

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-  
ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

До друку і в світ дозволяю  
Проректор

Д.М. Клець

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни  
„Іноваційні напрямки технології експлуатації транспортних  
споруд»  
для студентів підготовки – магістр  
галузі знань - 19 «Архітектура та будівництво»  
спеціальності - 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
спеціалізації<sup>1</sup> - «Мости і транспортні тунелі»

Всі цитати, цифровий,  
фактичний матеріал і  
бібліографічні  
відомості перевірені

Затверджено  
Методичною радою  
університету  
протокол № від 201 р.

Укладачі:

С.М. Краснов  
О.І. Безбабічева  
А.В. Ігнатенко

Відповідальний за випуск

Кожушко В.П.

---

<sup>1</sup> якщо програма використовується для підготовки фахівців декількох напрямів підготовки (спеціальностей)  
то перерахувати усі.

## ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Методичні вказівки допоможуть студентам зі спеціалізації «Мости і транспортні тунелі» виконувати завдання практичних занять з дисципліни «Іноваційні напрямки технології експлуатації транспортних споруд», а також розділи у дипломному проекті по кафедрі мостів, конструкцій та будівельної механіки, пов'язані з обстеженнями, випробуваннями та експлуатацією мостів.

Мета занять – набуття практичних навичок виконання робіт пов'язаних з експлуатацією, обстеження і випробуванням мостів. Вміти користуватися основними сучасними приладами і обладнаннями при обстеженні та випробуванні мостів.

Практичні заняття виконуються на основі індивідуального завдання, яке видає студенту або групі студентів викладач. Для проведення практичних занять можливо використовувати натурні об'єкти (мости) або данні обстежень, виконаних лабораторією кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки.

До складу практичних занять входять розділи з порядку обстеження мостів, роботи з вимірювальними приладами, обробці результатів обстежень та основні розрахунки, пов'язані з визначенням вантажопідйомності мостів. Обов'язковим розділом є розділ розрахунків пов'язаних з пропуском по мостах наднормативних навантажень, складання карти пропуску важкого вантажу. При виконанні розрахунків необхідно дотримуватися умов сучасних будівельних норм [1-4] та рішень типових проектів.

При виконанні розрахунків студенти повинні враховувати основні дефекти споруди, виявлені при обстеженні. При виконанні розділу «випробування мостів» студенти використовують данні отримані при випробуванні існуючих мостів (мостів які експлуатуються) або випробування моделей прольотних будов мостів. Для виконання розрахунків необхідно використовувати сучасні програми і програмні комплекси на ПОМ.

Порядок виконання занять:

1. Складання схеми нівелювання. Нівелювання проїзної частини мостової споруди. Обробка результатів нівелювання.

2. Обстеження мостової споруди. Інструментальні обміри основних елементів. Визначення розрахункових характеристик матеріалів прольотних будов і опор.

3. Основні принципи випробування мостових споруд. Робота з приладами для випробування мостових споруд. Проведення випробування на моделі мостової споруди. Обробка результатів випробування. Порівняння результатів випробування з теоретичними розрахунками..

4. Розрахунки прольотних будов на понаднормативні навантаження. Розробка маршруту пропуску понаднормативного навантаження.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1**

### **НІВЕЛЮВАННЯ ПРОЇЗНОЇ ЧАСТИНИ МОСТОВОЇ СПОРУДИ**

#### **Безпека виконання обстежень**

При обстеженні чи випробуванні штучних споруд необхідно дотримуватися вказівок з охорони праці, викладених в нормативних документах з техніки безпеки [5].

Забезпечення вимог охорони праці при виконанні робіт з обстеження і випробування споруд покладається на керівника польових робіт (керівника бригади). До робіт на мосту (шляхопроводі) допускаються особи у віці не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд і вивчили вимоги до безпечного ведення робіт.

До початку огляду й випробування споруд учасники цих робіт повинні бути проінструктовані з техніки безпеки.

У період роботи на мосту (шляхопроводі) особи, що беруть участь у цих роботах, повинні бути в монтажній касці, а при відстукуванні поверхні бетону, деревини і заклепок повинні користуватися запобіжними окулярами.

При виконанні робіт, пов'язаних з пересуванням по воді і поблизу акваторій, працівники повинні бути забезпечені рятувальними засобами, а також знаходитися під наглядом осіб, що

володіють способами порятунку потопальників і вміють надавати їм першу допомогу.

На великих мостах через ріки керівник бригади зобов'язаний до початку робіт перевірити наявність рятувальних засобів — рятувальних кіл, мотузок і т.д. На воді повинен знаходитися черговий човен.

На діючій мережі автомобільних доріг і залізниць огляд і контрольні вимірювання шляхопроводів повинні проводитися з забезпеченням безпеки руху транспорту з установленими швидкостями, при цьому повинні дотримуватися заходи, що гарантують повну безпеку роботи на шляхопроводі.

При роботах на висоті понад 1,5 м і відсутності поручневих огорожень необхідно користуватися запобіжними поясами, випробуваними на міцність 1 раз у 6 місяців. Пояси перед використанням повинні бути ретельно оглянуті керівником робіт і працівником, щоб переконатися в їх справності і наявності оцінки про випробування.

Виконання робіт на споруді при наявності високовольтних ліній електропередач або контактної мережі повинне бути погоджено з організацією, що експлуатує лінію.

Забороняється наближатися на відстань менше 2 м до неогороджених проводів або контактної мережі, що знаходяться під напругою. За цим необхідно стежити при роботах з довгими предметами – штангами, рейками, прутами, відрізками дроту і т.д.

Забезпечення безпечних умов робіт із влаштування риштувань, підвісних кошиків, драбин і інших пристосувань для проведення оглядів споруд, а також забезпечення міцності і надійності цих пристосувань покладаються на керівника дорожньої організації, що веде роботи з його утримання.

### **Оснащення для польових досліджень матеріалів і конструкцій**

Перед початком робіт з обстеження необхідно скласти перелік обладнання, який повинен включати:

- рулетки: 1 м, 3 м, 5 м, 50 м, лазерний дальномір;
- штангенциркуль;

- набір щупів;
- молотки для відстукування масою 0,2 кг;
- збільшувальна лупа, мікроскоп, бінокль;
- гідрометрична вертушка, мірні вішки, висок;
- нівелір, теодоліт, інвентарні рейки;
- цифровий фотоапарат (при необхідності відеокамера);
- човен гумовий;
- допоміжний інструмент;
- планшет, олівець, ручка;
- робочий одяг, сигнальні жилети, монтажні пояси, каски, ліхтарики;
- аптечка.

