Золотий децибел» за кращі ідеї в категорії громадських проектів.

Старт будівництва нової ділянки під назвою Solar Highways був намічений на початок 2018 року. Шосейні звукові бар'єри мають п'ять метрів у висоту і чотири метри в ширину. Дві нижні панелі складаються з біфаціальних (двосторонніх) фотоелементів, які були розроблені спеціально для проекту. На 400-метровому проміжку магістралі було встановлено 68 окремих блоків. Згідно з даними першого тесту від 2014 року, ефективність сонячних бар'єрів становить від 4 до 8%, в порівнянні зі стандартними панелями з їх 14-17%. В даний час на дорогах Нідерландів встановлено близько 1250 км звукових загороджень.



Початковий тест включав кілька типів геліосистем, однією з яких стала установка, заснована на технології «люмінесцентних сонячних концентраторів» (LSC) - полімерних листів з прозорим покриттям з молекулами, які здатні відображати фотони і випромінювати їх в напрямку фотоелементів. За його результатами було зроблено висновок, що сонячні панелі LSC потребують удосконалення, перш ніж їх установка стане економічно доцільною. Але саме під час цього експерименту можна було спостерігати приголомшливий ефект - працюючі сонячні батареї із зображенням Ніколи Тесли.

КОМПОЗИТНА АРМАТУРА ДЛЯ АРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТІВ

*Григорчук М.В., Барський коледж
транспорту та будівництва Національного
транспортного університету
Керівник Білик Ю. А.*

Арматура з металевих стержнів до недавнього часу вважалася не тільки надійним, але і єдиним прийнятним варіантом для створення міцного «скелета» елементів споруд будь-якого призначення. Але висока схильність до корозії в середовищі з підвищеною кислотністю або лужністю, в свою чергу, призводить до активізації хімічних реакцій, а також до руйнування самої конструкції. Тому на зміну їй прийшла композитна арматура.

Неметалева композитна арматура знайшла своє застосування при армуванні бетонних конструкцій і елементів дорожнього

будівництва, виробів сантехнічного призначення, конструкціях для укріплення морських споруд та в спорудах медичного призначення. В основному, арматура може бути застосована при виробництві залізобетонних плит, а також для зведення фундаменту, для зміцнення мостів, гідроспоруд та інших будівель. Вона непогано зарекомендувала себе в бетонах на шлакопортландцементі, пуцолановому цементі, зі змішаними в'язучими з високим вмістом активних мінеральних добавок, а також в бетонах із хлоридовмістовними протиморозними добавками [4].

Зовні цей будівельний матеріал являє собою світлі прутки з різними відтінками жовтого кольору (якщо вони зроблені зі скловолокна) або вираженого чорного (за умови, що застосовувався базальт) (рис.1).

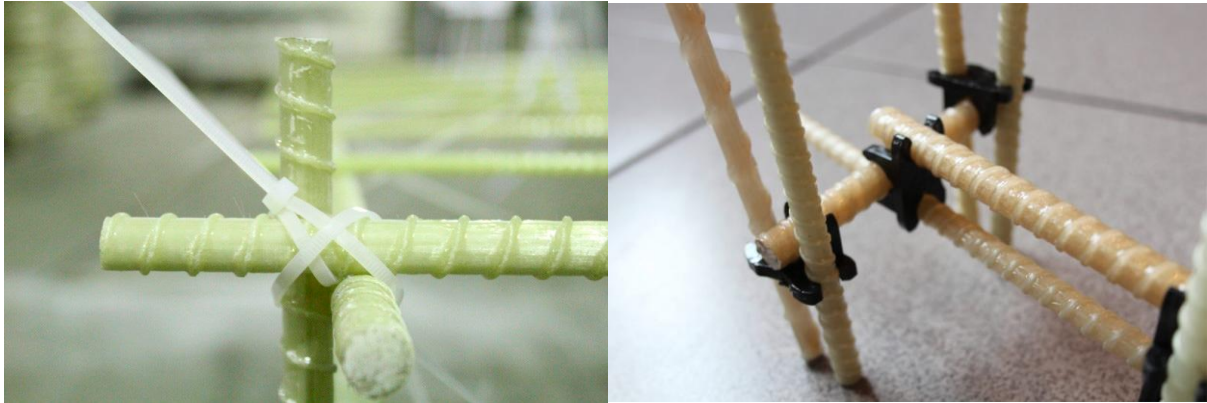


Рисунок 1 – Неметалева композитна арматура на основі базальту і склоровінгу

Структура матеріалу дуже складна, це не єдиний метал, це два шари матеріалу, які складаються з волокон, смол і полімерів. Можна розділити конструкцію прута на два шари – зовнішній і внутрішній. Внутрішній шар складається з паралельних волокон, які просочені спеціальними смолами. Зовнішній шар складається з тих же волокон, але вони переплетені між собою, що значно покращує міцність будматеріалу. Практично щороку виробники вносять коректування в свій продукт, роблячи його ще більш досконалим за якістю і властивостями. Наприклад, щоб поліпшити властивості смол, сюди можуть додаватися спеціальні модифіковані добавки, які багаторазово покращують показники арматури при експлуатації [3].

Композитні прутки при закладці залізобетонних елементів використовуються аналогічно сталевим. З них збирається каркас

згідно з рекомендаціями для певного типу елементу конструкції з потрібним кроком, а в місцях перетину елементи арматури скріплюються стяжками або в'язальним дротом. Пластикові стяжки застосовуються рідше, а от в'язальний дріт – частіше (рис.2).



а)

б)

Рисунок 2 – Способи з'єднання композитних арматурних стержнів

Фахівці називають ряд переваг композитної арматури:

- зручність транспортування та застосування за рахунок малої ваги;
- при монтажі не застосовуються зварювальні роботи;
- стійкість до впливу різних агресивних середовищ;
- стійкість до корозії;
- міцність на розрив.

У скловолокна є свої переваги, які дозволяють поліпшити показники споруди зробити його довговічним. По-перше, скловолокно не боїться вологи і хімічно агресивних речовин, воно може довгий час перебувати у воді і в лузі, яка присутня в цементі. По-друге, композитна арматура може витримувати великі перепади температур, її можна спокійно використовувати в інтервалі температур від 70°C морозу до 100°C спеки. По-третє, композитна продукція значно менше важить, це дуже хороший показник для будівельників, тепер набагато легше вести роботи і виробляти транспортування продукції [3].

У нашій країні найбільш відома арматура склопластикова або базальтопластикова, для виробництва тут використовують спеціальні сполучні смоли, як кремнієвоорганічні або фенолальдегідні. Природно даний варіант складно назвати

екологічно чистим, тому в останні роки також використовують й інші рішення, наприклад епоксидні або ненасичені смоли.

Сам виробничий процес розділений на кілька етапів. Спочатку необхідно отримати нитки-волокна, з якими доведеться працювати далі. Після їх отримання нитки відправляються в верстат, де повністю просочуються спеціальним складом у вигляді смоли. Далі нитки протягуються через спеціальну воронку, яка прогріта до певної температури. Нитки щільно скріплюються між собою, однак поверхня отриманої заготовки виходить дуже гладкою. Всім відомо, що гладка арматура погано витримує навантаження в бетонній плиті, тому проводиться додаткова процедура, за допомогою якої, на поверхню накладається ще один шар матеріалу, правда в цьому випадку нитки сплетені між собою, що в підсумку дає рельєфну поверхню. У деяких випадках виробники використовують вальцювання існуючої гладкої заготовки, без використання додаткового шару. У підсумку отримаємо стержні діаметром від 4 до 20 мм в 10 разів легше за міцністю в порівнянні з аналогом. А їх вартість, можливо, лише злегка відрізняється від ціни на звичайні сталеві прутки. Наприклад, вартість композитної арматури 10 мм у середньому становить 15,20 грн/пог.м., а звичайної – 13,40 грн/пог.м.

Каркас склопластикової конструкції не схильний до впливів води, солі, кислот, хімічних реагентів, лужного середовища і іншого роду руйнівників. Термоактивна і термопластична смола з полімеру і еластомерних матеріалів виступають захисним бар'єром від зовнішнього середовища і хімічних реагентів. Складне волокно ж, в свою чергу, ефективно сприяє збільшенню міцності арматури і її розтягування. Композитна склопластикові арматура довговічна в застосуванні і перевищує за цими критеріями сталеву арматуру в 2-3 рази.

Завдяки своїм перевагам, склопластикові арматура є більш ефективним будівельним матеріалом в порівнянні зі своїми аналогами з бетону і сталі. Одне з головних її переваг є міцність, що дозволяє використовувати арматуру з меншим перерізом. Легкість, еластичність, будівельна довжина і інші характеристики арматури впливають на швидкість монтажних робіт [3].

До мінусів композитної арматури можна віднести низький модуль пружності матеріалу. Даний параметр в порівнянні зі сталлю менше в 4 рази, що негативно позначається при роботі

композитної арматури на розтяг. Зміна форми стержня неможливо без нагріву, що створює труднощі при виготовленні монтажних петель і заставних деталей. На відміну від сталі, композитний матеріал втрачає свої властивості міцності вже при температурах порядку 150-300° С, в залежності від виду використовуваних у виробництві волокон (склопластик або базальтопластик).

Світовий досвід використання композитної арматури описано в багатьох збірниках і у рекомендаціях щодо проектування та конструювання у США, Канаді, Японії, Італії. Композитна арматура стала стандартним рішенням в таких галузях індустрії, як портові споруди, верхня сітка арматури для мостових настилів, різні заводські армовані бетонні вироби, орнаментний і архітектурний бетон. Будівництво таких проектів, як будівля GondaBuilding клініки Mayo в місті Рочестер штату Міннесота, Національний інститут охорони здоров'я в місті Бетесда штату Меріленд, міст в м. Поттер Каунти штату Техас, а також міст в м. Беттендорф штату Айова не обійшлись без використання композитної арматури [1].

