



## **ВОДНОТО ТЕЧЕНИЕ ОКОЛО ОПОРИТЕ НА МОСТОВЕТЕ НА ВНИМАНИЕТО НА УЧЕНИТЕ ОТ ВТУ "ТОДОР КАБЛЕШКОВ"**

**Стойна Костова**

[Kostova.stoyna@gmail.com](mailto:Kostova.stoyna@gmail.com)

**ВТУ "Тодор Каблешков"  
София – 1574, ул. „Гео Милев“ 158,  
БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** мостове, руслови деформации, изравяне, хидроизолации

**Резюме:** Релефът на България е равнинно-хълмист. Основният воден източник за територията на страната са реките. През периода на пролетното пълноводие за по-голямата част от територията на България се оттичат 40-50% от годишния отток, а през лятното маловодие 8-12%, като една част от по-малките реки пресъхват. Именно неравномерното отичане в комбинация с недоброто поддържане на речните корита създава проблем при изравнянето на мостовите опори и устои. Преминаващите високи води увеличават степента на изравнянето им и ги компрометират. Интензивните валежи създават аварийни ситуации, когато преливат през пътното платно и изравят откосите на насипите.

Доброто поддържане и постоянният контрол на изградената инфраструктура, на насипите около устоите на мостовете и на речните корита могат да предотвратят нежелани аварии и извънредни ситуации.

Обзор на теоретичните и приложни изследвания на учениците от ВТУ „Тодор Каблешков“ през последните години в областта на експлоатацията на мостовете е направен в тази статия. Разгледани са проблемите за сигурното пропускане на водното течение, защитата срещу разрушаване на мостовете от наводнение, устойчивостта на речното легло срещу общите и местни деформации. Ефективните хидроизолации за мостовете са разгледани също тук.

### **УВОД**

Най-сложните участъци при строителството на пътища и жп линии е преминаването над реки и други водни препятствия. Най-често в такива случаи се строят мостове, които с основание се считат за върха на строителното инженерство. Важна задача при проектирането на мостовете е вярната оценка за режима на речното течение, надеждното оразмеряване на отворите и подходящата защита на устоите и опорите на моста срещу подравнянето от речната ерозия. Проектът трябва да гарантира пропускането на водата в реката и устойчивостта на конструкцията през целия експлоатационен период [1].

При проектирането и строителството на мостове и язовири, както и при корекции на реки трябва да се осигури устойчивост и експлоатационна годност на конструкциите и съоръженията не само при ежедневни, но и при екстремни ситуации. Строителният

процес от своя страна не бива да създава предпоставки за наводнения или разрушаване на стопански обекти, населени места и изградена инфраструктура.

## **I. ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА ХИДРОЛОЖКИ И ХИДРАВЛИЧНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ОПОРИТЕ НА МОСТОВЕТЕ**

При проектирането на мостови преходи възниква въпросът за изпълнение на комплекс от сложни и трудоемки хидроложки, морфометрични и хидравлични изчисления за речното течение, обтичането на опорите и устойчивостта на речното легло. Мостовите преходи трябва да удовлетворяват редица изисквания:

- Да осигуряват безпрепятствено пропускане на оттичащата се вода;
- Да бъдат устойчиви през целия експлоатационен период;
- Да бъдат устойчиви на природните въздействия, на общите и местните деформации на речното легло.

В книгата на *проф. Ж. Николов* и *проф. Ив. Лалов* „Хидроложки, хидравлични изследвания и руслови деформации на мостови преходи“ [1] от 2004г. са подробно разгледани най-важните проблеми, свързани с проектирането и сигурността на мостовите, водостоците, канавките и окопите от пътната и железопътна мрежа. Значително внимание (теоритично и с подходящи примери) е отделено на определянето на максималните оразмерителни водни количества за пътните водопропускателни съоръжения, хидравличното оразмеряване на мостове и водостоци, подприщване и руслови деформации при мостови преходи, укрепване на подходите към мостовите, установяване на дълбочината на фундиране на мостовите опори. Изчислителните формули са получени въз основа на теоретически обосновани физически явления и зависимости, описващи закономерностите при пренасяне на наносните частици от речното течение. Застъпени са главно т.н. генетични хидроложки модели. Анализите на авторите са изключително полезни за инженерите в тази област, тъй като с представените примери дават решение на редица практически проблеми, свързани с местното и общото изравняне на речните корита, с укрепването на насипите зад устоите на мостовите. С помощта на представените съвременни методики и многото приложения се решават всички практически оразмерителни задачи. Най-съществените моменти от книгата са включени като самостоятелен модул в учебните програми по „Стоманобетонни мостове“ и „Специални конструкции и изследвания“ за студентите по Транспортно строителство.