### **Інструментальна зйомка. Цілі, вимоги, форма представлення результатів**

При зйомці профілю проїзної частини, поясів балок і ферм необхідно користуватися нівелірами, а при зйомці їхнього плану – теодолітами [6].

Нівелювання проїзної частини ведеться уздовж осі по точках, що дозволяє одержати всі характерні зміни профілю, у тому числі на опорах і середині прогону. На підходах до моста варто нівелювати ділянку довжиною 20 - 25 м, що визначає плавність сполучення моста з насипом. Поперечний профіль проїзної частини знімається в характерних перерізах по трьох точках (біля бордюрів і по осі) (рисунок 5.1). Для визначення ділянок з накопиченням води та сміття на проїзній частині моста бажано скласти сумісний план ухилів (рис. 2).

Поздовжній профіль прогонових будов слід знімати по поясах балок і ферм у точках, розташованих у перетинах по осях вузлів ферм, поперечних балок, зв'язків і діафрагм, в опорних перерізах і середині прогону.

Масштаб:  
горизонтальний 1:500  
вертикальний 1:10

		Вісь опору № 1			Вісь опору № 2			Вісь опору № 3			Вісь опору № 4		
№ точок		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Відмітки по осі моста (умовні)	18 березня 1979 р.	130,0	140,0	170,0	155,0	155,0	165,0	175,0	165,0	150,0	130,0	130,0	
	26 червня 1977 р.	150,0	180,0	170,0	170,0	155,0	180,0	175,0	175,0	150,0	145,0	140,0	
Відстані, м		7	3	7,03	7,03	11,1	11,1	7,03	7,03	3	7		
Ухили, ‰		1,4	10	2,7	0	0,9	0,9	7,4	0,7	0,7	0		

Переріз в точці №3

		4‰		10‰	
№ точок		1а	1	1б	
Відмітки		169,6	170,0	166,5	
Відстані, м		3,5		3,5	

Переріз в точці №6

		16‰		12‰	
№ точок		2а	2	2б	
Відмітки		159,4	165,0	160,8	
Відстані, м		3,5		3,5	

KOJ

Рисунок 1 - Нівелювання проїзної частини

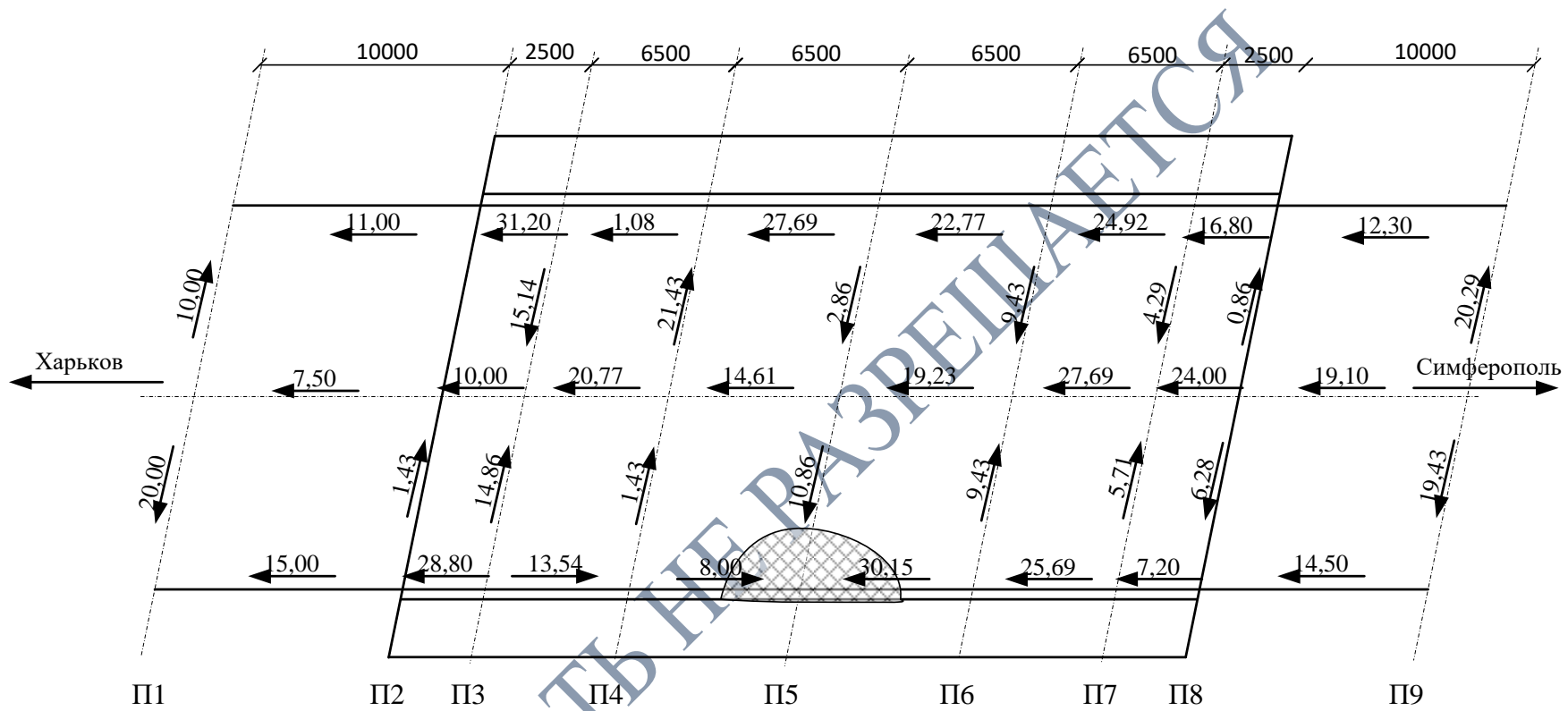


Рисунок 2 – Сумісний план нівелювання проїзної частини моста (ухили вказані у ‰)

У залізобетонних бездіафрагмових прогонових будовах нівелювання балок ведеться, як правило по таких точках: в опорних перерізах, середині і чверті прогону. У виняткових випадках, коли неможливо виконати зйомку головних балок прогонових будов через складність доступу до них, нівелювання ведуть по марках, встановлених на бордюрі. Така зйомка дає непряме представлення про провисання (або вигин) прогонових будов.

Ферми з їздою поверху і балки суцільного перерізу рекомендується нівелювати по нижньому поясі, а ферми з їздою понизу - по верхньому і нижньому поясах, у всіх випадках прикладаючи рейки вертикально до горизонтальних поверхонь поясів. При цьому необхідно робити виправлення у відліках на різницю товщини поясу в різних перерізах по довжині прогону.