Арматура на основі склоровінгу була використана при будівництві бетонного мосту довжиною 13,8 м, що перекриває ріку Беаркрік в м. Морисон штату Колорадо (США). В цій споруді композитна арматура використовувалася в опорах, похилих крилах стін, парапетах і зігнутій монолітній бетонній арці, а в дорожньому настилі мосту також була використана арматура на основі склоровінгу.

Із застосуванням арматури на основі склоровінгу фірми Pultrall Канада побудований міст, який перекриває шосе №65 в Графстві Ньютон штату Індіана (США). Міст складається з трьох прольотів довжиною 58 м, шириною 10,5 м із підсиленням бетонним полотном, яке знаходиться вгорі двотаврових сталевих балок на бетонних опорах. Бетонна плита завтовшки 200 мм в нижній частині армована сталевією арматурією з епоксидним покриттям. Верхня частина плити в зоні можливого контакту із солями армована в поперечному і повздовжньому напрямках композитною арматурією у відповідності з розрахунком [2].

В середині 90-х років в Японії вже налічувалося більше 100 комерційних проектів із застосуванням неметалевої композитної арматури. В Азії Китай став видатним споживачем композитної

арматури, використовуючи її в нових конструкціях, починаючи від мостових настилів до проведення підземних робіт.

Використання композитної арматури в Європі почалося 1986 року в Німеччині з будівництва автодорожнього мосту, після чого були запуснені широкомасштабні програми по дослідженню і використанню композитної арматури. У рамках європейського проекту BRITE/EURAM Project “Елементи з волоконних композитів і технологія застосування неметалевої арматури” в 1991-1996 роках були проведені випробування та аналіз композитних матеріалів. Пізніше компанія EUROCRETE очолила європейську програму

досліджень і демонстраційних проектів.

В останні роки в Україні освоєно виробництво неметалевої композитної арматури. Фірма “ТОВ Технобазальт-Інвест” виробляє неметалеву композитну арматуру на основі базальтового ровінгу, а фірма “ТОВ ТГ Екіпаж” - на основі базальтового і склоровінгів [1].

Літератури

1. Клімов Ю.А. Використання неметалевої композитної арматури для армування бетонних конструкцій / Ю.А. Клімов, Ю.А. Вітковський, О.С. Солдатченко // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – К.:– 2011. – Вип. 42. –с. 13-17.
2. CAN/CSA-S806-02, “Design and Construction of Building Components with Fiber-Reinforced Polymers”, Canadian Standards Association, Toronto, Ontario, Canada, (May 2002), 187 p.
3. Лучко Й.Й. Перспектива підвищення довговічності плит проїзної частини мостів при використанні базальту / Й.Й. Лучко, Т. І. Коваль. // Каменяр. – 2012. – №9. – с. 443–450.
4. Коваль П.М. Ефективність використання базальтопластикової арматури при армуванні плити проїзної частини моста/ П.М. Коваль, О.Я. Гримак, Т.І. Коваль // Вісник державної академії будівництва та архітектури – 2016 - №61 – с. 193 – 197.

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ АВТОДОРОЖНІХ МОСТІВ

*Юхимович С.С., Житомирський автомобільно-
дорожній коледж Національного
транспортного університету
Керівник Дорогова О.С.*

Проблема оцінки і прогнозу безпечного строку експлуатації залізобетонних мостів, з якою стикаються всі країни, для України є особливо вагомою через значний перелік несприятливих причин. Назвемо головні з них: складний економічний і фінансовий стан; майже останнє місце в Європі за розвитком дорожньої мережі; малий строк служби залізобетонних прогонових будов мостів, відсутність належної системи експлуатації.

Сьогодні констатується суттєве погіршення стану автодорожньої мережі України загалом, особливо мостів. Кількість мостів, що потребують ремонту, збільшується загрозливими темпами (**рис.1**). Спроба прогнозу за лінійною регресією дає значне зростання кількості мостів, які потребують термінового ремонту в період 2013-2018 років з 1957 од. до 2743 од.

В умовах обмеженого фінансування галузі транспортного будівництва очевидно, що для оптимізації видатків на ремонт і реконструкцію мостів необхідна систематизована технічна інформація про стан мостів та науково обґрунтована система прогнозування залишкового ресурсу. Саме систематизація інформації з технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу автодорожніх мостів Укравтодору і є предметом цього дослідження.

Глобальною метою цієї роботи є узагальнення оцінки технічного стану та прогноз залишкового ресурсу залізобетонних автодорожніх мостів України, що перебувають в експлуатації, базуючись на даних **Аналітичної експертної системи управління мостами (далі – АЕСУМ)** Укравтодору. Реалізується поставлена мета вирішення низки завдань, серед яких: добірка систематичних даних строків служби, і їх аналіз та прогнозування ресурсу залізобетонних автодорожніх мостів.

Сьогодні проблема управління життєвим циклом елементів споруд стає пріоритетною для багатьох країн світу. Незважаючи на

безумовну актуальність цієї теми, публікації в Україні мало. Теоретичне дослідження з проблем надійності, довговічності та прогнозування залишкового ресурсу автодорожніх мостів знаходимо в матеріалах українських науковців А.С. Дехтяра, А.І. Лантуха-Ляценка, О.О. Давиденка, (3, 5-7)

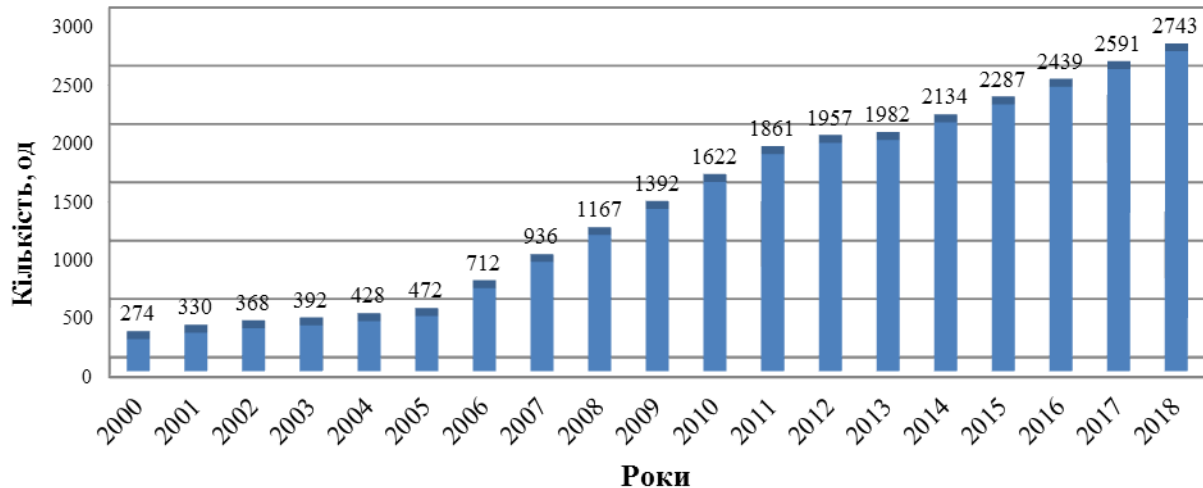


Рисунок - 1 Динаміка зростання кількості мостів, що очікують термінового ремонту

АСЕУМ – як інструмент наукового пошуку оцінки технічного стану автодорожніх мостів, що перебувають в експлуатації

Для належного функціонування національної дорожньої мережі необхідно мати сучасний інструмент управління мостами. Сьогодні таким інструментом є АЕСУМ, яку було розроблено на замовлення державної служби автомобільних доріг України. Роботи виконувались починаючи з 2004 року Державним дорожнім науководослідним інструментом ім.М.П.Шульгіна і Національним транспортним університетом під керівництвом професора А.І.Лантуха-Ляценка. Науковий супровід програмного комплексу АЕСУМ веде ДП “ДерждорНДІ”.

Методичною базою АЕСУМ стали новітні нормативні документи системи експлуатації ДБН “Обстеження і випробування мостів”, [2]. ДСТУ-Н “Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів”, [4]. Сьогодні ми констатуємо, що програмний комплекс АЕСУМ став центральним методичним ядром системи експлуатації мостів Укравтодору і успішно використовується в наукових дослідженнях,[6].

Глобальною метою АЕСУМ є автоматизація формалізованої оцінки технічного стану автодорожніх мостів, прогнозування

залишкового ресурсу споруди, генерація рекомендації із стратегії експлуатації та оптимізація витрат на ремонт і реконструкцію в умовах обмеженого фінансування.

Цієї мети досягнуто виконанням програмним комплексом в автоматизованому режимі великої кількості завдань. Назвемо основні з них:

- зберігання та обробка інформації стосовно нагляду, ремонтів, випробувань та обстежень дефектів споруд;
- технічна оцінка експлуатаційного стану споруди;
- техніко-економічний аналіз, економічний прогноз, моделювання соціальних наслідків закриття мосту на ремонт.

За статистикою на 01.01.2013 року на дорогах загального користування експлуатується 16187 од. (загальною довжиною 384,3 км) автодорожніх мостів, підпорядкованих Укравтодору. Абсолютна більшість з них – 15558 од. (96%) є залізобетонними.

