

ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ – СОФИЯ

Първа научно-приложна конференция с международно участие
„СТОМАНОБЕТОННИ И ЗИДАНИ КОНСТРУКЦИИ – ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА“

22 – 23 октомври 2015

22 – 23 October 2015

First Scientific-Applied Conference with International Participation

“REINFORCED CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES – THEORY AND PRACTICE”

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY – SOFIA

48 ^{ТОМ}
vol.

2015

св.
fasc. 12 – II

ОБСЛЕДВАНЕ И ИЗПИТВАНЕ НА СТРОИТЕЛНИТЕ КОНСТРУКЦИИ И МОСТОВЕ – ПРЕДПОСТАВКИ И РЕАЛНОСТИ

Д. Димов¹

Ключови думи: обследване и изпитване, предпоставки и необходимост, цели, задачи и реалности

Научна област: изпитване, възстановяване и усилване

РЕЗЮМЕ

В статията са разгледани главните предпоставки и фактори, обуславящи необходимостта от провеждане на опитни изследвания на строителните конструкции и мостове. Представени са ключовите дейности и основните задачи, които най-често се налага да бъдат решавани, с оглед осигуряване на необходимата надеждност и дълготрайност на новостроящи се и съществуващи нови и стари строителни конструкции и мостове.

Направените анализи са подкрепени с примери от строителната практика у нас.

1. Въведение

Обследването и изпитването на строителни конструкции и съоръжения представлява отрасъл на строителната наука, занимаващ се с изясняване на методите за изучаване на фактическото състояние и работоспособността на новоизградени и намиращи се в експлоатация строителни обекти, за определяне на действителната работа на конструкции от нови или от традиционни строителни материали, както и за усъвършенстване и разработване на обосновани методи за тяхното изчисляване. Работите по обследванията и изпитванията се провеждат при използване на съвременни методи, диагностична и измерителна техника, позволяващи максимално автоматизиране на процесите.

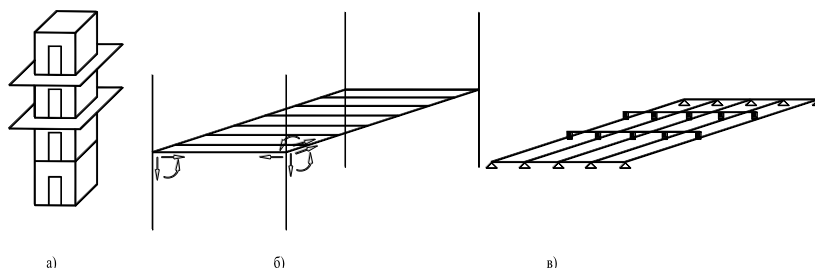
¹ Димитър Димов, проф. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. Хр. Смирненски № 1, 1046 София, e-mail: dimov_fce@uacg.bg

2. Необходимост от провеждане на опитни изследвания

Действителното състояние и способността на конструкциите да се противопоставят или не на реалните натоварвания и въздействия във всеки момент от тяхната експлоатация зависят от много фактори, някои от които са генетично заложили още при проектирането и изпълнението им, а други се получават или развиват при неправилна или продължителна експлоатация и недобро поддържане. Най-достоверни отговори на тези въпроси могат да се получат чрез пряко проучване на самите строителни обекти.

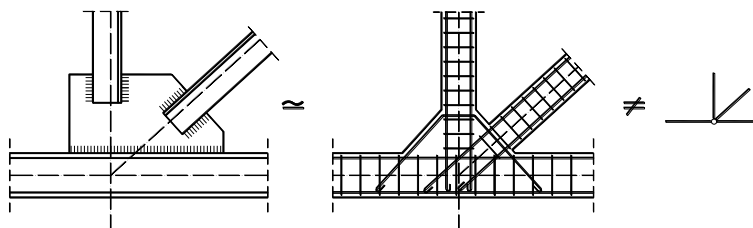
Въз основа на казаното по-горе може да се подчертае по-конкретно, че необходимостта от провеждане на опитни изследвания на строителните конструкции се диктува отчасти от несъвършенството на методите за тяхното изчисляване и проектиране, и до голяма степен от възможностите за поява на отклонения между качеството на изпълнение и на фактически вложените материали от предвидените в проекта и нормите, както и от разнообразните други реални въздействия и условия, които се изразяват най-често в следното:

1) Невинаги могат да се вземат предвид пространственото действие и масивността на конструкциите, защото носещите конструкции на сградите и съоръженията най-често са масивни пространствени рамки, дискове и/или кутии, а по-често се изчисляват обикновено като отделни линейни конструктивни елементи (греди и колони) или като равнинни конструкции (рамки, шайби, плочи, напречни и главни греди и пр. – фиг. 1).

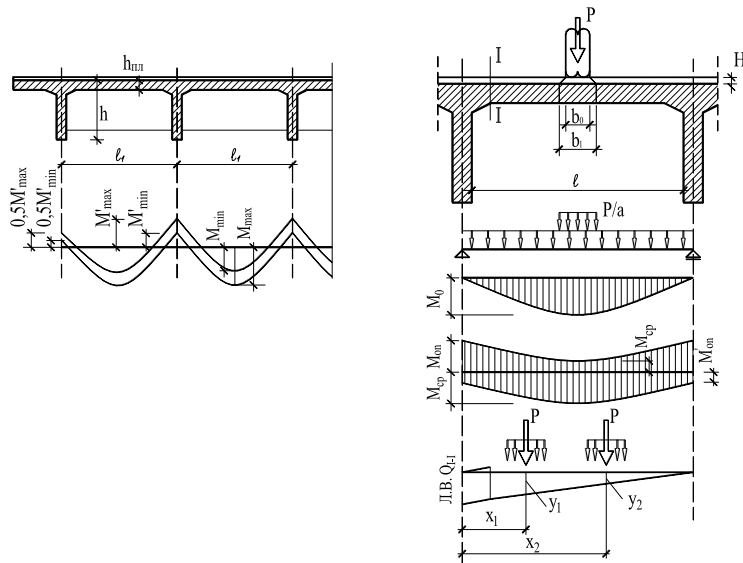


Фиг. 1. Опростяване на работата на пространствени масивни, скелетни и др. конструкции

2) Не се отчитат точно при изчисляването реалната работа и начините на подпиране, свързване и взаимодействие на елементите и конструкциите. Т.нар. гранични условия на подпиране и свързване често се опростяват чрез въвеждане на теоретични стави или пълно запъване, неподдаваеми опори, недеформируема земна основа и др., които до голяма степен са условни и се различават значително от действителните (фиг. 2а и 2б).

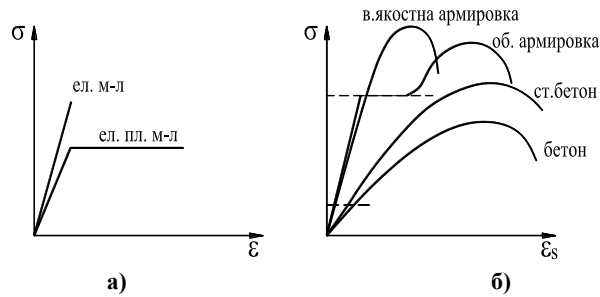


Фиг. 2а. Идеализиране на фермови възли

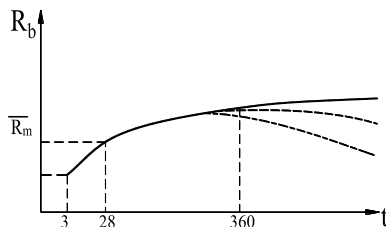


Фиг. 26. Идеализиране на начините на подпирание и свързване на елементите

3) Физико-механичните свойства на материалите се идеализират. Приема се, че материалите са еднородни, идеално еластични или еластично-пластични (фиг. 3а) и неизменни с течение на времето. В действителност повечето строителни материали притежават твърде непостоянни свойства, с големи разсейвания и вероятностен характер. Това особено важи за стоманобетона, който е композитен материал, съставен от пясък, чакъл, цимент и армировъчни скелети, сравнително лесно се напуква, деформира се нееластично (фиг. 3б), съсъхва и пълзи и си променя якостта с течение на времето (фиг. 4.)