Зйомку плану варто робити за допомогою нівелювання рейок, розташованих горизонтально, по тих же точках, що і при зйомці поздовжнього профілю. Рейки прикладаються до вертикальної стінки біля поясів. У відліках по рейці також враховуються зміни товщини стінки по довжині прогону.

Положення опор: висотне - необхідно фіксувати нівелюванням верху підферменної площадки, у плані - виміром відстані від осі опори до осі моста, між осями опор і між осями колон і стійок опори; у вертикальній площині - виміром кута відхилення опор від вертикалі уздовж і впоперек моста.

Нівелювання варто вести по марках, що закладається на верхніх гранях ригелів або підферменних площадок. Точки нівелювання повинні бути відзначені фарбою при першому обстеженні і рейку необхідно ставити щоразу на ці ж точки.

Відхилення опор від вертикалі попередньо потрібно визначати по схилі. Дійсний кут нахилу опори необхідно визначати за допомогою теодоліта, встановленого уздовж граней опори. Площина візування повинна бути вертикальною.

По рейках, прикладених горизонтально до граней опори вгорі і внизу роблять відліки.

Всі відмітки нівелювання необхідно обчислювати кожного разу від одного постійного репера, що повинен бути встановлений поза межами споруди в період будівництва або перед обстеженням



споруди. Репер може мати абсолютну відносну або (умовну) оцінку.

Геодезичні роботи повинні проводитися фахівцями з дотриманням усіх вимог роботи з геодезичними інструментами. Кожна зйомка проводиться не менше 2 разів (при різному рівні інструмента – нівеліра і теодоліта) по тим самим точках і за остаточний результат приймають середні арифметичні значення вимірів.

Місця встановлення рейок повинні бути зафіксовані на конструкції (відзначені фарбою або іншим способом). Перед проведенням робіт необхідно очистити ці місця від бруду.

При зйомках і вимірі варто фіксувати умови погоди, температуру повітря і матеріал конструкції, а також тип застосованого інструмента для вимірів, його точність, місця вимірів і встановлення рейок і ін.

Вимірювання рекомендується виконувати в несонячний час, коли освітленість і нагрівання всіх конструкцій практично однакові.

Результати вимірювань при геодезичних роботах повинні бути представлені графічно з нанесенням також результатів, отриманих попереднім обстеженням.

### Питання для самоперевірки

1. У якому році допускаються особи до роботи на мосту (шляхопроводі)?
2. Які засоби індивідуальної безпеки використовують при обстеженнях мостів?
3. Які рятувальні засоби використовуються при роботі на воді?
4. Яке оснащення використовується при обстеженні мостів?
5. Які прилади використовують для виконання нівелювання проїзної частини?
6. З якою метою будують поздовжні і поперечні профілі проїзної частини?
7. З якою метою будують сумісний план нівелювання проїзної частини моста?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

# ОБСТЕЖЕННЯ МОСТОВОЇ СПОРУДИ

### План виконання обстеження

#### 1. Збір даних в організації, що експлуатує споруди

Ведення технічної документації на штучні споруди є складовою частиною технічного обліку автомобільних доріг і штучних споруд на них. В дорожньо-експлуатаційних організаціях в обов'язковому порядку повинна зберігатися вся технічна документація, яка передається замовнику при здачі в експлуатацію споруди, закінченої будівництвом, реконструкцією чи ремонтом, а також документи спеціальних оглядів і випробувань.

Перед початком обстеження чи випробування споруди після укладання договору на виконання робіт у замовника необхідно вимагати надання наступної технічної документації:

- акти прийомки комісією закінченого будівництвом, реконструкцією чи ремонтом об'єкту;
- виконавчі креслення;
- акти на приховані роботи;
- журнали на виконання робіт;
- сертифікати на головні матеріали;
- технічні звіти і висновки з обстеження і випробування, а також акти обстеження, складені в надзвичайних випадках (аварійні ситуації тощо).

Додатково, крім переліченої вище документації треба вимагати документацію, яка ведеться в процесі експлуатації споруди:

- паспорт на споруду;
- карточка на споруду;
- книга штучної споруди (для великих мостів);
- поєднаний по роках профіль промірів підмостового русла (з позначенням лінії максимально допустимого розливу – для великих мостів);
- графіки коливання високих вод і горизонти високого льодоходу (для великих мостів);
- журнали промірів підмостового русла навколо проміжних

опор (для великих і середніх мостів);

- загальний журнал штучних споруд на середні і малі мости.

При відсутності технічної документації на споруду замовник повинен в договорі передбачити виконання необхідних робіт для її відновлення чи доповнення.

## *2. Збір даних в організації, що проектувала міст*

При відсутності в експлуатуючій організації технічної документації на споруду необхідно зробити офіційний запит до проектної організації, в архіві якої може зберігатися технічний проект на дану споруду. Крім технічного проекту в проектній організації можна підібрати типові альбоми, згідно яких запроектована дана споруда.

## *3. Збір даних в підрозділах гідро-метеорологічної служби*

При обстеженні підмостового русла необхідно взяти для роботи дані водозабірних постів, які встановлюють такі параметри режиму водної перешкоди:

- напрям та швидкість течії під час повеней і при рівні меженних вод (РМВ);
- рівні води під час повеней та при РМВ;
- інтенсивність льодоходу;
- наявність підпору;
- зміни цих параметрів в ході експлуатації споруди;

Важливою інформацією, яку може надати метеорологічна служба, є коливання річних температур в найбільш теплу і холодну пору року, а також середня річна температура повітря для даної місцевості, що є необхідним для розрахунку переміщень рухомих опорних частин споруди.

## *4. Збір даних в органах ДАІ МВС України*

Безпека руху автомобілів на мостах, шляхопроводах, естакадах, а також під шляхопроводами є важливим елементом в експлуатації споруди, який вимагає звертати на себе увагу під час обстеження. Інформацію про інтенсивність дорожнього руху на даній ділянці дороги, про дорожньо-транспортні пригоди на споруді чи під спорудою, про погіршення умов безпеки руху необхідно брати в

органах ДАІ МВС. До початку проведення обстеження чи випробування Замовник повинен сповістити працівників ДАІ про перекриття руху, особливо на важливих напрямках з інтенсивним рухом.

### **Програма польових робіт**

Огляд споруди необхідно проводити за складеною заздалегідь програмою, якою визначається об'єм робіт, необхідні інструменти і прилади, спосіб доступу до конструкцій, що розташовані над водою або на висоті більше 2-х метрів.

Складаючи програму, треба вважати на те, що малі та середні мости не мають оглядових пристроїв. Тому програмою огляду передбачається виготовлення спеціальних риштувань або оренда мобільних оглядових пристроїв на автомобільному ході чи на плавзасобах. Для огляду конструкцій шляхопроводів через залізницю можна скористатися інвентарними оглядовими пристроями на залізничній платформі.