Таблиця 1 – Характеристика експлуатаційного стану автодорожніх мостів

Технічна характеристика	Одиниць	Протяжність, п.м.	У відсотках, до загальної кількості
Потребують першочергової реконструкції або капітального ремонту	1957	54040	12,0%
На стадії будівництва, реконструкції або капітального ремонту	124	9954	0,9%

Таблиця 2 – Розподіл залізобетонних мостів за експлуатаційними станами

Категорія мостів	Стан 2	Стан 3	Стан 4	Стан 5	Разом
Залізобетонні мости всіх типів, %	14	48	28	10	100
У тому числі монолітні мости, %	10	33	19	7	69
У тому числі збірні і збірно-монолітні, %	4	15	9	3	31

Таблиця 3 – Статистичні оцінки строків служби автодорожніх мостів

Експлуатаційний стан	Тип моста	Середнє значення строків служби, років	Середнє квадратичне відхилення, років
Стан 2	Монолітні	41	18
	Збірно-монолітні, збірні	35	15
	Всі типи	36	16
Стан 3	Монолітні	52	16
	Збірно-монолітні, збірні	41	16
	Всі типи	45	17
Стан 4	Монолітні	52	13
	Збірно-монолітні, збірні	43	14
	Всі типи	46	14
Стан 5	Монолітні	50	7
	Збірно-монолітні, збірні	45	12
	Всі типи	48	11

Загальний експлуатаційний стан частини мостів, які не відповідають чинним нормативним вимогам експлуатації, характеризуються даними, що наведені у табл. 1.

Виконаний в межах цього дослідження регресивний стан аналіз статистичних даних строків служби залізобетонних автодорожніх мостів Укравтодор базується на вибірці кількістю у 2777 од., що складає 18% від загальної кількості всіх мостових споруд - тобто вибірка є достатньо репрезентативною, щоб результати аналізу технічного стану могли бути інтерпретовані відносно загальної кількості залізобетонних мостів.

Насамперед наведемо розподіл залізобетонних мостів за експлуатаційними станами. Зауважимо, що дійсні реальні цифри можуть дещо відрізнятись від наведених у табл. 2, так як більшість даних АЕСУМ стосується доріг державного значення. Мости на місцевих дорогах складають у вибірці близько 40% , тоді як їх технічний стан є дещо нижчий ніж на дорогах державного значення. Крім того дані, що аналізувались, не містили мостів у

першому експлуатаційному стані. Проте їх кількість незначна і на загальну оцінку технічного стану мостів їх вплив не суттєвий.

Деяка суб'єктивність виноситься в дані АЕСУМ також тим, що експлуатаційні служби призначають обстеження в першу чергу тим мостам, які за результатами періодичних оглядів відносяться службами до категорії низького технічного стану.

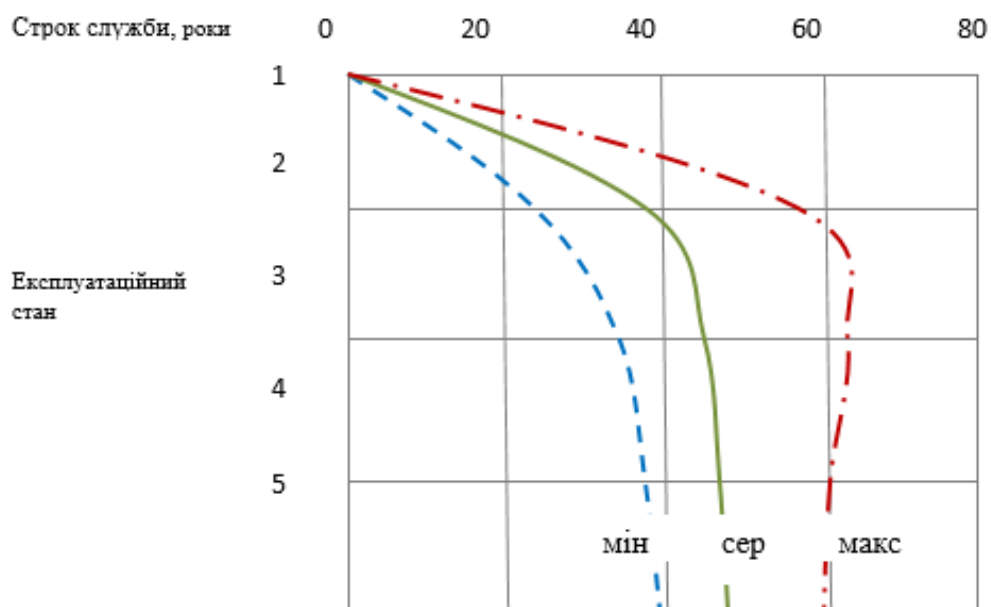


Рисунок 2 – Графіки фактичних середніх строків служби залізобетонних мостів усіх типів

Графіки фактичних середніх строків служби монолітних та збірно-монолітних і збірних мостів мають такий же характер, відрізняються тільки абсолютними значеннями (табл. 3).

Аналіз статистичних даних. Центральним місцем цього дослідження є аналіз отриманих статистичних даних строків служби залізобетонних мостів. У даних, що аналізуються, насамперед, привертає увагу значна різниця між фактичними і декларованими нормативним документом [1] строками служби. Нагадаємо, що згідно з [1] монолітні мости проектується на строк служби 100 років, збірно-монолітні – 80 років, збірні 70 років (зауважимо що декларовані строки служби варто розуміти як мінімальні). Розрив між нормативними і середніми фактичними строками служби монолітних, збірних і збірно-монолітних мостів становить 48 і 35 років відповідно. Очевидно, що такий низький строк служби 86% автодорожніх мостів, у стратегічному плані, виль'ється у майбутньому в тяжкі для країни економічні і соціальні витрати.

Ще більш неочікуваною виявилась фактично форма вікової кривої, яка різко падає після третього експлуатаційного стану (рис. 2). Виявляється, що сьогодні мости, які перебувають в третьому, четвертому і п'ятому станах, практично мають один і той же вік. А це означає дуже високі темпи витрат початкових функціональних характеристик, зниження безпеки експлуатації, різке збільшення фінансування на ремонт. Із іншого боку, ставиться під сумнів чинна нормативна методологія прогнозування залишкового ресурсу елементів споруд, [4].

Причини різкого падіння довговічності залізобетонних прогонових будов після третього експлуатаційного стану є немало. Тут і помилкові проектні рішення, і недосконала технологія будівництва, і специфічні кліматичні умови. Проте головною причиною, на наш погляд, є відсутність дійової системи експлуатації мостів, відсутність регулярних заходів з утримання.

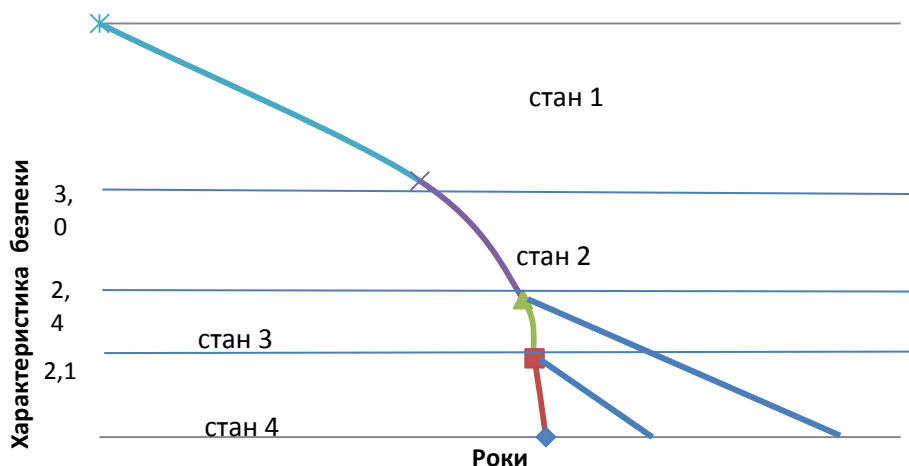


Рисунок 4 – Прогноз залишкового ресурсу за даними станів 3 та 4

1. Дані системи АЕСУМ свідчать про низьку довговічність залізобетонних мостів України, констатується значний розрив між ресурсом декларованим нормативними документами та фактичним. Так середній вік залізобетонних монолітних мостів, що перебувають у п'ятому експлуатаційному стані, тобто мости які вичерпали свій ресурс, складає 50 років, збірно-монолітних 45 років. Значна частина залізобетонних мостів – 76% знаходяться у 3-4 експлуатаційних станах. Оцінка їх залишкового ресурсу, базується на аналізі систем АЕСУМ, складає 2-4 роки. Очевидно, що в умовах відсутності адекватних ремонтних заходів кількості мостів у п'ятому експлуатаційному стані в найближчі п'ять років

буде стрімко зростати. Наше дослідження дає підстави вважати, що основною причиною низької довговічності є відсутність регулярних експлуатаційних втручань.

2. Викликає занепокоєння факт того, що 86% залізобетонних мостів потребують ремонту, 12% з них (1957 од., рис. 1) потребують першочергової реконструкції або капітального ремонту. Фінансування такого великого обсягу ремонтів виль'ється в десятки мільярдів гривень. За нашою оцінкою, тільки на першочерговий ремонт 1957 мостів сьогодні потрібно біля 6,6 млрд грн.

3. Цим дослідженням доведено, що чинна методологія прогнозування залишкового ресурсу мостів потребує оперативного коригування для мостів, які у 3 і 4 станах не мали регулярних ремонтів. Необхідність змін у методології пояснюється так.

У прийнятті за нормативну моделі прогнозування залишкового ресурсу [4], швидкість деградації приймається постійною. У дійсності ж, як видно з даних табл. 4 та рис. 4, у випадку відсутності регулярних експлуатаційних втручань, швидкість деградації, починаючи з третього експлуатаційного стану різко збільшується. Цей факт належить врахувати в АЕСУМ спеціальним додатковим модулем корегування прогнозу при формуванні довгострокових планів фінансування ремонтів мостів.

