



## **ВИДОВЕ КОНСТРУКТИВНИ РЕШЕНИЯ ПРИ ИЗПЪЛНЕНИЕ НА МОСТОВИ КОНСТРУКЦИИ**

**Кремена Маринова**

[Kremena\\_marinova@hotmail.com](mailto:Kremena_marinova@hotmail.com)

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,  
София, ул. Гео Милев 158,  
БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** мостови конструкции, поотворно изграждане, конзолно изграждане, тактово изтласкване

**Резюме:** Мостовите конструкции варират в определени граници, в зависимост от вида на моста, мястото на изграждане и технологичните възможности. Те са едни от най-сложните и отговорни съоръжения в транспортната инфраструктура. С тези конструкции от една страна трябва да се преодолеят различни препятствия (реки, долини, пътища, жп линии и др.), а от друга да се осигурят необходимите експлоатационни качества на връхната конструкция. Според начина на изграждане стоманобетонните мостове се класифицират основно като монолитни, сглобяеми и сглобяемо-монолитни. Изпълнението на сглобяеми конструкции се затруднява от факта, че е необходимо да се извърши преместване на конструкции с голяма собствено тегло. Това изисква пълен контрол над напреженията, предизвикани в конструкцията от началото до края на операцията. С помощта на различни подежни съоръжения, се осъществява нужния контрол и прецизност при изпълнението на сложните дейности.

В разработения доклад са разгледани различните системи за изграждане на връхни конструкции на гредови и рамкови мостове:

- монолитни конструкции на стационарни скелета;
- монтаж на сглобяеми конструкции;
- поотворно изграждане;
- конзолно изграждане;
- тактово изтласкване.

В публикацията са посочени и някои от мостовите конструкции изградени през последните години.

## **I. Въведение**

Мостовите конструкции служат за преодоляване на различни препятствия. С тези конструкции от една страна трябва да се преодолеят географските дадености, а от друга да се осигурят необходимите експлоатационни качества на връхната конструкция [2]. Те са едни от най-сложните и отговорни съоръжения в транспортната инфраструктура. Изграждането и монтажа им варират в определени граници, в зависимост от вида на моста, мястото на изграждане и технологичните възможности. Според начина на изграждане стоманобетонните мостове се класифицират основно като монолитни, сглобяеми и сглобяемо-монолитни [1].

## **II. Системи за изграждане на връхни конструкции на гредови и рамкови мостове**

### **➤ Изграждане на монолитни конструкции на стационарни скелета**

В миналото при изграждането им за кофраж са използвани бичени греди, талпи и дъски, а за вертикалните елементи – фасонирани или обли греди. След свалянето на кофража голяма част от дървения материал е бил негоден за следваща употреба. Сега за скелета се използват предимно стоманени елементи и по изключение дървени.

Съвременната тенденция е да се прилагат такива елементи, които лесно се монтират и многократно се употребяват. За кофражи в България се ползва предимно водоустойчив шперплат, укрепен с дървени греди или стоманени профили. В чужбина се произвеждат хоризонтални елементи за скелета, състоящи се от отделни модули, които се наставят и се оформят ферми с различни дължини. При по-големи отвори фермите допълнително се усилват с въжета, оформени по полигон. Вертикалните елементи най-често са от стомана и след сглобяването им се оформят като кули с различни височини.

### **➤ Монтаж на сглобяеми конструкции**

#### **• Монтаж с кранове**

Монтажът с кранове е подходящ при изграждане на мостове над реки. Реките в България са с твърде непостоянен воден режим. Това позволява част от речното корито да бъде засипано и елементите на връхната конструкция да се монтират от терена. Поетапното отбиване на реката е благоприятно за изпълнението на фундирането на опорите.

Друга възможност е монтажът да се извършва от готовите отвори. За целта е необходимо:

- отворите, в които се разполага кранът, да бъдат със замонолитени конструкции;
- връхната конструкция се проверява за натоварването от кран в работно състояние, при което е възможно да се получат по-големи усилия, отколкото от подвижните състави в експлоатация.

Такъв монтаж се извършва рядко, тъй като монтажът от готовата конструкция се извършва с по-полегата стрела на крана, отколкото ако той е застанал отдолу и товароподемността му е по-малка.