Като естествено продължение на традицията за изследване на водното течение около мостовите опори е осъщественият през 2013г. под ръководството на *доц. Мира Зафирова* научно – изследователски проект на тема „Причини и последствия от подкопаване на устоите и стълбовете на мостовите съоръжения“, в който активно участва и *инж. Коста Костов*. В рамките на този проект бяха проведени измервания на речното корито при ж.п мост на км 84,417 по линията София - Пловдив на р. Марица [2]. Изчисленията са извършени с помощта на математически модел HEC-RAS (Hydrologic EngineeringCenter – River Analysis System) версия 4.1 за водните количества, съответстващо на различни обезпечености в диапазона от 0.1% до 5 % на р. Марица за отвора на моста, определени след хидроложки анализ. Резултатите от изследвания бяха публикувани и представени на факултетната конференция на ВТУ „Тодор Каблешков“.

При проектирането на мостовите преходи се изхожда от русловата ситуация на мястото на прехода по време на предпроектните проучвания. За да предвидят русловите промени след изграждането на мостовото съоръжение, в учебната програма по дисциплината „Специални конструкции и изследвания“ се разглеждат различните

случаи на изравяне на опори при мостове, намиращи се в експлоатация при установено и неустановено течение.

## **II. ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА ХИДРАВЛИЧНИ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ЕКСТРЕМНИ СИТУАЦИИ**

Бедствията винаги са неочаквани, стихийни и със значителни загуби, поради което незабавно предизвикват вниманието на обществото и на специалистите [10]. През последните няколко години наводненията привличат вниманието на цялото ни общество, и ни ангажират към провеждането на мерки за отговорното, компетентното поддържане и експлоатация на транспортните съоръжения с цел предотвратяване на извънредни неблагоприятни ситуации. Анализът и следствията от глобалното затопляне са предмет на изучаване и във ВТУ Тодор Каблешков“. Такъв анализ на причините за наводненията от м.август 2005г., когато протекоха водни количества с обезпеченост между 1000 и 10 000 години, бе проведен от *доц. Колев* [9] за най-тежко засегнатите от стихията райони на България. Дългата редица от аварии върху транспортните съоръжения е систематизирана от него в [8], както следва:

- преливане на скатните води през насипите на пътищата и ж.п. линиите;
- повреди или отнасяне на връхната конструкция на мостовете при удар от дървета, носени от високите води на реките;
- преобръщане на крилата при устоите, вследствие от странична ерозия;
- свличане на откоси в резултат на взаимодействие между повърхностната ерозия, водонасищането на почвата, подемната сила на водата и страничната речна ерозия;
- прояви на дънна ерозия при водостоци и мостове поради липса на дънни прагове

Освен класификации, в [8] са направени и математически анализи на явленията в търсене на критичните точки, при които настъпва разрушението. Показани са и решения от практиката на автора в тази област. Публикациите [8] и [9] бяха докладвани от автора на няколко конференции, а след това същите нови знания заеха място и в учебните програми.

## **III. ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА ХИДРОТЕХНИЧЕСКИ ПРОБЛЕМИ ПРИ МОСТОВЕ**

В глава V на книгата на *проф. Ж.Николов* и *проф. Ив. Лалов* „Хидроложки, хидравлични изследвания и руслови деформации на мостови преходи“ [1] са дадени варианти за укрепване на насипите, на подходите към мостовете, на регулиращите съоръжения и на руслата на реките. В книгата са направени анализи на дълбочината на фундиране при различни видове земна основа.

Полезни препоръки за избор на метода на фундиране при високо ниво на подземната вода дава *Колев* в статията си [11] от 2008г., докладвана на конференция във Варна. С предложената методика се прави оценка на технико – икономическите показатели за сравнение на технологичните варианти като водонепропускливост, размери в план и в профил, статическа схема, необходимост от водочерпене, срок на изпълнение, сметна стойност. Крайната оценка се формира като сума или произведение от отделните оценки.