4. Іншим опосередкованим, проте принципово важливим висновком, є нагальна потреба в чіткому виконанні вимог із строків проведення обстежень мостів [2]. Сьогодні 80% автодорожніх мостів не обстежувались протягом 10 – 15 років, тоді як серед них велика кількість таких, що потребують обстежень кожні два роки. У цих умовах прогнозування ресурсів за моделлю [4] буде мати далеко не реалістичний характер.

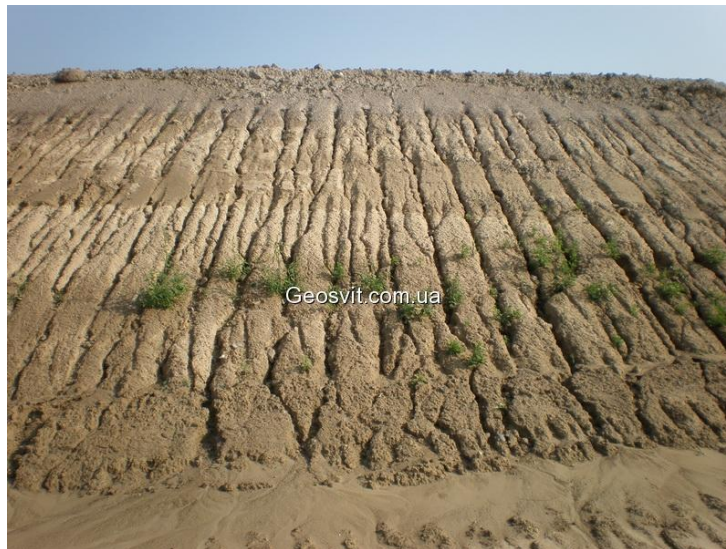
Література

1. ДБН В.1.3-22:2009. Мости та труби. Основні вимоги проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
2. ДБН В.2.3.-6:2009. Мости та труби. Обстеження і випробування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009
3. Лантух-Лященко А.І. Надійність і довговічність мостів. Наукові розробки з нормативного регулювання // Зб. Транспортна академія України: 20 років (1992 – 2012) – К.: НТУ, 2012. – С.39-59.

ЗАПОБІГАННЯ ЗСУВІВ ТА ЕРОЗІЇ ҐРУНТУ, ЯК ОДНІЄЇ З НАЙБІЛЬШ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ СЬОГОДЕННЯ

*Клосовський Р.В., 2Дс-1054, Житомирський
автомобільно-дорожній коледж
Національного транспортного університету
Керівник Кособуцька С.Ф.*

Ерозія ґрунту одна з найбільш важливих екологічних проблем. Деградація або ерозія ґрунтів впливає як на сільськогосподарські так і природні типи рослинності і може розглядатися як одна з найбільш важливих екологічних проблем, сьогодення.



Проблема полягає в розумінні головних факторів, які безпосередньо викликають ерозію, а також визнати, що такі процеси є не тільки фізичними, а й соціально-економічними. Ґрунти піддаються ерозії не тільки за рахунок опадів, а також тому, що дерева на місцевості були вирубані і площа культивується неправильно.

Рослинність є надійним механізмом захисту, які природа створила для захисту ґрунту від ерозії. Іноді, однак, ерозивні сили занадто великі чи рослинність повинна розвиватися у важких умовах і природі необхідно допомогти – в цьому полягає боротьба з ерозією. Найбільш очевидний спосіб, при якому рослинність стабілізує ґрунт є армування кореневою системою рослин. Бічні корені рослин, що переплітаються при рості, як правило, пов'язують ґрунт разом у монолітну масу. Вертикальна коренева

система може проникати через ґрунтовий покрив в міцні шари, що розташовані нижче і тим самим закріпити ґрунт на схилі, підвищуючи його стійкість.

Ерозійні процеси викликані опадами мають глобальне значення, особливо в регіонах, де опади інтенсивні та значні або після весняного розмерзання, коли рослинність ще не проросла. Особливо важливий протиерозійний захист на знову побудованих укосах при швидких темпах будівництва, коли ще не відбулися процеси осадки, консолідації і формування рослинного покриву.

Основними методами боротьби з ерозією є геотехнічні інженерні методи з використанням геосинтетичних матеріалів.

У нашій країні не тільки будуються нові дороги, а й ремонтуються вже існуючі. Так як обсяг робіт величезний, робиться це поступово. Кожна ділянка дорожнього покриття потребує щорічного відходу і ремонту, а після зимового сезону ця проблема стає особливо актуальною. Таким чином, вже після 15-річного експлуатаційного періоду багато дорожні покриття потребують вже не в ремонті, а в повній модернізації та заміні.

Щоб істотно знизити витрати на цей процес, сьогодні використовують якісно нові дорожньо-будівельні матеріали, а також застосовують інноваційні технології. Наприклад, у більшості випадків тепер використовується геотекстиль — сучасний полімерний матеріал. Геотекстильні матеріали чудово справляються з армуючим і розділяє призначенням, оскільки не дозволяють верствам хаотично змішуватися між собою. І таким чином, коли укладається подушка дорожнього полотна, матеріал не просідає.

Геотекстиль має властивості, оберігаючими дорогу як від освіти просідання і деформацій, так і від їх слідства — виникнення ям. Особливо це важливо в тих районах, де такий захист від ерозії — єдиний спосіб зберегти дорожнє покриття. Геотекстиль — матеріал дуже міцний, тому він здатний значно підвищити несучі здібності будь-яких нестійких конструкцій. Використання огрядною сітки або геоматов робить результати будівельних робіт більш ефективними.



Геомат - водопроникний виріб тривимірної структури з полімерного матеріалу, шари якого з'єднані термічним, механічним, хімічним та іншими способами. Геомат - легкий, гнучкий, екологічно чистий сучасний матеріал, що прийшов на зміну важким кам'яним і бетонним конструкціям. Об'ємний геомати випускається в рулонах, може мати різну структуру й, відповідно, використовуватися для різних цілей.

Основне призначення геоматов - захист від ерозії ґрунту. Він застосовується з іншими геосинтетичними матеріалами (геотекстилем, геосіткою, георешітки). У комбінації з геотекстилем утворює просторові стільникові структури для зміцнення несучих конструкцій. Завдяки прекрасним армувальним властивостям тривимірні геомати широко застосовують для закріплення ґрунту. Як ефективний будівельний матеріал, геомати захищають укоси від ерозії і надовго продовжують термін служби створеної конструкції, що дозволяє створювати високотехнологічні конструкції, причому ціна на геомати цілком прийнятна. Їх легко

встановити, для цього не потрібне залучення співробітників з певною кваліфікацією.

Геомати заповнюються ґрунтом на весь обсяг. Проростаючи корінням трав, така конструкція стає ще міцніше.

Хаотична складна структура геоматов добре утримує частинки ґрунту, насіння рослин навіть при впливі атмосферної вологи. Він підвищує зчеплення почвоґрунта, утворюється єдиний моноліт з високим ступенем опірності. Геомати широко використовуються в поєднанні з засівом трав, бітумом, щебенем. Термін їх придатності більше 50 років. Вони прості в установці.

Застосування тривимірних геоматов. Цей геосинтетики вже багато років успішно застосовують для зміцнення ярів, крутих схилів, для запобігання процесів ерозії на берегах водойм, схилах, в руслах річок. Він захищає ґрунт від процесів вивітрювання. Його застосовують для озеленення поверхні, будівництва майданчиків з натуральним рослинним шаром, створення зеленої покрівлі. Матеріал дозволений для пристрою обробки тунелю. Геомати використовують у своїй роботі ландшафтні дизайнери.

Переваги протиерозійних геоматов:

- хімічна нейтральність, нетоксичність матеріалу;
- абсолютно безпечний для навколишнього середовища;
- не гниє, стійкий до ультрафіолету, впливу вогню, води, кислот і лугів, перепадів температури;
- легкий в установці і компактний;
- підтверджена ефективність в експлуатації.

Протиерозійні геомати являють собою структури, утворені трьома шарами поліпропіленових решіток подвійного орієнтування. Сітки накладаються один на одного і скріплюються між собою поліпропіленовою ниткою. Структура отриманого виробу нагадує мочалку, що дозволяє йому закріплювати ґрунт і не перешкоджати при цьому росту рослин. З плином часу коріння рослинності обплітають решітки геоматов, що робить їх структуру ще більш міцною.



Геомат має пористу структуру, яка дозволяє кореневій системі рослин легко проходити крізь матеріал

Властивості матеріалу:

- стійкість до впливу ультрафіолетового випромінювання;
- повне збереження своїх властивостей в морській і прісній воді;
- стійкість до агресивних середовищ;
- не токсичні;
- стійкість до широкого діапазону температур;
- невисокий рівень димоутворення і вогнебезпечності;
- стійкість до впливу мікроорганізмів.

Використання геоматов дозволяє зберігати природний вигляд і характер ландшафту. Матеріал досить простий в монтажі і при необхідності може укладатися навіть у зимовий період. Процес зміцнення схилів проводиться в кілька етапів:

- Вирівнюємо і очищаємо від сміття стінки канави.
- Верхній край першого рулону закріплюємо анкерними болтами в верхній частині схилу.
- Розкачуємо рулон до дна і відрізаємо потрібний по довжині фрагмент.
- Матеріал ретельно розпрямляємо і закріплюємо його нижню частину.
- Наступну смугу покриття укладаємо на першу з нахлестом близько 15 см.

Поверх покладених геоматов насипається шар ґрунту заввишки 3-5 см, в який висіваються насіння рослин. Професіонали рекомендують використовувати таку схему посіву. Дві третини насіння посіяти на відкриту поверхню матеріалу, а третина – на засипану ґрунт. Витрата насіння складає близько 40 г на кв. метр.