Міст та мостовий перехід розглядаються як система з семи груп конструктивних елементів:

- елементи проїзної частини;
- елементи прогонової будови;
- опори та опорні частини;
- фундаменти;
- підмостове русло;
- регуляційні споруди;
- підходи.

Під час огляду та інструментальної зйомки проїзної частини встановлюються відповідні дорожні знаки та тимчасові огорожі.

### **Оснащення обстеження**

#### *1. Технічне оснащення діагностики споруд. Методи діагностики*

Використання сучасного діагностичного обладнання дозволяє максимально повно і об'єктивно оцінити реальний стан конструкцій та їх елементів, що дає підставу для більш обґрунтованого

прийняття рішення щодо ремонту чи припинення подальшої експлуатації споруди.

Діагностичні прилади, крім традиційних візуальних обстежень дають змогу ефективно і швидко визначити фізико-механічні характеристики матеріалів обстежуваних конструкцій. Методи сучасної діагностики дозволяють визначати:

- глибину і величину карбонізації бетону;
- вміст хлоридів в бетоні;
- місце розташування і діаметр арматури, товщину захисного шару;
- ймовірність та інтенсивність корозії арматури;
- поверхневу міцність бетону;
- водонепроникність бетону;
- товщину металевих елементів конструкцій;
- товщину захисного покриття металевих конструкцій;
- оглядати конструкції у важкодоступних місцях;
- реєструвати напруження у найбільш характерних перерізах конструкцій;
- реєструвати сигнали акустичної емісії;
- визначати динамічні характеристики конструкцій.

Застосування сучасних методів технічної діагностики значно збільшують об'єм інформації про споруду, яку можна отримати за результатами обстеження.

Магнітний метод визначення положення та діаметру арматури (прилади ИЗС, СМ-52) базується на взаємодії електромагнітного поля приладу зі сталеву арматурою залізобетонної конструкції. Товщину захисного шару бетону і розташування сталеві арматури у конструкції визначають на базі встановленої залежності між показниками приладу і зазначеним параметром конструкції, що контролюється.

Метод прямої потенціометрії застосовують при виконанні вимірювання вмісту хлоридів у бетоні за допомогою комбінованого іоноселективного електроду. Метод використовує реактиви не шкідливі здоров'ю людини і навколишньому середовищу (прилад CL-2000). Метод вимірювання вмісту хлоридів у бетоні застосовувати у лабораторних та польових умовах. Устаткування компактне і не вимагає енергопостачання та спеціалізованого

приміщення.

Метод визначення карбонізації бетону поширюється на важкі бетони, що виготовлені на портландцементі, який не містить добавок і застосовується для залізобетонної монолітної чи збірної конструкції мостової споруди на автомобільних дорогах загального користування (прилад Carbodetect).

Метод вимірювання ймовірності корозії арматури визначає питомий електричний опір поверхні залізобетонного елемента мостової споруди. Вимірювання питомого електроопору бетону визначає ризик появи корозії арматури, оскільки зменшення електричного опору бетону збільшує ймовірність появи корозії (прилад Resi).

Метод вимірювання корозії арматури визначає корозійно-активні зони по всій поверхні залізобетонного елемента. Метод визначає різницю потенціалів між двома електродами системи “арматура-електролітичне середовище” залізобетонної конструкції моста (прилад Canin).

Метод вимірювання повітряної проникності бетону неруйнівним способом базується на застосуванні вакууму. Основна особливість методу – автоматичне визначення коефіцієнту проникності „кТ”, при цьому вологість – головний вплив на проникність, компенсується додатковим вимірюванням електричного опору бетону „ $\rho$ ” (прилад Torrent).

Метод вимірювання товщини елементів базується на використанні ультразвукової хвилі, яка проходить через матеріал елемента і відбивається від його поверхні. Прилад за швидкістю проходження хвилі крізь матеріал елемента протарований для сталі. Використання таблиці-гамми перехідних коефіцієнтів дозволяє вимірювати товщину широкого кола металів і пластиків (прилад Audit 105).

Метод вимірювання товщини захисного покриття металеві конструкції моста базується на застосуванні радіохвильового методу контролю діелектричних матеріалів (прилад Eban 1000).

Для визначення поверхневої міцності бетону в польових умовах можна використовувати еталонні молотки Фізделя, Кашкарова, прилад Польді-Вайцмана, склерометр Шмідта, анкерне пристосування для визначення міцності бетону методом

висмикування, пристрій для визначення міцності бетону методом відриву, пристрій для сколювання ребра конструкції, ультразвукові методи.

Метод акустико-емісійного діагностування технічного стану мостів при статичних випробуваннях дозволяє виявляти, визначати координати та проводити спостереження за джерелами акустичної емісії, що пов'язані із розвитком тріщин в контрольованих об'єктах (програмно-технічний комплекс АКЕМ).

Метод визначення динамічних характеристик прогонових будов і елементів конструкцій споруд дозволяє визначити частоти та форми коливань, величини експериментального динамічного коефіцієнта (програмно-технічний комплекс FREQ).

Тензометричний метод для визначення деформацій і напружень в характерних перерізах елементів конструкцій під час статичних і динамічних навантажень споруди (ЦТК, тензостанції, механічні тензометрії, тензометричний комплект фірми „НВМ”).

## *2. Оглядові пристрої*

При відсутності оглядових пристроїв (як правило це має місце на малих і середніх мостах) необхідно передбачати використання допоміжних оглядових пристроїв. Ними можуть бути драбини, стрем'янки, риштування, спеціальні оглядові пристрої на базі автомобілів. При відсутності мобільних оглядових пристроїв у виконавця до проведення обстеження необхідно погодити це питання із замовником, щоб перед початком робіт уникнути затримки.

Обстеження мостів, які мають високовольтні лінії або контактні проводи залізничних підвісок (шляхопроводи через залізничні колії), проводиться за узгодженням з власником енергосистеми, дистанцією дороги і оформлюється спеціальним документом на відключення системи та закриття перегону на час огляду. Якщо обстеження буде виконуватись в судноплавних руслових прогонах, необхідно повідомити берегову охорону.

За результатами обмірів споруди виконується комплект обмірних креслень чи поновлюються дані в комплекті виконавчих креслень. В графічний матеріал, виходячи з програми і об'єму обстеження, входять:

- поздовжній розріз та фасад споруди;
- план проїзної частини, балок, опор, фундаментів;
- поперечні розрізи, креслення проміжних опор і устоїв;
- поздовжній і поперечні профілі проїзної частини моста і підходів до нього;
- схема будівельних підйомів і плани поясів ферм та головних балок прогонових будов моста;
- схеми розташування (і головні розміри) дефектів і пошкоджень прогонових будов і опор.