Фиг. 3. Работни диаграми: а) теоретично моделирани; б) на реални материали



Фиг. 4. Възможни изменения на якостта на бетона във времето

4) Не могат да се вземат предвид индивидуалните особености на изпълнението, експлоатацията и климатичните въздействия върху конструкциите на отделните сгради и съоръжения – използват се различни материали и технологии на изграждане, нееднаква квалификация на строителите, непостоянство в начините на поддържане, голямо разнообразие в инженерно-геоложките дадености и в условията на експлоатация и др. Все по-често в съвременните условия се налага необходимост от проверка на реалната работа на конструкции, изпълнени от нови строителни материали и с нови форми или подложени на нови въздействия и натоварвания.

Споменатите съображения и обстоятелства влияят върху здравината, издръжливостта и надеждността на сградите и съоръженията. Ето защо при проектирането и изграждането на по-сложни и отговорни строителни конструкции или при оценката на фактическото състояние на намиращи се в експлоатация стари повредени и дори възстановени и усилявани или реконструирани сгради и мостове все по-често се налага тяхното опитно, натурно или моделно изследване

3. Ключови дейности и основни задачи

3.1. Ключови дейности

В състава на техническите мероприятия, които позволяват да се изясни работното състояние на конструкциите и мостовете, във възходящ ред влизат: инспектиране, диагностика, освидетелстване, обследване и изпитване.

Инспектирането представлява проверка на изправността на отговорни елементи и детайли на конструкциите, без оценка на степента на повредата или на износването им. Извършва се с помощта на подръчни средства и инструменти и дава само първична качествена информация, имаща предимно превантивен характер.

Диагностиката е проверка на изправността на елементи и детайли на строителните конструкции, съдържаща точна количествена оценка на степента на повредите. Извършва се при периодичен и текущ контрол, с помощта на специални диагностични уреди и инструменти и трябва да се документира.

Освидетелстването обхваща изясняване на: фактическите размери на елементите и конструкциите, физикомеханичните характеристики на материалите, наличните дефекти, повреди и отклонения от проекта и преизчисляване на конструкциите с оглед вземане на решение за по-нататъшната им експлоатация или за необходимостта от провеждане на допълнително обследване или изпитване. Извършва се при необходимост от оценка на състоянието на съществуващи сгради и съоръжения при тяхната реконструкция или във връзка с установяване на експлоатационната им годност и подлежи на документиране.

Обследването има за цел най-често изясняване на действителната работа на намиращите се в експлоатация конструкции на сгради и мостове, включваща още проучване на: фактическите натоварвания, температурните и агресивните въздействия, деформативността и пукнатиноустойчивостта, въздействието върху земната основа и др. Резултатите служат за оценка на състоянието и надеждността на конструкциите във връзка с прогнозиране на по-нататъшната им работа, а при необходимост и за уточняване на методите им за изчисляване и също следва да се документира.

Изпитванията са свързани с опитното изучаване на действителната работа (поведението) на конструкциите на сгради и мостове при статично и/или динамично натоварване, чрез измерване на деформациите, обработване, анализ и тълкуване на резул-

татите. Може определено да се каже, че те представляват съчетани опитно-теоретични и научно задълбочени изследвания с използване на съвременна измерителна техника и математически анализ и така най-достоверно и документално отразяват проверката на действителното напрегнато и деформирано състояние на конструкциите.

3.2. Основни задачи

Основните задачи при провеждане на обследванията и изпитванията на строителните конструкции и мостовете най-често са следните:

- проверка на издръжливостта, началната безотказност и изправността на нови, отговорни или сложни конструкции на сгради, мостове и инженерни съоръжения;
- проверка на техническото състояние и годността за експлоатация на стари, повредени, дефектни или възстановени конструкции;
- уточняване и проверка на приета изчислителна статическа схема;
- определяне на големината на действителния разрушаващ товар;
- установяване на причините за настъпили повреди и аварии;
- уточняване на разпределението на товарите и усилията между елементите на конструкциите;
- определяне на динамичните характеристики на свободните и/или на принудените трептения на елементите и конструкциите;
- оптимизиране на размерите на по-сложни и нови конструкции чрез т.нар. методи за конструктивно моделиране;
- определяне на дълготрайността, ремонтпригодността и надеждността на конструкциите на сгради, мостове и други строителни съоръжения.