Після укладання геоматов та засипки їх ґрунтом потрібно посіяти рослини, коренева система яких зміцнить схили траншеї

Альтернативою геоматів є біомати — полотно з рослинних волокон (соломи, кокосового волокна або їх суміші), укріплених поліпропіленовою або джутовою ниткою . Основною сферою застосування біоматів є захист поверхні від ерозії і відновлення рослинного покриву . Даний матеріал є хорошим первинним захистом від дощу і вітру, крім того, розкладання природних волокон біомату сприяє удобренню ґрунту.

Біоінженерні технології сприяють відновленню стійкості ґрунту і природних біологічних функцій на даній території. **Біосітка** — одна з різновидів біоматів, яка за рахунок підвищених характеристик міцності також може ефективно вирішувати питання армування поверхневого шару ґрунту, схильного до ерозії. Перфоровані дренажні труби з оболонкою з кокосових або текстильних волокон , а також з соломи є прекрасним і недорогим рішенням для осушення схилів і водовідведення.

Однією з незаперечних переваг використання біомату є швидке і ефективне озеленення укріплюваної ділянки. Практика показує, що при дотриманні правил укладання, повне озеленення території настає в середньому протягом 1 місяця .Біомати виготовляються і поставляються в рулонах, що забезпечує легкість укладання матеріалу: досить розкотити рулон по схилу з перекриттям сусідніх шарів, закріпити біомат спеціальними

дерев'яними кілочками з певним кроком, а також при необхідності засівати насінням.



Література

1. ВБН В.2.3.-218-544-2008 "Споруди транспорту. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві. К.: Укравтодор, 2008. – 122 с.
2. Reinforced soil slopes and embankments / Strata Systems Inc., Georgia, USA, 2002, 36 p.
3. DuPont Tygar® SF Geotextile: Technical Handbook / DuPont 05/2002, 64 p.
4. Geotextile filter design, application, and product selection guide / Mirafi, USA, 2005, 12 p.
5. Christopher B., Zhao A., Design manual for roadway geocomposite underdrain systems / Contech Construction Product Inc., 2001, 37 p.
6. Cedergren, H.R., Seepage, Drainage and Flow Nets, J. Wiley and Sons, New York, 1989.
7. Erosion and sediment control / Alaska Highway Drainage Manual, June, 2004, 87 p.
8. Koerner R.M. Designing with Geosynthetics. – New Jersey. 5th, 2005.-796с.
9. www.geosvit.com.ua.
10. www.hydrozahist.com.
11. Виды геосинтетических материалов применяемых при строительстве дорог. Краткое описание, условия применения // Строительство Информационный бюллетень. – 2002. – Режим доступа: http://www.vashdom.ru/articles/trotuar_geo1.htm.

12. Гамеляк І. П. Проблеми використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві та шляхи їх вирішення / І. П. Гамеляк, В. В. Кострицький, Л. Ф. Артеменко // Вісник КНУДТ. – 2009. – № 6. – С. 17-27.
13. Дробишинець С. Я. Геотекстиль у дорожньому будівництві, шляхи використання / С. Я. Дробишинець // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – 2014. – №46. – С. 154-160.
14. Кірічек Ю. О. Із досвіду проектування земляного полотна автомобільної дороги на органогенних глинистих ґрунтах / Ю. О. Кірічек, Ю. Б. Балашова, Н. В. Легка // Вісник ПДАБА – 2011. – №1-2. – С. 63-67.

КОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

*Сокольник А.В. Політехнічний технікум
Конотопського Інституту Сумського
державного Університету
Керівник викладач Мелниченко І.В.*

Міст — штучна споруда, яка з'єднує два пункти на земній поверхні, призначена для руху через річку, яр та інші перешкоди, межами якої є початок і кінець пролітних споруд.

Мости класифікують за такими ознаками: за призначенням; застосованому типу опор і пролітних будов; виду використаного матеріалу; розташуванню рівня проїзду; їх статичної системи; забезпеченості відносно пропуску високих вод і льодоходу; ширині проїзної частини; характеру перетину перешкоди; довжині моста.

За призначенням розрізняють мости [1]: автодорожні — для пропуску всіх видів транспортних засобів і пішоходів, що рухаються по автомобільних дорогах; залізничні — для пропуску залізничних поїздів; міські — для пропуску всіх видів міських транспортних засобів (автомобілів, тролейбусів, трамваїв, метро) і пішоходів; пішохідні — тільки для пропуску пішоходів; суміщені — для пропуску автомобілів і залізничних поїздів; спеціальні — для пропуску трубопроводів, силових кабелів тощо.

За типом застосовуваних опор розрізняють мости: на жорстких опорах, що передають навантаження від пролітних будов

через фундаменти безпосередньо ґрунту і характеризуються відсутністю значних осідань; на плавучих опорах, що передають навантаження на воду (наплавні мости на понтонах або баржах) і мають значні осідання.

За типом взаємного положення пролітної будови і опор в часі розрізняють мости [1]: нерухомі, в яких пролітна будова завжди займає по відношенню до опор незмінне положення; розвідні, в яких для пропуску суден влаштовують спеціальний розвідний проліт шляхом повороту відносно опор у вертикальній площині половин пролітної будови або шляхом підйому пролітної будови на необхідну висоту.

Розвідні мости застосовують, коли неможливо або не економічно підняти рівень проїзду над річкою на висоту, достатню для пропуску суден. Неминучість перерв в русі по розвідних мостах і по річці є їх суттєвим недоліком.

Так статична схема рамного мосту являє собою раму. У рамних мостах прогонові споруди і опори (стояки) жорстко сполучені між собою. Опори рамних мостів сприймають поздовжні зусилля стиску та згинальні моменти, що зменшує зусилля в балках прогонової споруди й дозволяє робити їх меншої висоти.



Рисунок 1 – Рамний міст

Підвісний міст — міст, в якому основна тримальна конструкція збудована з гнучких матеріалів (кабелів, канатів, ланцюгів і ін.). Основні несучі троси (або ланцюги) підвішують між

встановленими по берегах пілонами. До цих тросів кріплять вертикальні троси або балки, на яких підвішується дорожнє полотно основного прольоту моста. Основні троси продовжуються за пілонами і закріплюються на рівні землі. Продовження тросів може використовуватися для підтримки двох додаткових прольотів. Найчастіше висячі мости використовують у випадках, коли потрібно створити надзвичайно довгий міст без встановлення опор.

Розрізняють підвісні мости розпірні, що передають зусилля від вертикального навантаження на ґрунт або стояни, і безрозпірні, в яких розпір (горизонтальну складову зусилля в кабелі) сприймає балка жорсткості [1].



Рисунок 2 – Підвісний міст

Вантовий міст — тип підвісного мосту, який складається з одного або більше пілонів, які сполучені з дорожнім полотном за допомогою прямолінійних сталевих канатів — вантів. На відміну від підвісних мостів, де дорожнє полотно підтримується канатами, прикріпленими до натягнутих уздовж усього мосту тросів, у вантових мостів дорожнє полотно з'єднується безпосередньо з пілоном.

Однією з переваг таких мостів є відносна нерухомість дорожнього полотна, що робить їх придатними для використання у тому числі і для залізничних мостів, вони мають меншу жорсткість у порівнянні з іншими системами мостів.

Популярність залізобетонних мостів пояснюється численними перевагами. Такі капітальні споруди наділені всіма перевагами залізобетону, такими як міцність, стійкість до будь-якого типу

впливів, неவிбагливістю до відходу на відміну від сталевих споруд. Правильне проектування і якісне виконання всіх стадій будівництва мінімізують витрати по утриманню залізобетонної конструкції. Залізобетонні мости мають одну головну особливість - невисокий витрата металу в порівнянні зі сталевими виробами.



Рисунок 3 – Вантовий міст

Залізобетонна конструкція має важливі плюси.

1. Підвищена жорсткість і монолітність - властивості, що забезпечують можливість створити міст за результатами проектування з вигідними схемами як з конструктивної, так і з економічного боку.

2. Можливість застосування доступного будматеріалу, такого як пісок, щебінь, гравій, що істотно прискорює і здешевлює перевезення витратних будівельних речовин.

3. Технологія зведення виробів із залізобетону повністю механізована і здійснюється індустріальними способами.

4. Високі експлуатаційні якості, такі як міцність, надійність, довговічність.

Основними недоліками залізобетонного моста є масивність, висока тепло- і звукопровідність, низька опірність до дії розтягуючих зусиль, ризик розтріскування зовнішніх бетонних шарів через усадки і напруг в залізобетонному матеріалі, що виникають з технологічних причин.

Зупинимось на сучасному будівництві мостів за допомогою машини SLJ900/32 Segmental Bridge Launching Machine [2], яка призначена для зведення найдовших мостів, що складаються з

великої кількості прольотів. На плечі цієї машини перекладена велика частина роботи по переміщенню, установці і закріплення готових сегментів полотна моста на заздалегідь встановлені опори. Слід зазначити, що будівництво моста за допомогою такої машини ще вимагає ручної праці, але його кількість і тяжкість незрівнянно менше в порівнянні з технологіями, які використовувались в минулому столітті.