## Дані дефектів споруди

### *1. Дані дефектів комплексу проїзної частини моста*

При огляді мостового полотна визначаються стан настилу або покриття, сполучень моста з підходами і прогонових будов між собою, водовідведення і гідроізоляції, тротуарів, перильного огороження, приладів сигналізації, дорожніх знаків і розмітки, ліній освітлення і інших комунікацій, розміщених на мосту.

Під час огляду мостового полотна необхідно приділяти увагу забезпеченню нормального пропуску автомобілів з установленою швидкістю і безпечного руху пішоходів. Забезпечення нормального пропуску автомобілів з установленою швидкістю визначається:

- рівністю покриття (заміри зазорів під трьохметровою рейкою згідно з [3];
- станом покриття (наявність ямковості, поздовжніх і поперечних тріщин, хвиль і напливів);
- достатністю габариту проїзної частини;
- станом огороження проїзної частини;
- наявністю дорожніх знаків згідно затвердженої схеми організації дорожнього руху.

В асфальтобетонному і цементобетонному покриттях слід виявляти: тріщини і нерівності, місця скупчення води на проїзній частині, руйнування покриття з оголенням захисного шару і його арматурної сітки, порушення поздовжнього і поперечного ухилів на проїзній частині, потовщення покриття у разі укладання нових шарів без зняття старих.

При осіданні насипу в місцях сполучення моста з підходами



необхідно виявити їх розмір і визначати причини появи. Дефект може бути виявлений як зовнішнім оглядом так і розкриттям насипу або лабораторною перевіркою характеристик ґрунтів.

Осідання можуть з'явитися через відсутність перехідних плит, зсув перехідних плит або їх руйнування, а також внаслідок перезволоження або розмиву ґрунту насипу, наявність в насипі недренуючого або слабоущільненого ґрунту.

В зоні деформаційних швів необхідно виявляти характер і причини руйнування покриття по кромках прогонових будов.

При огляді тротуарів, перил, захисних огорожень звертати увагу на стан тротуарних плит, блоків і вузлів кріплення поручнів і захисних огорожень до плити проїзної частини. В місцях закладення стійок перил і захисних огорожень, а також в тротуарних плитах необхідно виявляти відколи, тріщини і руйнування бетону, а також проломи в самій плиті. Крім того, слід перевіряти вертикальність, безперервність і повноту заповнення перильного огороження, а також забезпеченість відведення води з покриття тротуарів і з тротуарних блоків.

В захисних огороженнях необхідно перевіряти їх прямолінійність, виявляти місця відриву горизонтальних елементів від стійок, пошкодження огорожень в результаті механічних дій.

Визначити стан і функціонування системи водовідведення: виявляти місця накопичення води на покритті і ділянки з ухилами покриття, що не забезпечують стік води і її скидання, місця засмічення або руйнування системи водовідведення, загальну забрудненість покриття проїзної частини, а також достатність довжини трубок для відведення і скидання води за межі конструкції.

Забезпечення гідроізоляції несучих конструкцій встановлюються перевіркою:

- 1) відповідності поздовжніх і поперечних ухилів покриття проїзної частини і тротуарів вимогам [1, 2];
- 2) наявності і стану водовідвідних трубок;
- 3) наявності місць застоїв води на проїзній частині і тротуарах;
- 4) стану деформаційних швів;
- 5) наявності слідів просочування води знизу плити проїзної

частини і тротуарів;

б) наявності забруднення верху опор і опорних частин.

Стан гідроізоляції встановлюється за зовнішніми ознаками плити проїзної частини і, при необхідності, шляхом її розкриття у вибіркових місцях.

Характерні місця порушення гідроізоляції знаходяться, як правило, біля трубок водовідводу, під тротуарами, біля бордюрів і деформаційних швів, біля швів об'єднання збірних елементів плити і деформаційних швів.

При виявленні пошкодження гідроізоляції проїзної частини мостів і шляхопроводів із попередньо напруженою арматурою, розташованою у верхній частині плити, для усунення дефектів слід вживати негайних заходів, аж до закриття руху.

В деформаційних швах, якщо їх конструкція доступна для обстеження, слід перевіряти загальний стан, забезпеченість вільного переміщення кінців прогонових будов при зміні температури і дії тимчасових навантажень, плавність сполучення деформаційних швів з покриттям проїзної частини, роботу системи водовідведення в межах шва.

В швах закритого типу необхідно перевіряти герметичність шва (вода з проїзної частини не повинна потрапляти на опори через шов), стан мастики і компенсатора, а також забруднення зазору.

Тріщини в покритті над швом або випинання асфальтобетону свідчать про недеформативність заповнення або забруднення зазорів шва.

Якщо шов влаштований з розривом асфальтобетону над ним, слід перевіряти також стан крайок шва і прилеглих ділянок покриття, облямівок і гумових вкладишів.

В швах відкритого типу слід перевіряти цілісність конструкції шва, якість кріплення елементів, стан металу ковзних листів, облямівок, облаштувань водовідведення, правильність сполучення горизонтальних листів шва з покриттям проїзної частини. При огляді швів необхідно виявляти такі дефекти, як обрив перекриваючого (ковзного) листа, корозію сталевих елементів, забруднення лотків, руйнування сталевих облямівок, порушення водовідведення.

В шарнірному сполученні температурно-нерозрізних прогонових будов слід перевіряти герметичність і стан конструкції проїзної частини над опорою; ознакою порушення нормальної роботи цієї зони є тріщини або виколи покриття проїзної частини, а ознакою порушення герметизації – зволоження нижньої поверхні плити проїзної частини.

Ознаками аварійного стану мостового полотна є:

- наявність сітки тріщин в плиті проїзної частини, що “дихають” під рухом автотранспорту;
- наявність проломів плити;
- наявність прогинів тротуарних консолей в монолітній залізобетонній плиті прогоновій будови;
- наявність тріщин в корені консолі тротуарної плити понизу (в стиснутій зоні);
- зруйноване кріплення перильного огородження;
- відхилення перильного огородження від вертикального положення;
- зміщення тротуарних блоків з утворенням консолей більших від проектних.

При виявленні аварійної ситуації заходи з обмеження руху приймаються негайно експлуатаційною організацією.

Огляд проїзної частини проводиться в сигнальних жилетах, з огородженням місць проведення робіт в разі необхідності.