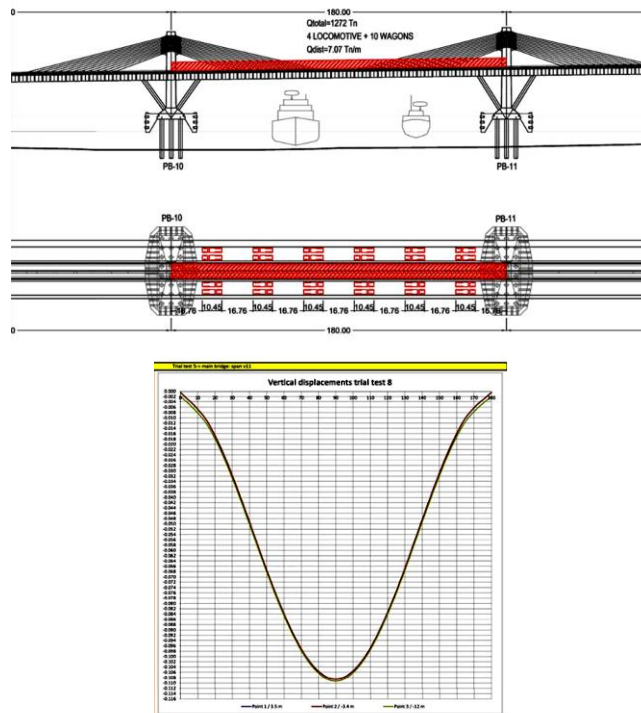
4. Практически приложения на някои основни задачи

4.1. При въвеждане на строежи в експлоатация



Фиг. 5а. Приемателно статично натурно изпитване на Дунав мост 2

1) При реализираното „основно“ статично изпитване ($0,8 \leq H \leq 1,0$) са измервани вертикалните премествания в средата на отворите и завъртанията на опорите, които величини характеризират деформируемостта на връхната конструкция като цяло (фиг. 5а, б, в).



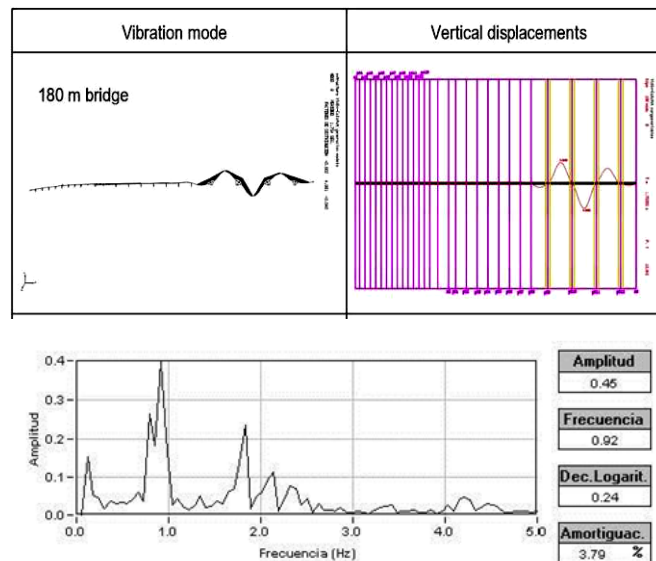
Фиг. 5б и 5в. Разположение на пробното натоварване и деформирани линии

2) Реализираното динамично изпитване с дизелов локомотив, серия 06 (фиг. 6а) е също „основно“ според [1].

3) При преминаването с различни скорости са регистрирани осцилограмите на трептенията, от които са определени съответните стойности на честоти, амплитуди, декраменти и коефициенти на затихване, които величини характеризират динамичното съпротивление и поведение на вр. конструкция (фиг. 6б и 6в).