Рисунок 4 – SLJ900/32

Машина SLJ900 / 32, довжина якої становить близько 91 метр (300 футів), ширина - 7.4 метра (24 фути), висота - 9 метрів і вага - близько 580 тонн, здатна за весь час "її життя" укласти 700-750 прольотів, хоча більш ніж 40 відсоткам примірників таких машин вдавалося укласти і 1000 прольотів, вага кожного з яких становить від 800 до 950 тонн. Згідно з інформацією від видання "Bridge Design & Engineering", такі машини за останні роки набули широкого поширення не тільки в Китаї, але і по всьому світу. Але перші з таких машин створювалися унікальними, орієнтованими на будівництво того чи іншого конкретного споруди. "Перші машини були унікальними, вони мали свою конструкцію, відповідну довжині прольоту моста, радіусу вигину, іншим конструкційним особливостям споруджуваного споруди і особливостям місця будівництва" - розповідають Ябін Лью (Yabin Liu) і Фучунь Юань (Fuchun Yuan).

Література

1. <https://uk.wikipedia.org>
2. <https://www.dailytechinfo.org/auto/7507-mashiny-monstry-slj900-32-100-metrovyy-monstr-kotoryy-pomogaet-lyudyam-stroit-mosty.html>

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ СПОРУДЖЕННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

*Осипчук О.М., 3Дс-1041, Житомирський
автомобільно-дорожній коледж
Національного транспортного університету
Керівник Гладун С.І.*

У сучасних умовах широке застосування інноваційних матеріалів та технологій продиктоване інтенсивним розвитком суспільства і його інфраструктури. Тож і будівництво та ремонт автомобільної дороги сьогодні не може обійтися без впровадження новітніх технологій для вирішення різних проблем, які виникають при будівництві та експлуатації автомобільних доріг.

Головними умовами впровадження таких технологій є:

- економічний фактор – застосування геосинтетичних матеріалів дозволяє істотно знизити капіталовкладення при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг;
- екологічний фактор - використання геосинтетичних матеріалів сприятливе для навколишнього середовища (зменшується витрата природних матеріалів, знижуються обсяги підготовчих геотехнічних робіт і т.д.).

Актуальність впровадження інноваційних геосинтетичних технологій в дорожньому будівництві і природоохоронних заходах сьогодні очевидна і безперечна. Це і континентальний характер клімату окремих регіонів з великим перепадом температур, і наявність територій зі складними геологічними умовами, і сам стан доріг, більшість з яких було побудовано більше 50-ти років тому і розраховано на більш низькі навантаження та інтенсивність руху, і різноманітність ґрунтів (на території України переважають піщані і піщано-мулисті, хрящові, глинисті, галечні, лесові, а місцями кам'яністі; просідаючі ґрунти виявлені майже на 75% території країни).

Проблема підсилення властивостей основ насипів із слабких ґрунтів є однією з найбільш актуальних при спорудженні земляного полотна автомобільних доріг.

Новітні технології зміцнення ґрунтів швидкими темпами входять у практику будівництва автомобільних доріг.

Найбільш поширеним методом зміцнення слабких ґрунтів є армування геосинтетичними матеріалами, тобто використання в ґрунтових конструкціях спеціальних елементів, що дозволяють підвищити механічні властивості ґрунту. Працюючи в контакті з ґрунтом, армуючі елементи перерозподіляють навантаження між ділянками конструкції, забезпечуючи при цьому передачу напружень з перевантажених зон на сусідні недовантажені.

Ці елементи можуть бути виготовлені з різних матеріалів, які працюють на розтягнення - метал, залізобетон, структури зі скляних чи полімерних волокон тощо.

Найбільш придатними для армування ґрунтів є геосинтетичні матеріали, завдяки своїм унікальним властивостям: висока міцність, стійкість до низьких температур і агресивної дії середовища, неохочість до корозії і гниття, низька повзучість (старіння).

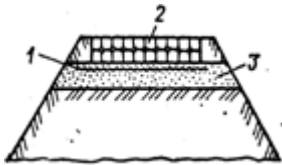
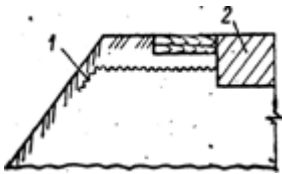
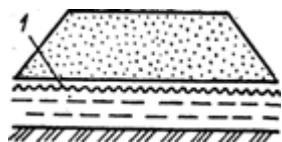
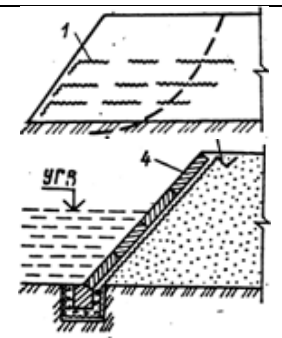
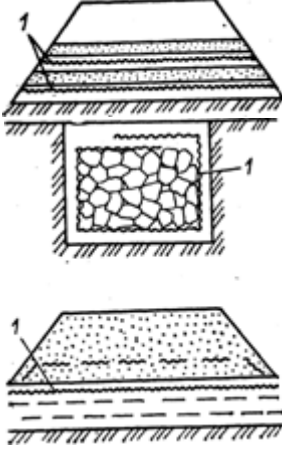
Геосинтетичні матеріали зробили практично «революцію» в дорожньому, цивільному і спеціальному будівництві.

В даний час в світі виготовляється близько 380 різних видів геосинтетичних матеріалів. Їх застосування передбачається в проектах, загальна кількість яких сягнула за 100 тисяч, різних споруд щорічно у всьому світі.

Що ж собою представляють геосинтетичні матеріали? "Геосинтетик (geosynthetic) - загальний термін, що характеризує матеріал, хоча б один з компонентів якого виготовлений з синтетичного або натурального полімеру у вигляді полотна, смужки або тримірної структури, що використовується в контакті з ґрунтом та (або) іншими матеріалами, який використовують у геотехнічних і цивільних будівельних спорудах".

Загальна характеристика основних областей застосування синтетичних матеріалів наведена в таблиці 1.

Таблиця 1- загальна характеристика синтетичних матеріалів та основні функції

Елемент дорожньої конструкції	Який ефект досягається	Схема застосування	Основні функції
Активна зона земляного полотна	Можливість застосування місцевих ґрунтів, збільшення строків служби і підвищення експлуатаційної надійності дорожніх конструкцій		Підсилення ґрунту, запобігання замуленню дренажного шару, підвищення ефективності дренажування, запобігання змішуванню матеріалів
Узбіччя	Підвищення експлуатаційних характеристик і строків служби, скорочення витрат традиційних матеріалів		Підсилення конструкції, запобігання ерозії узбіччя, зменшення вологості верхнього шару земляного полотна
Слабкі основи насипів	Прискорення процесу консолідації ґрунтів, підвищення експлуатаційної надійності, зменшення транспортних витрат при виторфовуванні		Підсилення основи, поліпшення дренажних властивостей, запобігання змішуванню ґрунтів насипу і основи
Укоси	Підвищення загальної стійкості і строків служби, зменшення обсягів земляних робіт та площ відведення земель, захист від водяної і вітрової ерозії та підвищення місцевої стійкості		Армування укосної частини насипу, запобігання ерозії укосу
Дренажі	Можливість будівництва дорожньої конструкції з перезволожених ґрунтів; зменшення об'ємів традиційних дорожньо-будівельних матеріалів і якісних ґрунтів; підвищення строків служби дренажів; підвищення експлуатаційних якостей.		Прискорення процесу консолідації земляного полотна; фільтри; підвищення ефективності дренажування; посилення основи; запобігання змішуванню ґрунту насипу і основи

Примітка: 1 – СМ; 2 – дорожній одяг; 3 – дренажний шар з піску; 4 – бетонні плити

Улаштування прошарків із синтетичних матеріалів дозволяє: зменшити витрати традиційних дорожньо-будівельних матеріалів, обсяги земляних робіт, матеріаломісткість дорожньої конструкції, енерговитрати на будівельних і ремонтних роботах, транспортні витрати; скоротити строки будівництва; підвищити експлуатаційну надійність і збільшити строки служби дорожньої конструкції.

Це досягається за рахунок виконання синтетичними матеріалами таких функцій: розділення, армування, фільтрація, дренажування, створення бар'єру для вологи.

Завдяки виконанню цих функцій синтетичні матеріали забезпечують: посилення дорожньої конструкції завдяки перерозподілу напружень, які виникають під дією навантажень від транспортних засобів і власної маси; прискорення відведення води або зменшення її надходження в дорожню конструкцію; запобігання змішуванню матеріалів контактуючих шарів; запобігання або уповільнення процесу ерозії ґрунтів.

Синтетичні матеріали поділяють на такі види: геотекстилі – тонкі, гнучкі полотна, які отримують шляхом з'єднання волокон або ниток із синтетичної щойно виробленої або вторинної сировини (поліефір, поліамід, поліпропілен і т.п.). До геотекстилів відносяться ткани, неткани, в'язані (плетені) синтетичні матеріали з величиною вічок розміром менше 10 мм; геосітки – ткани і в'язані геотекстилі з розмірами вічок більше 10 мм. Геосітки виготовляються з пошарово переплетених ниток або стрічок. При цьому стрічки розташовуються хрестоподібно і зв'язуються в місцях контактів; георешітки – це плоскі або об'ємні пластикові вироби, які мають відкриту решітчасту конфігурацію, які складаються із регулярно розташованих відкритих вічок, що утворені перехрестям ниток або пучків полімерних матеріалів. На відміну від геосіток вони мають нерухомі вузлові з'єднання, завдяки чому досягається кращий розподіл навантаження між подовжніми і поперечними елементами решіток; геомембрани – тонкі водонепроникні матеріали, які виготовлені з листового пластика або каучуку; геокомпозити – комбінований матеріал, який складається з геотекстилю і георешітки; геотекстилю і геомембрани; геотекстилю, георешітки та геомембрани або в будь-якому іншому сполученні.