## **IV. ИЗСЛЕДВАНИЯ ВЪРХУ ХИДРОИЗОЛАЦИИТЕ ЗА МОСТОВЕ**

За здравината и дълготрайността на мостовете значителна роля има хидроизолацията, която трябва да защити конструкцията от негативното въздействие на атмосферната и подпочвената вода.

*Доц. Вълкова* е дългогодишен член на Техническият комитет към Българския институт по стандартизация (БИС) и работи за въвеждането в България на група хармонизирани европейски стандарти в областта на хидроизолацията. Характеристики на хидроизолационните мушамы за бетонни мостове и други бетонни повърхности, по които преминават превозни средства, включени в националното приложение към БДС EN 14695 „Огъваеми хидроизолационни мушамы. Армирани битумни мушамы за хидроизолация на бетонни мостове и други бетонни повърхности, по които преминават превозни средства. Определение и характеристики“ са отразени в публикациите на преподавателите *Вълкова* и *Зафирова*, а също и на докторантката *Н. Порожанова* [4], [5]. С въвеждането на този стандарт у нас проблемът с хидроизолацията на мостовете получи съвременно решение, включващо иновативни технологии. Проблеми на хидроизолациите са теми на няколко докторанта във ВТУ „Годор Каблешков“.

Атмосферните условия и продължителната експлоатация на бетоновите повърхности водят до изнасяне на вар и деструктуриране на бетона, корозия на армировката, напукването на бетона и др. *Зафирова* в сътрудничество с *Цачевска* и *Савова* са публикували методика за диагностициране на състоянието и възстановяване целостта на бетонните и стоманобетонни хидротехнически съоръжения и провеждане на мерки за извършване на ремонтно - възстановителни дейности [6] и [7].

## **V. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОННОТО УПРАВЛЕНИЕ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯТА НА МОСТОВИТЕ СЪОРЪЖЕНИЯ**

Релефът на България е равнинно-хълмист. Основният воден източник за територията на страната са реките, които дават годишен воден обем около 20.6 млрд. куб.метра [3]. През годината този обем вода е неравномерно разпределен. За периода на пролетното пълноводие за по-голямата част от територията на България се оттичат 40-50% от годишния отток, а през лятното маловодие -8-12%, като една час от по-малките реки пресъхват. Именно неравномерното отичане в комбинация с недоброто поддържане на речните корита създава проблем при изравнянето на мостовите опори и устои, особено при по-малките реки.

За предотвратяване на извънредни ситуации е необходимо както добро поддържане на изградените мостови съоръжения, и на речните корита, така и постоянният им контрол.

В публикацията си [3] *Зафирова* и *Костов* са разработили примерен модел за автоматизирана система. Моделът е структуриран така, че първоначално да бъде създадена база данни от общи данни (адрес и локация) и идентификационни данни (основни параметри на съоръжението, чрез предварително дефинирани тип, вид и подвид съгласно определена класификация) на наблюдаваните мостови съоръжения. Предвидено е още да бъдат вписани всички необичайни хронологични събития за обектите (причините за възникване на извънредните ситуации, последици).

Развитието на информационните и комуникационните технологии е в основата на въвеждането на електронното управление разработено в „Стратегията за електронно управление в България за периода 2014-2020“.

Информационните и комуникационни технологии се развиват с бързи темпове и в почти всички сфери има разработени различни софтуерни продукти. Съчетанието между тях и изчислителните формули, получени въз основа на теоретически обосновани физически явления и закономерности са фактори, които биха били в полза за контролиране на експлоатационните качества на мостовите съоръжения.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

Мостовите съоръжения са основни преходи за преодоляване на различни препятствия (реки, долини, дерета) при изграждане на транспортната инфраструктура. Интензивните валежи създават предпоставки за проблемни ситуации. Поддръжката на този тип съоръжения е изключително отговорна задача, тъй като последиците от разрушаването им могат да бъдат както материални, така и човешки.