## *2. Дані оцінки дефектів залізобетонних споруд*

При огляді залізобетонних, бетонних і кам'яних прогонових будов варто перевіряти стан несучих конструкцій, правильність сполучення збірних елементів і опирання прогонових будов на опорні частини, виявляти місця зволоження і забруднення несучих елементів, ушкодження бетону й арматури, а також видимі неозброєним оком загальні деформації – провисання головних балок, зміщення і вигини з вертикальної площини несучих елементів [1, 2, 3, 7, 8].

В усіх випадках необхідно звертати увагу на ділянки бетонної поверхні з плямами іржі, що вказує на порушення водонепроникності бетону або на недостатній захисний шар арматури. Такі ділянки – джерела руйнування бетону внаслідок

корозії арматури.

Особливу увагу варто звертати на тріщини, що з'явилися, у бетоні і кладці, а при виявленні тріщин з'ясувати причину їхнього утворення і характер розвитку. Необхідно мати на увазі наступні обставини:

- усадочні тріщини з'являються в період твердіння бетону і, згодом стабілізуючись, носять безладний характер;

- температурно-усадочні тріщини виникають на границі зіткнення матеріалів (бетонів) з різними коефіцієнтами лінійного розширення. Вони змінюють своє розкриття у визначеному діапазоні (у залежності від коливань температури) і, як правило, з часом вони розвиваються дуже повільно;

- силові тріщини утворюються від впливу силових факторів і можуть розвиватися в часі з різною інтенсивністю. Як правило, вони розташовані нормально до дії сили в розтягнутій зоні і паралельно або під кутом у стиснутій.

Досліджуючи тріщини, необхідно враховувати, що усадочні і температурно-усадочні можуть впливати в основному на довговічність конструкцій, а силові – як на довговічність, так і на вантажопідйомність.

Для перевірки якості бетону конструкції варто визначати його щільність або міцність, використовуючи для цього: еталонні молотки (типу молотка Кашкарова), склерометри (типу Шмідта) ультразвукові прилади (УК 14П) і ін. Для більш точного визначення міцності бетону необхідно вирізати зразки з конструкції.

Приховані дефекти поблизу поверхні такі, як пустоти, відшарування бетону чи дуже слабкий бетон можуть бути виявлені шляхом відстукування поверхні бетону тим же молотком. Щільний бетон видасть дзвінкий звук, а із зазначеними дефектами – глухий.

### *3. Дані оцінки корозійних пошкоджень металевих конструкцій мостів, елементів металевих ферм*

При огляді несучих конструкцій металевих і сталезалізобетонних прогонових будов варто перевіряти стан елементів конструкцій, захисних покриттів (фарбування) і металу елементів, прикріплень і стиків, а також стан зварних швів і

навколошовної зони, заклепкових і болтових з'єднань [4, 5, 7, 21].

Необхідно звертати увагу на місця, де найбільш ймовірно скопчення бруду і води і можливе пошкодження металу корозією: корито – і Н – подібні елементи, де відсутні дренажні отвори або вони розташовані на великій відстані один від одного; опорні ділянки конструкцій (поперечні балки, зв'язки і пояси), де можливе скопчення бруду і води в результаті незадовільної роботи деформаційних швів; місця, де вода через шви між залізобетонними плитами проїзної частини, вікна замоноличування плит, тріщини в плиті стікає на металеві елементи.

У основному металі і зварних швах варто виявляти тріщини, що утворюються в результаті перенапруження металу в місцях концентрації напружень розтягу, залишкових напружень від зварювання, а також у результаті холодноламкості металу при низьких негативних температурах і його старінні. Такі тріщини можуть бути виявлені переважно в місцях з різкою зміною перерізу (наприклад, місця обриву листів, кінці швів і накладок, біля заклепкових отворів), у місцях примикання ребер жорсткості, діафрагм, фасонок, у зоні зварних швів з дефектами у навколошовній зоні, а також в місцях підрізу металу.

#### *4. Дані дефектів і пошкоджень фундаментів*

При огляді опор необхідно перевіряти стан видимої частини фундаменту, підводної і надводної частини тіла опори і підферменників, перевіряти положення опори у вертикальній площині і її висотні відмітки, а також якість робіт з утримання опори (забруднення горизонтальних ділянок, наявність водозливу) [4, 5, 7, 21].

В опорах і фундаментах насамперед варто звертати увагу на щільність і міцність бетону або кладки масиву, великі тріщини в масивних частинах, тріщини і якість бетону у швах замоноличування блоків і тріщини в залізобетонних елементах. Крім того, необхідно перевіряти стан поверхні опори, виявляючи її пошкодження від вивітрювання або механічних впливів – раковини, відколи, каверни, стирання, вилуговування бетону. Небезпечним дефектом в опорах варто вважати низьку якість бетону і його руйнування, особливо в ростверках опори.

У руслових опорах при виявленні пошкоджень у ростверку (поява сколів і каверн, а також пом'якшення бетону в поверхневих шарах по бічних гранях, а при високому палевому ростверку – і по нижній поверхні плити ростверку) необхідно перевіряти воду річки на агресивність стосовно бетону. Воду варто брати з ділянок річки ближче до опори з виявленими дефектами, тому що агресивність води може бути неоднаковою біля різних берегів річки.

#### *5. Дані дефектів опорних частин*

При огляді опорних частин варто перевіряти: стан підферменників, рівномірність і щільність опирання опорних частин на підферменник і прогонові будови на опорні частини, наявність анкерування і прикріплень; стан спряження елементів опорних частин між собою і стан їх конструкцій (наявність тріщин, корозії металу, забруднення й ін.); положення катків і інших елементів опорних частин, порівнюючи дійсне їх положення з проектним чи нормативним.

У каткових сталевих опорних частинах варто виявляти угон, нахил і перекіс катків, перевіряти затягування болтів, що прикріплюють балансир до прогонових будов, правильність розташування кареток і пристроїв проти викрадення і їх кріплення до катків, наявність графітового змащення на поверхні ковзання рухомих опорних частин, а також наявність захисних коробів і їх стан.

Положення опорних частин варто визначати шляхом вимірювання взаємного розташування опорних плит, балансирів і катків, а також положення їх на підферменниках. За взаємним їх розташуванням встановлюються зсув їх центрів, перекіс і інші дефекти. При цьому необхідно вимірювати температуру повітря або конструкції, бажано в несонячну погоду. Розрахунковий зсув осей балансирів щодо осі опорної плити:

$$D = (t - t_0) \text{ а } l; t_0 = t_{\text{cp}} + 10$$

де  $t$  - температура повітря, °С;

$t_0$  - температура, при якій осі балансирів і опорної плити

повинні збігатися, °С;

$\alpha$  - коефіцієнт лінійного розширення, прийнятий для сталі і залізобетону рівним 0,000012;

$l$  - відстань від нерухомої до розглянутої рухомої опорної частини, см;

$t_{cp}$  - середня річна температура для даної місцевості, °С.