Синтетичні полімери додають геосинтетикам специфічні для полімерів позитивні властивості: водо- і морозостійкість,

універсальна корозійна стійкість, мала вага (щільність полімерів близько 1 г/см³), висока міцність на розтягування. Дають можливість: підвищити довговічність конструкцій земляного полотна і дорожніх одягів, підвищити якість робіт, зменшити обсяги переробок (додаткових робіт), підвищити культуру виробництва.

Основні функції геосинтетиків в дорожній конструкції: розділення - геосинтетичне полотно розділяє два різнозернистих шари, завдяки чому забезпечується проектна товщина конструктивних шарів й цілісність конструкції; фільтрування - геосинтетик працює подібно до фільтру пропускаючи воду і затримуючи захоплені фільтраційним потоком ґрунтові частинки від виносу; дренажування - геосинтетик працює як дрена для транспортування водного потоку в ґрунтах малої водопроникності; армування - геосинтетик працює як армуючий елемент в межах ґрунтової товщі чи в комбінації з зернистим або монолітним матеріалом; захищення - геосинтетик використовується як амортизуючий шар між конструктивними шарами для запобігання їх пошкодженню; ізолювання - геосинтетик працює як відносно непроникний бар'єр для рідин і газів; протиерозійний захист - геосинтетик використовують для зниження ерозії ґрунту від атмосферних опадів, водної і вітрової ерозії.

Геосинтетичні матеріали прості у використанні, їх укладання в конструкцію здійснюються розповсюдженими в будівництві машинами і механізмами, мають високу довговічність, компактні при транспортуванні.

Література

1. Кірічек Ю.О., Балашова Ю.Б., Розбицький Б.Л. Підвищення стійкості високих насипів автодоріг у складних інженерно-геологічних умовах // Вісник ПДАБА. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2008. - №4-5. – С.13-17.
2. ВБН. Споруди транспорту. Спорудження земляного полотна автомобільних доріг. ВБН В.2.3-218-171-2002. Видання офіційне. Державна служба автомобільних доріг України. (Укравтодор). Київ.2002.
3. Петрович В.В., Р.О. Корольков Р.О. Рівновага геотекстильного прошарку

в ґрунті з урахуванням технології зведення армованого насипу /Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2004. – Вип. 72. – С. 57–60.

4. Посібник з проектування земляного полотна і дорожніх одягів із застосуванням геосинтетичних матеріалів (доповнення до ВБН В.2.3-218-

544:2008). – К.: Укравтодор, 2008. – 145 с.

5. Бондарева Э.Д., Киселев О.Е., Ладыженский И.С. Опыт проектирования

армогрунтовых конструкций на Санкт-Петербургской КАД // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: НТУ, № 71. – 2004. – С.6-11.

АНАЛІЗ СТАНУ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА ІСНУЮЧИХ ДОРОГАХ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Таран М Кропивницький будівельний коледж
Керівник Ненадович В.В., Аносова З.Б.*

Дорожнє господарство України ререживає сьогодні складний етап розвитку, коли в умовах обмеженого фінансування від переважаючого раніше будівництва доріг, головна увага поступово і неухильно переміщується до експлуатації доріг, ремонту та реконструкції з підвищенням їх технічного рівня та транспортно-експлуатаційного стану [5].

Важливий фактор, який впливає на надійність і довготривалість експлуатації автомобільної дороги є функціонування земляного полотна та дорожнього одягу в періоди значного перезволоження. При недостатньому дренажі ґрунтами земляного полотна вологи, що звільнилася при відтаванні мерзлиз ґрунтів та від опадів може призвести до швидкого руйнування дорожньої конструкції в цілому, якщо водовідвід не забезпечений належним чином. Наслідки проблеми перезволоження автомобільних доріг обумовлюють погіршення якості дорожнього покриття та зменшують терміни експлуатації відремантованих покриттів.

Норми проектування автомобільних доріг при призначенні конструкцій земляного полотна і дорожнього одягу починаються з

дорожньо-кліматичного районування. В основі дорожньо-кліматичного районування зазначені умови зволоження; температурний режим повітря в різні пори року; товщина снігового покриву і глибина промерзання [1].

Основним завданням при реконструкції і ремонті автомобільних доріг є виявлення факторів, які призвели до втрати якісних показників дорожньої конструкції.

Найбільш актуальною є проблема покращення властивостей земляного полотна насипів, які були споруджені із слабких ґрунтів (з вмістом глинистих частинок та чорнозему).

Територія Кіровоградської області характеризується ґрунтами: в північних районах – важкосуглинистими, в південних районах переважають легкосуглиністі, а в Пирідніпрові – легко- та середньосуглиністі [3].

Дорожні одяги можуть мати різноманітні поперечні профілі: безкоритний, серповидний, коритний та напівкоритний, але більшість існуючих автомобільних доріг Кіровоградської області були побудовані влаштовуючи коритний профіль дорожнього одягу з напівприсипними узбіччями, що має ряд переваг та недоліків. Один з яких – це недостатній дренаж води через узбіччя, яка збирається в основі дорожнього одягу і перезволожує земляне полотно.

На вологість земляного полотна впливають також рельєф, рослинність, вітер та інші фактори.

Найбільш актуальною проблемою в дорожньому будівництві є виникнення деформацій та руйнування покриттів дорожніх одягів. Зазвичай найбільшої уваги приділяють технології влаштування шарів дорожнього одягу та впливу навантажень, а також інтенсивності руху транспортних засобів. Більшість наукових статей висвітлюють досягнення вищої якості автомобільних доріг з використанням цементобетонних покриттів, які є більш стійкішими до великих навантажень при будівництві на слабких ґрунтах. Але значний вплив на виникнення деформацій та руйнувань дорожнього одягу дає перезволоженість та недостатня щільність земляного полотна.

Мета даної роботи провести аналіз стану автомобільної дороги та виявити, які чинники впливають на її якість, а також визначити шляхи покращення стану дорожньої конструкції та здешевлення робіт.

Характеристика причин деформацій проводилася на основі визначення фізико-механічних характеристик ґрунту земляного полотна автомобільної дороги. Виконавши огляд дорожньої конструкції було визначено найбільш деформовані місця і виконано відбір проб для проведення випробувань в лабораторії. Проби відбиралися в двох характерних місцях та в трьох точках (праворуч, вісь, ліворуч), відповідно до перпендикулярної осі автомобільної дороги. Дані зразки бралися в робочому шарі земляного полотна на глибині 8,0-9,0 см [2].

Як показано на рис.1, більшість деформацій, які виникли в процесі експлуатації – це вибоїни та колійність дорожнього покриття, в межах яких спостерігається скупчення води.

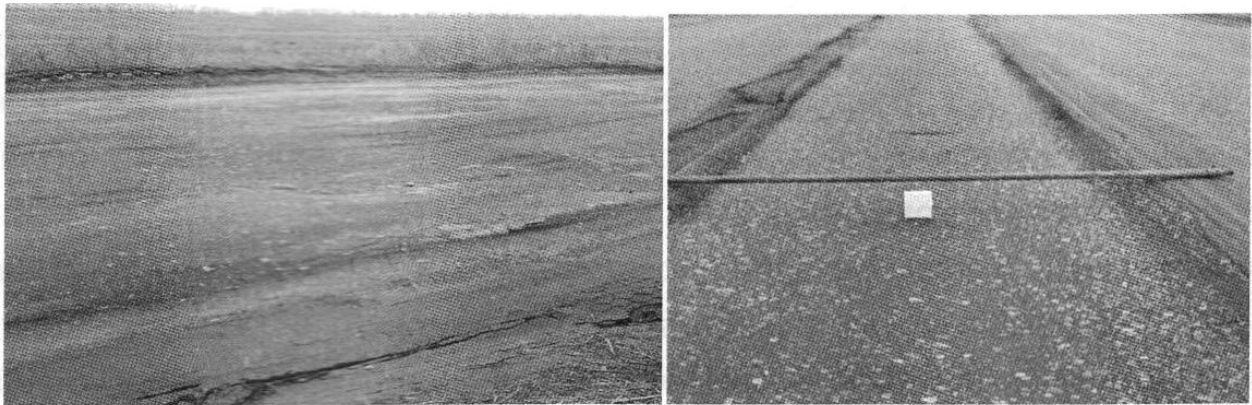


Рисунок 1 – Деформації на автомобільній дорозі

Визначити різновид ґрунту у відібраних зразках дуже складно, тому що за довгий період експлуатації відбулося змішування з мінеральними матеріалами основи конструкції дорожнього одягу, укріплених ґрунтів узбіч і таке ін.

Оскільки вологість є одним з найбільш важливих факторів, що суттєво впливають на деформаційні характеристики ґрунтів земляного полотна та, відповідно, всієї конструкції дорожнього одягу, а також, спираючись на дані науковців, можна констатувати, що підвищена вологість ґрунтів збільшує схильність деформацій до десяти разів. Тому питання оцінки вологості ґрунтів є надзвичайно актуальним, а дану властивість можна визначити найбільш точно в існуючих конструкціях земляного полотна [4].

Результати з визначення вологості відображені у графіку залежності, а також наведені у таблиці 1.



Таблиця 1 – Результати випробувань проб ґрунту

Місце взяття проб	Об'ємна маса вологого ґрунту, г/см ³	Об'ємна маса скелета ґрунту, г/см ³	Вологість ґрунту, %	Оптимальна вологість, %	Коефіцієнт ущільнення
право	1,71	1,39	23,00	18,5	0,82
вісь	1,67	1,34	24,50	18,5	0,79
ліво	1,73	1,43	21,20	18,5	0,85
право	1,72	1,40	22,90	18,5	0,84
вісь	1,72	1,39	23,70	18,5	0,84
ліво	1,72	1,39	23,70	18,5	0,84

Всі взяті проби ґрунту перезволожені та не мають потрібного коефіцієнту ущільнення, в результаті чого не забезпечується необхідна стійкість та несуча здатність дорожньої конструкції.