Ролята на преподавателите ВТУ "Тодор Каблешков" е възлова за добрата подготовката на бъдещите инженери и е своеобразен „мост“ между теоретичните аспекти и практическото им приложение в днешни дни с цел запазване на безпроблемната експлоатация на мостовите конструкции.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1]. Николов Ж. , Ив. Лалов „Хидроложки, хидравлични изследвания и руслови деформации при мостовите преходи“ 2004 г., ВТУ "Тодор Каблешков ";
- [2]. Зафирова М. К.Костов „Изследване на изравнянето при мостовите съоръжения“, научно списание „Механика Транспорт Комуникации“: том 11, брой 2, 2013 г.
- [3]. Зафирова М. К.Костов „Приложение на електронното управление в транспортната инфраструктура“ „Механика Транспорт Комуникации“ , том 12, брой 3/3, 2014 г.,
- [4]. Зафирова М., “Хидроизолация на мостови конструкции”, Сп. “Механика Транспорт Комуникации”: том 15, брой 1, 2017 г.,
- [5]. Порожанова Н., Вълкова Ст., Зафирова М. , „Изисквания за хидроизолационните мушамы, използвани в мостовите конструкции“, , том 16, брой 3/3, 2018 г.,
- [6]. Цачевска Л. , Зафирова М. , Б. Савова, Методика за възстановяване целостта на бетоновите и стоманобетонени хидромелиоративни съоръжения. с цел намаляване на филтрацията, сп. „Екология и индустрия” т.7, №2, 178-179,2005, ISSN 1311-2783;
- [7]. Зафирова М., Л. Цачевска, Б. Савова, „Мероприятия за увеличаване на к.п.д. в напоителните системи с открити канали“ сп. „Екология и бъдеще” бр.2-3, 2005, ISSN 1312-0751;
- [8]. Колев Ч. „Специфични типове аварии по транспортните съоръжения, причинени от наводненията през м. август 2005 г.“ - *Сб. рез. от доклади от Юбилейната научна сесия послучай 65 – годишнината на УАСГ, С. 2007г., стр. 291-292, CD – стр. 163-168.*
- [9]. Колев Ч., „Оценка на разликите между действителни и оразмерителни водни количества, преминали през мостовите при наводненията на 6 и 7 август 2005г.“– *Сб. с докл. от Нац. научно-техн. конференция „Състояние и овладяване на свлачищните и ерозионните процеси в Р.България”, Акад. Издателство „Проф. М.Дринов”. С, 2006, стр. 191-194.*
- [10]. Колев Ч. . „Наводненията у нас – случайни или закономерни?” – *Арх & Арт борса, 36/2005г.*
- [11]. Колев Ч., М. Периклийска, „Сравнителен анализ на съвременните технологии за фундиране при високо ниво на подземната вода“, *Сб. доклади от Межд. научна конф. "проектиране на сгради и съоръжения", 12-14.09., Варна*

# WATER COURSE AROUND BRIDGE ABUTMENTS AT THE ATTENTION OF VTU "TODOR KABLESHKOV" SCIENTISTS

**Stoina Kostova**

[Kostova.stoyna@gmail.com](mailto:Kostova.stoyna@gmail.com)

*Todor Kableshkov University of Transport  
Sofia, "Blvd", "G.Milev" № 158,  
BULGARIA*

**Key words:** *bridges, water course deformations, digging out, waterproofing*

**Abstract:** *The relief of Bulgaria is flat-hilly. The main water source for the territory of the country are the rivers. In the spring, there are usually high water flows of about 40% to 50% of the annual runoff for the bigger part of the territory, whereas in the summer, there is very low water of about 8-12% and in addition smaller rivers dry up. It is the uneven swelling in combination with the poor maintenance of the river beds, which creates a problem with the digging out of bridge abutments and supports. Passing high water increases the level of ploughing up and compromises them. When available, intensive rainfall creates emergency situations with overflowing through the roadway and digging out the slopes of the embankments.*

*Good maintenance and permanent control of infrastructure, embankments around bridge abutments and river basins can prevent undesired accidents and emergencies.*

*This is an overview of the theoretical and applicable research by the Todor Kableshkov", University of Transport's scientists in the field of bridge functioning in the last years. Opportunities for safe water leakage, protection against flooding of bridges, river bed resistance against general and local deformations are considered here. Effective waterproofing for bridges is also discussed and recommended.*