#### *б. Дані обстеження русла і регуляційних споруд*

В результаті ознайомлення з технічною документацією і огляду виявляються зміни, які мали місце з моменту будівництва або попереднього обстеження, в умовах судноплавства, в режимі річки, а також в стані русла, берегів і заплави річки на ділянці мостового переходу [6 - 8].

Режим річки біля мостового переходу (напрямок і швидкість течії в паводок і межень, рівні води річки в паводок і межень, інтенсивність льодоходу, наявність підпору) встановлюється за даними водомірних постів і книги або журналу штучної споруди, а також за спостереженнями і вимірюваннями в період оглядів моста.

Для отримання інформації про найвищий рівень води або інтенсивність льодоходу дозволяється користуватися свідченнями старожилів. При цьому інформація вважається достовірною, якщо вона підтверджується не менше ніж трьома особами, опитаними незалежно один від одного.

При огляді русла, берегів, заплави слід звертати особливу увагу на підмиви берегів і намули в руслі, утворення нових проток, зміну положення основного русла під мостом, звуження і утруднення русла рослинністю і сторонніми предметами, розмиви опор і насипу конусів, руйнування берегоукріпних облаштувань.

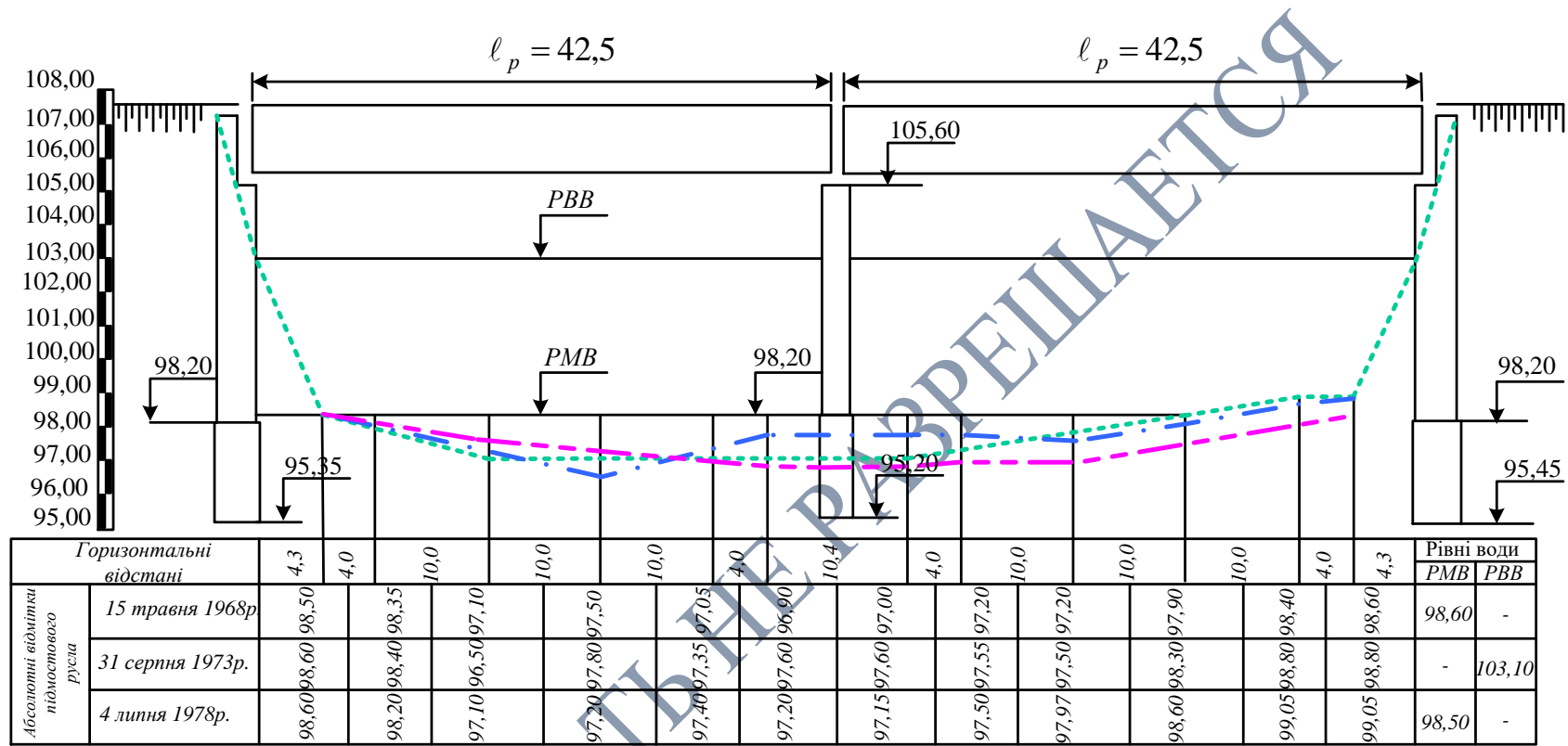
Характер і глибину підмиву опор, а також профіль русла необхідно встановлювати за допомогою вимірювань глибин в різних місцях уперек річки в створі моста з низової сторони, а також на відстані 25 м від моста вище і нижче за течією. У разі виникнення небезпеки підмиву опор необхідно також виконати заміри по контуру опори.

Якщо на річці за даними багаторічних спостережень русло стійке, заміри потрібні тільки в створі моста.

Отримані дані оформляються графічно у вигляді профілів з вказівкою відміток рівнів води і дна, низу прогонових будов, закладення фундаментів опор і дна русла, а також глибини, положення осей опор і урізу води. Тут же наносяться також дані попереднього огляду. Для наочності горизонтальні відстані відкладаються на профілях в масштабі 1:500, а вертикальні - 1:100 (рис. 3).

КОПИРОВАТЬ НЕ РАЗРЕШАЕТСЯ





- Позначення:
- - - 15 травня 1968р.
  - · - 31 серпня 1973р.
  - · - · - 4 липня 1978р.

Рисунок 3 - Проміри глибини підмостового русла

При зіставленні даних, отриманих в різний час обстежень, виявляються характер і розміри розмиву русла під мостом, в тому числі і біля опор.

Профіль слід знімати кожного разу від одного і того ж репера, розташованого біля моста, і в точках, які дають уявлення про зміну конфігурації дна русла.

Звичайно в кожному створі призначаються основні точки через 2-10 м і біля опор з обох боків. При повторних обстеженнях русло вимірюється в тих же точках.