Таким чином, враховуючи дані лабораторних досліджень, для покращення функціонування дорожньої конструкції, а також для запобігання утворення деформацій після реконструкції та ремонту автомобільної дороги, необхідно виконати деякі конструктивні заходи, які б забезпечили довго тривалість експлуатації автомобільної дороги. Адже сучасна інтенсивність руху та навантаження і від коліс вантажних транспортних засобів, а також умови складної фізико-механічної характеристики ґрунтів призводять до неякісного функціонування конструкції земляного полотна, а саме дренажу води. Також в умовах сучасного будівництва основною із вимог до технологічних рішень є здешевлення робіт. Тому повна заміна верхніх шарів дорожнього одягу і будівництво додаткового дренажного шару в основі дорожнього одягу на всю ширину земляного полотна, враховуючи узбіччя, є не вигідною, так як додатково включаються витрати на демонтаж узбіччя та старого дорожнього одягу.

Отже, основна причина перезволоження земляного полотна – це недостатній дренаж води через узбіччя автомобільної дороги, тобто вода збирається в основі конструкції дорожнього одягу (рис.2). На це впливає ряд факторів, одні з яких – це будівництво коритного профілю дорожнього одягу та використання ґрунтів. Що не є дренуючим. Враховуючи усі умови, необхідно виконати видалення ґрунту узбіччя для заповнення їх дренуючими мінеральними матеріалами, що покращить відвід води від конструкції дорожнього одягу і забезпечить вологість ґрунту близьку до оптимальної.

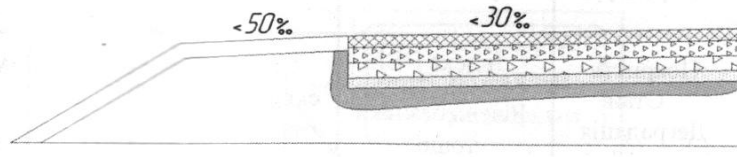


Рисунок 2 – Перезволоження земляного полотна

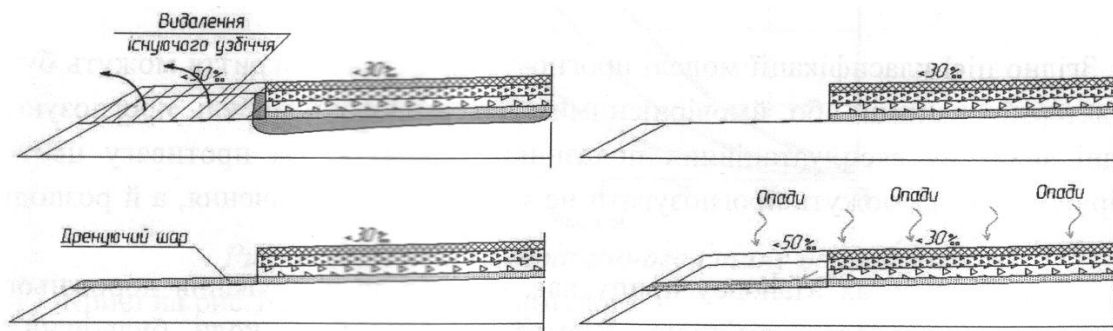


Рисунок 3 – Схема влаштування дренажів узбіччя

Література

1. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
2. ДСТУ Б В.2.1-17:2009 Методи лабораторного визначення фізичних властивостей. – Київ: Мінрегіонбуд України – 2010.
3. Кір'янов М.М., Козир І.А. та інш. Кіровоградська область // Енциклопедія сучасної України: у 30т. / ред.. кол. І.М. Дзюба [та ін.]; – К., 2003. – 2014.
4. Гнездилова С.А. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей. – М., 2010. – 23с.
5. Славінська О.С., Савенко В.Я., Стьошка В.В. Метод оптимізації визначення транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг. Вісник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вип. 26.

ЗМІСТ

Царьова М. ТУНЕЛЬНА ОПРАВА І ГРУНТ	3
Дорожко М., Поваляєв І. АНАЛІЗ РОБОТИ МЕТАЛЕВИХ СТОЯКІВ СКЛАДНОГО ПЕРЕРІЗУ ПРИ ПОЗДОВЖНЬОМУ ЗГИНІ	6
Гуренко В., Тімченко М. АНАЛІЗ РОБОТИ ПІДПІРНОЇ СТІНИ ПРИ ПОЗАЦЕНТРОВОМУ СТИСКУ	14
Деркач Ю. АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВІВ	19
Марчук О. ДЕФЕКТИ ОПОРНИХ ЧАСТИН МОСТОВИХ СПОРУД	23
Протопопова З. ПРИМЕНЕНИЕ ЗД-ПРИНТЕРОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ГРАЖДАНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ	29
Гуленко І. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ТОРКРЕТУВАННЯ ДЛЯ ПІДСИЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	32
Бесараб І. ПИТАННЯ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ СПОРУД В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ ВІД НЕБЕЗПЕЧНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	37
Гіріна К. ЗАСТОСУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ З АРМОВАНОГО ГРУНТУ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ БОРТІВ КОТЛОВАНІВ	43
Колесник В., Нагорный Д. РАСЧЁТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЧЕНИЙ ГЛАВНЫХ БАЛОК РАЗНЫХ ТИПОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SMATH	47
Слюср М. ИСКУССТВЕННОЕ УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ	53
Тагієва А. СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ	58
Первишов І. НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТІВ	64
Нуига Юссеф ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ МАРОККО	67
Дорожко А. РОЗРАХУНКОВІ СХЕМИ ДІАФРАГМОВИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ	72
Іванова Ю. РАЦІОНАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ПІШОХІДНИХ МОСТІВ	80

Батрак А., Матвієнко І. БУДІВНИЦТВО ТУНЕЛІВ ПІД ЗАХИСТОМ ЕКРАНІВ З ТРУБ	86
Трояненко М., Калиновська Я. МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ В МОСТОБУДУВАННІ	90
Марчук А. АНАЛІЗ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК ОСНОВА НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ МОСТІВ	94
Ніколаєнко А. ДЕФОРМАЦІЇ ОСНОВ БУДІВЕЛЬ ПОБЛИЗУ ГЛИБОКИХ КОТЛОВАНІВ І ПІДЗЕМНИХ ВИРОБОК	97
Закржевський М. МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ В МОСТОБУДУВАННІ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ	102
Саган В. ФИЗИЧЕСКИЙ И МОРАЛЬНЫЙ ИЗНОС МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ	105
Новохацький О. ОСНОВНІ ТИПИ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ	109
Сапельник О. ВИДИ УПОРІВ В СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТАХ	113
Мельник А., Сторіжко О. ПОЛЕГШЕНІ БАЛКИ В СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТАХ	117
Федоренко М. 10 НАЙБІЛЬШ НЕЗВИЧАЙНИХ МОСТІВ ТРАНСФОРМЕРІВ	122
Гулага Б. ДЕСЯТЬ МОСТІВ РЕКОРДСМЕНІВ	131
Жиліна К. МІСТ ХАНДЖОУ – НАЙДОВШИЙ МІСТ У СВІТІ, ЩО ПЕРЕСІКАЄ ОКЕАН	136
Приходько Д. НАЙДОВШИЙ МІСТ В СВІТІ ЧЕРЕЗ МОРЕ	139
Мальгівський А., Малярчик В. ЛАЗЕРНЕ СКАНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ	143
Гутченко В. МІКРОСЮРФЕЙСІНГ	149
Пасько І. СУЧАСНА ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ТРІЩИН АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ	153
Крат А. БУДІВНИЦТВО ДОРІГ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ СТАБІЛІЗАЦІЇ ҐРУНТУ	157
Первенець К. БАГАТОФАКТОРНИЙ РЕГРЕСИВНИЙ АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПІШОХОДІВ	161
Дзюба В. ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	166

Нагорна А.	АЛЬТЕРНАТИВНІ МАТЕРІАЛИ	172
	БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	
Григорчук М.	КОМПОЗИТНА АРМАТУРА ДЛЯ	179
	АРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТІВ	
Юхимович С.	ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І	
	ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ	185
	АВТОДОРОЖНИХ МОСТІВ	
Клосовський Р.	ЗАПОБІГАННЯ ЗСУВІВ ТА ЕРОЗІЇ	
	ГРУНТУ, ЯК ОДНІЄЇ З НАЙБІЛЬШ ЕКОЛОГІЧНИХ	192
	ПРОБЛЕМ СЬОГОДЕННЯ	
Сокольник А.	КОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ	199
	НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	
Осипчук О.	ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ	
	МАТЕРІАЛІВ ПРИ СПОРУДЖЕННЯ ЗЕМЛЯНОГО	204
	ПОЛОТНА	
Таран М.	АНАЛІЗ СТАНУ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА	
	ІСНУЮЧИХ ДОРОГАХ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ	209

Збірник наукових праць

Секція

«Мости, конструкції та будівельна механіка»

81-а міжнародна студентська наукова конференція

3-4 квітня 2019 року

Матеріали опубліковано в авторській редакції мовою оригіналу

Відповідальний за випуск В.П. Кожушко
Комп'ютерна верстка

Підп. до друку 25.03.19 Формат 60 x 84/16. Папір офсетний
Гарнітура Times New Roman Суг. Друк цифровий
Умов. друк. арк.13,65 Обл.-вид. арк. 9,93
Зам. № 25/03/19, Тираж 60 прим.

Віддруковано ФОП Крамаренко Ю.М.
Свідоцтво про держреєстрацію АБ №815827
Від 22.03.13р.