Фиг. 6а, б и в. Приемателно динамично натурно изпитване на Дунав мост 2



4) Установено е пълно съответствие на опитните и теоретични резултати и нормално поведение на връхните конструкции от реализираните статични и динамични въздействия, въз основа на което мостът бе пуснат в редовна експлоатация.

4.2. По време на изпълнение на строежите

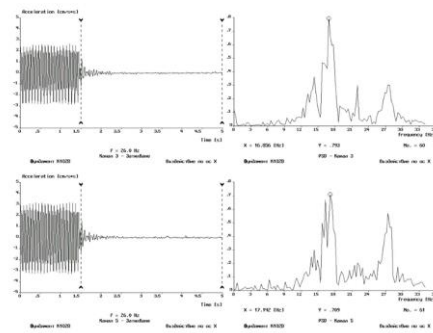
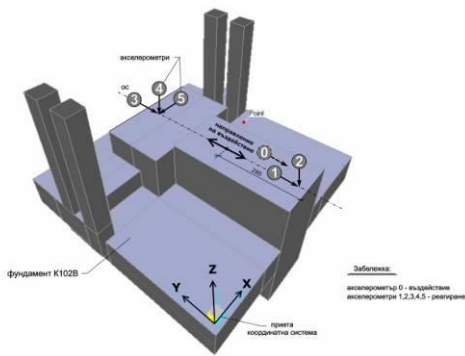
1) След некачествено извършени бетонни работи (фиг. 7а) на един от фундаментите на площадка „Хидрочистка 5“ в ЛНХБ е проведено обследване (фиг. 7б). С него са установени различни от проектните ρ_c и E_c на бетона, а те пряко определят собствената честота f_0 на фундамента;

2) След възстановяване на дефектите (фиг. 7в) е проведена вибродиагностика (фиг. 7г и 7д) при режими съответстващи на действителните динамични въздействия.

3) От регистрираните трептения са установени реалните собствени честоти на системата „фундамент-земна основа“ (фиг. 7е), чрез които е прогнозирана нормална работа на компресора и мотора, без опасност от резонансни явления.



Фиг. 7а и 7б. Обследване за възстановяване на фундаменти за компресори в ЛНХ Бургас



Фиг. 7в,г и 7д,е. Възстановяване и вибродиагностика на фундаментите



Фиг. 8а,б,в. Обследване за възстановяване на строяща се промишлена сграда в София

1) Поради некачествено извършени бетонни работи в основни вертикални стоманобетонни елементи над сутерена на новострояща се промишлена сграда (фиг. 8а), е проведено обследване на плътността и еднородността на бетона (фиг. 8б, в);

2) Въз основа на резултатите от него са предписани мерки за възстановяване на установените дефекти и за продължаване на строителството на обекта.

4.3. При ремонт и саниране на съществуващи обекти

1) Силно повредените, с разрушени от удари долни пояси греди на пътен надлез по ГП4 (фиг. 9а), водещи до драстично намаляване на носещата му способност и ограничаване на движението по него (фиг. 9б), вече са заменени с нова връхна конструкция, съставена от греди с по-малка конструктивна височина, осигуряващи необходимия подмостов габарит (фиг. 9в, г).



Фиг. 9. Ремонт на връхната конструкция на пътен надлез по ГП 4 м/у В. Търново и Омуртаг

4.4. При преустройства на сгради и съоръжения

1) Изяснените при обследването на ниското тяло на х-л „Шератон“ параметри на стоманобетонна носеща конструкция (фиг. 10а) на вложените в нея материали и на наличните постоянни товари (фиг. 10б, в), осигуриха нужните за проектиране на надстройката „изходни“ данни, благодарение на което тя вече е факт (фиг. 10г).



Фиг. 10. Обследване за надстройка на ниското тяло на хотел „Шератон“

2) По подобен начин е извършено предварителното проучване, проектирането и реализацията на разширението на моста над р. Янтра при гр. Бяла (фиг. 3.11 а, б, в).