Відстані між точками промірів визначаються:

при отворі моста до 20 м – через кожні 3-4 м;

при отворі моста від 20 до 50 м – через кожні 5 м;

при отворі моста понад 50 м - через кожні 10 м.

Влітку глибини вимірюються з човна, а зимою - з льоду, що окріпнув. Доцільно в створі замірів натягнути трос з відміченими прапорцями точками і по них вимірювати глибини ліскою з грузилом або рейкою. В зимовий період в місцях вимірювань необхідні лунки в льоду.

Заплавну частину слід нівелювати.

При огляді берегів і їх укріплення слід виявляти місця підмивів, фільтрації води через насип, а також пошкодження і руйнування берегів і укосів насипів, конусів, берм, рисберм, виїмок

### *7. Камеральна обробка даних обстеження*

Результати обстежень і випробувань споруди оформляються спеціалізованими організаціями у вигляді заключення, технічного звіту, комісіями облавтодорів – у вигляді акту. Заключення (звіт) складається на основі обробки усіх одержаних при обстеженні і випробуванні матеріалів за певною формою і складається з пояснювальної записки і додатків з допоміжними матеріалами (схеми, акти, відомості дефектів фотографії, результати випробувань, результати перевірочних розрахунків).

За результатами камеральної обробки в технічному звіті наводяться наступні дані:

– результати обстеження всіх елементів конструкцій моста з описом їх станів і виявленими дефектами; складається відомість дефектів для елементів конструкцій і пропонуються заходи з їх

ліквідації;

- схеми за результатами інструментальних зйомок і контрольних вимірювань, поздовжні і поперечні профілі проїзної частини, проміри глибин русла;

- результати польових і лабораторних випробувань матеріалів конструкцій споруди;

- результати статичного і динамічного випробування споруди тимчасовим навантаженням з аналізом деформацій, напружень і переміщень. Порівняння цих величин з величинами, визначеними розрахунковим шляхом, встановлення значення конструктивного коефіцієнту  $K$ ;

- заповнення форм для внесення результатів обстеження і випробування по споруді в базу даних аналітичної експертної системи управління мостами (АЕСУМ);

- висновки з аналізом виявлених дефектів та результатів випробування, причин їх виникнення, вплив на споруду, рекомендації з режиму її експлуатації.

На вимогу замовника комісією може бути складений попередній акт обстеження чи випробування, в якому треба викласти попередні висновки про можливість пропуску навантажень по мосту чи перелік невідкладних ремонтних робіт.

### **Питання для самоперевірки**

1. Збір яких даних необхідно виконувати в організації, що експлуатує споруди?

2. Збір яких даних необхідно виконувати даних в організації, проектувала міст?

3. Збір яких даних необхідно виконувати даних в підрозділах гідро-метеорологічної служби?

4. Збір яких даних необхідно виконувати даних в органах ДАІ МВС України?

5. Які основні групи елементів розглядають при обстеженні мостів?

6. Які основні методи сучасної діагностики мостів?

7. Які оглядові пристрої викоистовують при обстеженні мостів?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3

### ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ВИПРОБУВАННЯ МОСТОВИХ СПОРУД

#### Статичні випробування мостів

||||| *Версія ознайомча!*

*Звертатися до авторів. Права захищені.*

#### Динамічні випробування мостів

|||||

#### Прилади та обладнання

|||||

#### Питання для самоперевірки

1. З якою основною метою виконують випробування мостів?
2. Які основні заходи необхідні перед випробування мостів?
3. Які тимчасові навантаження використовують при випробуванні мостів?
4. Які схеми використовують при випробуванні невеликих мостів?
5. Які прилади використовують при випробуванні мостів?
6. Де встановлюють прогиноміри при випробуванні залізобетонних та металевих прольотних будов?
7. Де встановлюють тензодатчики при випробуванні залізобетонних та металевих прольотних будов мостів?
8. Де встановлюють прогиноміри при випробуванні нерозрізних залізобетонних та металевих прольотних будов?
9. За якою формулою визначаються експериментальні прогини у середині головних балок?
10. За якою формулою визначаються теоретичні прогини у середині головних балок?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

### РОЗРАХУНКИ ПРОЛЬОТНИХ БУДОВ НА ПОНАДНОРМАТИВНІ НАВАНТАЖЕННЯ



*Версія ознайомча!*

#### Питання для самоперевірки

1. Які методи використовують при розрахунках прогонових будовах?
2. Які схеми використовують при завантаженні прогонової будови тимчасовим навантаженням?
3. Що означає КПУ, і як він визначається?
4. Запишіть формулу для визначення згинального моменту від понаднормативного навантаження у середині прольоту.
5. Запишіть формулу для визначення згинального моменту від понаднормативного навантаження у плиті прольотної будови.
6. Як визначити граничні моменти в голвних балках і плиті проїзної частини?
7. Як визначається найбільш привабливий маршрут руху автопоїзду?
8. Які показники необхідно враховувати для складання маршруту руху автопоїзда?
9. За якими показниками визначають вартість перевезення?
10. За якими показниками вибирають найбільш привабливий маршрут руху автопоїзду?

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.3-22:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 73 с.
2. ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування - Київ: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, 2006.-359с
3. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Київ: Мінрегіонбуд України 2007.-91с.
4. ДБН В.1.2-15:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 83 с.
5. Семенец Л.В. Пространственные расчеты плитных мостов. – Киев.: Вища школа, 1976.-164с.
6. Мости: Конструкції та надійність / Й.Й.Лучко, П.М.Коваль, М.М.Корнієв і ін.; За ред., В.В.Панасюка і Й.Й. Лучка. – Львів: Каменяр, 2005.- (Нац. академія наук України. Фіз.-мех.ін-т ім.. Г.В. Карпенка. Довідник). -989с.
7. Мосты и сооружения на дорогах: Учеб. для вузов; В 2-х ч. / П.М.Саламахин, О.В.Воля, Н.П.Лукин и др.; Под ред. П.М.Саламахина. Ч. 1.-М.: Транспорт, 1991.-344с.
8. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Мости та споруди на автодорогах» (розділ «Розрахунок розрізної прольотної будови») / С.М. Краснов, В.П. Кожушко, С.О. Бугаєвський. – Харків.: ХНАДУ 2012.-87с.
9. Методичні вказівки до контрольної роботи та практичних занять з дисципліни «Експлуатація мостів» / О.І. Безбабічева, С.М. Краснов, К.С. Краснова. – Харків.: ХНАДУ 2016.-51с.
10. Лившиц Я.Д., Онищенко М.М., Шкуратовский А.А. Примеры расчета железобетонных мостов. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1986.-263 с.
11. Кожушко В.П. Моделювання прольотних будов мостів.- Харків: ХНАДУ, 2010.-196с.