При надлези над ж.п. линии, монтажът на елементите може да се извършва с кранове на ж.п. ход.

- **Монтаж с кран-ферма**

Кран-фермата се състои от стоманена прътова конструкция и механична част за хоризонтално придвижване и повдигане. Фермата трябва да е с дължина по-голяма от тази на два отвора на моста, за да не се преобърне. Монтираните греди са окачени между тях на телферна греда. Гредите се монтират в следната последователност:

- преместване на фермата към първия стълб при неподвижно положение на монтираната греда зад устоя;
- повдигане и преместване на гредата в първия отвор при неподвижно положение на фермата;
- преместване на фермата към следващия стълб при неподвижно положение на монтираната греда и т.н. до достигане на желаната позиция на гредата.

- **Поотворно изграждане**

- **Поотворно бетониране на скелета, подпирени на терена**

Поотворното бетониране е система за изграждане на непрекъснати греди на части с дължина приблизително равна на един отвор. Снаждането обикновено се извършва в местата, където огъващите моменти са почти нулеви, т.е. приблизително в четвъртината на отвора.

В първия етап се изгражда крайния отвор и една четвърт от следващия. След набирането на достатъчна якост се напъга готовата част. Следва преместване на кофража и скелето в съседния отвор. Преди заскеляването на третия отвор се извършва свързването на първите две части посредством предварително напъгане. Недостатък на този начин на изграждане е, че е необходимо доста време за монтиране и демонтиране на скелето в отделните отвори, както и голямото количество фундаменти (кавалети) за скелето.

- **Поотворно бетониране на скелета, подпирени на стълбове**

- **Поотворно изграждане с повдигане**

Частите на връхната конструкция се изливат на терена върху подравнена площадка с бетонна настилка. След като бетонът на единичната част (елемент) е достигнал необходимата якост се извършва предварително напъгане. После готовата част се повдига чрез механизация, подобна на тази за системата пакетно-повдигани плочи. Опорите на повдигащата инсталация задържат елемента на кота, малко по-висока от проектната. След това се изпълняват монолитно стоманобетонните стълбове. Техните фундаменти, както и тези на повдигащата инсталация се изграждат преди бетонната настилка. Повдигнатият елемент се спуска, така че да легне на лагерите, разположени на постоянните опори. След това повдигащата инсталация се премества на друга част на моста. В следващите етапи се изпълняват по същия начин останалите елементи. Когато два съседни елемента са установени на проектното им ниво, те се свързват чрез изливане на замонолитващ блок, чийто кофраж е окачен на съседните готови части на конструкцията. Впоследствие се извършва предварително напъгане за връзка между този блок и съседните елементи.

Недостатък на тази система е немалкото количество бетон за настилка и за фундаменти на опорите на повдигащите конструкции.

### ➤ **Конзолно изграждане**

Конзолното изграждане се прилага в два варианта:

- монолитен (конзолно бетониране);
- сглобяем (конзолен монтаж).

Последователността на изпълнението на строителните работи при конзолното изграждане е следната: започва се със стълбовете и устоите на моста. Като продължение на стълба се надгражда елемент "0" ("чукова глава"). От двете страни на стълба във всеки етап се добавя една двойка части, наричани сегменти. При конзолното бетониране сегментите представляват монолитно изливани блокове, а при конзолния монтаж – готови елементи. Всяка двойка сегменти (носеци еднакъв номер) се свързва помежду си и с изградената преди част чрез напругаща армировка. При симетрично изграждане на конструкцията се получават двустранни конзоли, наречени птички. Стълбовете и фундаментите при това са подложени на центричен натиск. В някои случаи конзолите, запънати в един стълб, са с различни дължини, при което трябва да се вземат подходящи мерки, напр. временни подпори, укрепване с наклонени въжета и др. Сегментите най-често са с дължини от 2 до 4 m. Напречното сечение на връхната конструкция обикновено е кутиеобразно и може да бъде съставено от една или повече греди с кухини.