Фиг. 11 Разширение на моста над р. Янтра при гр. Бяла

4.5. При аварии и разрушения



Фиг. 12. Авария и решение за възстановяване на пътен мост над р. Бели Вит в с. Рибарица

1) След разрушаване от преминаване на извънгабаритен товар (фиг. 12а) връхната конструкция в основния отвор на моста над р. Бели Вит по пътя за м. Дяково в с. Рибарица е подменена с комбинирана конструкция, съставена от стоманени монтажни ферми за военни мостове и монолитна пътна плоча (фиг. 12б).

2) След проведени статично и динамично натурни изпитвания (фиг. 12в, г) са установени в допустими граници, но общо взето висока деформативност и динамична чувствителност, за което са препоръчани регулярни инспекции и наблюдения.

4.6. Обследване на високи сгради



Фиг. 13. Обследване на високи сгради в София и решения за възстановяване на земетръсната им устойчивост

1) При това обследване чрез използване на различни методи за БК са установени необходимите параметри и свойствата на бетона и арматурата в стоманобетонни конструкции на няколко високи съществуващи сгради в жк Борово (фиг. 13а, б), получили повреди при земетресението от м. май 2012 г., което позволи да се установи реалното им моментно техническо състояние.

2) С установените по този начин “изходни данни” са извършени изчислителни проверки според действащите норми и наредби и дори е прогнозирано поведението им при следващи земетресения (фиг. 13 в).

3) Въз основа на изяснените причини за неудовлетворяване на изискванията за носеща способност, обосновано са приети адекватни концепции за усилване на носещите им конструкции и за гарантиране на нормалната им експлоатация (фиг. 13 г).

5. Заключение

5.1. Необходимостта от провеждане на опитни изследвания на строителните конструкции се диктува отчасти от несъвършенството на методите за тяхното изчисляване и проектиране и до голяма степен от възможностите за поява на отклонения между качеството на изпълнение и на фактически вложените материали от предвидените в проекта и нормите, както и от разнообразните други реални въздействия и условия.

5.2. Обследванията и изпитванията на строителните конструкции и съоръжения са полезни за всички фази на съществуването им – от изпълнението и приемането им и през целия период на тяхната експлоатация.

5.3. Контролните изпитвания по време на строителството имат активна роля за формиране на началната безотказност на конструкциите, т.е. за началната им сигурност, а обследванията и изпитванията след въвеждане на обектите в експлоатация са от изключителна важност за тяхната профилактиката а с това и за повишаване на дълготрайността им.

5.4. Имайки предвид горното, е препоръчително да се провежда строг контрол по време на строителството, а по-значимите и отговорни конструкции на сгради и мостове да се обследват периодично и след всяко екстремно събитие, както и да се ремонтират своевременно, за да се сведат до минимум рисковете от получаване на невъзвратими повреди и/или аварии и разрушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Димов, Д.* Обследване и изпитване на строителни конструкции и мостове. София, УАСГ, 2010.
2. *Димов, Д.* Безразрушителни изпитвания на строителни конструкции. София, „Дайрект Сървисиз“ ООД, 2011.
3. *Димов, Д., Т. Donchev, М. Гълъбов.* Приемателното изпитване на Дунав мост 2 – край или начало на мониторинг. XXIX Международна конференция „Дефектоскопия 2014“, Созопол, 09 – 13 юни 2014.

INVESTIGATION AND TESTING OF STRUCTURES AND BRIDGES – PREREQUISITES AND REALITIES

D. Dimov¹

Keywords: investigation and testing, prerequisites and necessity, aims, tasks and realities

Research area: investigation, recovering and strengthening

ABSTRACT

The paper examines the principal prerequisites and factors which determine the necessity of carrying out investigation and testing of structures and bridges.

The key-activities and the main tasks which very often have to be resolved to provide the necessary reliability and durability of new and old structures and bridges are presented.

The analyses made are supported with examples from the construction practice in Bulgaria.

² Dimitar Dimov, Prof. Dr. Eng., Dept. “Reinforced Concrete Structures”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: dimov_fce@uacg.bg