За конзолното бетониране се ползва кофраж, закрепван за изградената част посредством стоманена конструкция, наричана още инсталация за конзолно бетониране. За изпълнението на следващия сегмент инсталацията с кофража се премества, след като бетонът е набрал необходимата якост и е извършено предварително напругане на двойката бетонирани сегменти. За намаляване на времето на втвърдяване на бетона могат да се прилагат ускоряващи добавки, а също подгриване на бетона с пара или електрически ток.

Конзолното монтиране може да се осъществи чрез конзолни кранове, преместващи елементите предимно вертикално. Такъв монтаж е възможен при мостове над реки или други водни площи и превозване на готовите елементи с плавателни съдове. При виадукти се ползват кран-ферми, служещи за вертикално повдигане и надлъжно преместване на сегментите.

### ➤ **Тактово изтласкване**

При системата тактово изтласкване строителната площадка е разположена зад единия устой. На нея се бетонират последователно отделните сегменти на конструкцията или се монтират готови сегменти, изработени предварително в завод или на полигон. Сегментите се свързват чрез предварително напругане. Посредством система от устройства за повдигане и изтласкване, конструкцията се премества в хоризонтална посока, като покрива последователно отворите на моста.

Изпълнението на отделните части се прекъсва по време на изтласкването. Дължината на готовата част от конструкцията, разположена зад устоя трябва да е достатъчна, за осигуряване на конструкцията срещу преобръщане, т.е. тя трябва да бъде по-дълга от първия отвор на моста. За намаляване на конзолните моменти може да се монтират временни междинни опори или най-отпред да се монтира лека стоманена конструкция.

## **III. Мостови конструкции в България**

Първото съоръжение изградено у нас по конзолен начин е мостът „Съединение” над р. Марица в Пловдив, завършен през 1983 г. Той осигурява продължение на ул. „Райко

Даскалов”. Широчината му е 16 м и отначало е предназначен за движение на пешеходци и за прокарване на топлопровод с две тръби  $\phi$  1000. Системата е конзолно монтиране с централен отвор 90 м и два крайни по 46 м. Елементите са произведени в с. Катунца (Пловдивско) и транспортирани до обекта с автомобилен транспорт. Монтирането е извършено от автокранове, стъпили на терена. За целта р. Марица е отбита с временни диги. Мостът е покрит с леки метални конструкции и на него е оформена търговска зона.

Проект за конзолно бетонен виадукт е разработен за виадукта на км 48 по Автомагистрала „Хемус” (на няколко километра от Правец в посока Варна). Отворите на моста са 68+130+140+130+120+68 м. Най-големият от тях 140 м е рекорден за нашата страна за стоманобетонен мост. Инвеститорът Главно управление на пътищата (ГУП) реши, че обектът е сериозен и местните сили не са достатъчни за справяне със задачата и затова се обърна към норвежката фирма „ААС Якобсен”, която предостави технология (ноу-хау) за изпълнение на конзолното бетонене. Фирмата „ААС Якобсен” даде проект на инсталацията за конзолно бетонене (стоманената конструкция, поддържаща кофража) и тя бе произведена в България. Строежът на виадукта започна през 1986 г. и завърши през 1999 г.

Следващият конзолно бетонен мост у нас е виадукта „Маказа”, в прохода „Маказа”, Източни Родопи, където има граничен пункт между България и Гърция. Мостът при Маказа е с централен отвор 90 м и два странични по 55 м. Проектиран е от инж. Димо Кисов, Милчо Решков. Съоръжението е изпълнено от турската фирма „Киска – Туранхазинедароуглу”. Тази фирма е избрана след провеждането на международен търг. [4] От началото на 21 век у нас за строителството на инфраструктурни обекти се провеждат международни търгове. Търгът е спечелен от участника, предложил най-ниска цена. При изграждането на обекта участват работници от Кърджалийско, българска фирма за строителен надзор и ефективен авторски надзор. Мостът бе завършен през 2005 г, но пускането на движението през граничния пункт е отложено с няколко години, поради забавяне на изпълнението на пътните работи на гръцка и българска територия.

Мостът на Дунав при Видин-Калафат е изграден от испанската фирма FCC Construction по техен проект. Конструкцията е конзолно монтирана с обща дължина 1391 м, а за ж.п. линията към нея се добавя стоманобетонна гредова естакада, дълга 400 м и изпълнявана на скеле.

За отворите на моста с дължина по 80 м (от българския бряг до острова) сегментите са транспортирани с автомобилен транспорт от производствената база до моста и монтирани със специална ферма. В корабоплавателната част между острова и румънския бряг отворите са по 180 м. Сегментите за тях са превозени до обекта с плавателни съдове и от тях са повдигнати със специални кранове за конзолен монтаж. Стълбовете на тези отвори са с наклонени подпори и вертикална част. Тя продължава в пилон, на който са закрепени вантите - наклонени окачвачи от снопове въжета. Ивицата между вантите е предназначена за железопътния коловоз. Всяка от страничните площи носи по две ленти за автомобилно движение. В двата края има тротоари, а от едната страна и велосипедна алея. Стоманобетонната кутия под коловоза е основен елемент, директно поемащ товар от коловоза. Чрез наклонените подпори и страничните части на плочата се поемат товарите от пътните платна. Такова конструктивно оформяне напоследък се прилага все по-често, като се постига оптимално собствено тегло. Липсата на наклонени подпори би изисквало броят на кутиите да бъде 2 или 3. По конструктивното си оформяне мостът при Видин-

Калафат няма аналог сред другите мостове над Дунав и е нормално да стане визитна картичка на Видин.

В България има случаи на поотворно бетониране. Мостът на пътния възел Цариградско шосе-Яворов е изграден на следните етапи: На дървено скеле са бетонирани първо крайните отвори с части от средния, а след това е изпълнена останалата част. Целта на поотворното бетониране е била да се намалят дължините на напрегащите кабели и оттам да се редуцират загубите от триене в тях. Естакадата в ж.к. Дружба и няколко други моста в София са изпълнени по системата поотворно бетониране. Отделните части, изливани на терена и впоследствие повдигани са снаждани помежду си чрез предварително напрегане в четвъртините на отворите.

Тактовото изтласкване е използвано с успех у нас за монтажа на два стоманени моста по автомагистрала „Хемус“ в прохода Витиня.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иванчев Ил., К.Топуров, „Стоманобетонни мостове“ 2002, ISBN: 9548873450
- [2] Зафирова М. “Хидроизолация на мостови конструкции”, научно списание “Механика Транспорт Комуникации” , том15, 1 / 2017,<https://mtc-aj.com/>
- [3] [www.vidincalafatbridge.bg](http://www.vidincalafatbridge.bg)
- [4] Зафирова М. "Организация и управление на строителството в условията на пазарно стопанство", ISBN 978-954-12-0270-8, гр. София 2019г.
- [5] <https://bg.wikipedia.org/wiki/Бeбpeш>
- [6] [www.magistralahemus.bg](http://www.magistralahemus.bg)

## TYPES OF CONSTRUCTION SOLUTIONS WHEN CONSTRUCTING BRIDGE STRUCTURES

*Kremena Marinova*  
**Kremena\_marinova@hotmail.com**

*Todor Kableshkov University of Transport,*  
*158 Geo Milev Street, Sofia,*  
**BULGARIA**

**Key words:** *bridge structures, open construction, cantilever construction, stroke ejection*

**Abstract:** *Bridge structures vary within certain limits, depending on the type of bridge, the place of construction and technological capabilities. They are one of the most complex and responsible facilities in the transport infrastructure. With these structures, on the one hand, the geographical conditions must be overcome, and on the other hand, the necessary operational qualities of the superstructure must be ensured. According to the method of construction, reinforced concrete bridges are classified mainly as monolithic, prefabricated and prefabricated-monolithic. Their implementation is hampered by the fact that it is necessary to move the heavy structure. This requires complete control over the stresses caused in the structure from the*

*beginning to the end of the operation. With the help of various lifting equipment, the necessary control and precision is performed in the implementation of complex activities.*

*In the developed report the different systems for construction of superstructures of beams and frame bridges are considered:*

- monolithic structures of stationary scaffolding;*
- installation of prefabricated structures;*
- more open construction;*
- cantilever construction;*
- clock ejection.*

*The publication also lists some of the bridge structures built in recent years.*