

## НОВОСТИ ПРИ МОСТОВОТО СТРОИТЕЛСТВО В БЪЛГАРИЯ

**Кремена Маринова, Мира Зафирова**

[Kremena\\_marinova@hotmail.com](mailto:Kremena_marinova@hotmail.com), [mzafirova@vtu.bg](mailto:mzafirova@vtu.bg)

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“*

*ул. „Гео Милев“ 158, София 1574*

**РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** *мостови конструкции, монолитно изграждане, сглобяемо-монолитни и сглобяеми конструкции, конзолно бетониране, потактово изтласкване*

**Резюме:** *Съществуват различни конструктивни решения на мостови съоръжения според начина на изпълнение. Те зависят от препятствията, които трябва да бъдат преодолявани.*

*В разработения доклад са разгледани различните методи за изграждане на връхни конструкции според начина на изпълнение:*

- *монолитно изграждане;*
- *сглобяемо-монолитно изграждане;*
- *сглобяемо изграждане;*
- *конзолно бетониране;*
- *потактово изтласкване.*

*В публикацията е разгледан и един от най-технологично иновативните мостове изградени в България през последните години- мостът над р. Струма при км 366+215 по АМ „Струма“ в участъка на ЛОТ 3.1 – ТУНЕЛ „ЖЕЛЕЗНИЦА“ или известен също като моста при тунел Железница. Той трябва да преодолее следните препятствия: съществуващ главен път I-I (Е-79), съществуващ електрифициран коловоз на ж.п. линия Благоевград-Кулата, перспективен втори коловоз на ж.п. линия Благоевград-Кулата, бъдещо проектно разположение на съществуващата четвъртокласен път BGL 1071, временен път по проект, обслужващ строителството на тунела.*

*Изборът на строителната система „потактово изтласкване“ е подходящ заради бързината на строителство, високото качество, добрите експлоатационни показатели и икономическата целесъобразност.*

### **I. ВЪВЕДЕНИЕ**

Съществуват различни конструктивни решения на мостови съоръжения според начина на изпълнение. Те зависят от препятствието, което трябва да бъде преодоляно. Основните видове мостове според начина на изпълнение са монолитни, сглобяемо-монолитни и сглобяеми.

## **II. Видове мостови конструкции според начина на изграждане**

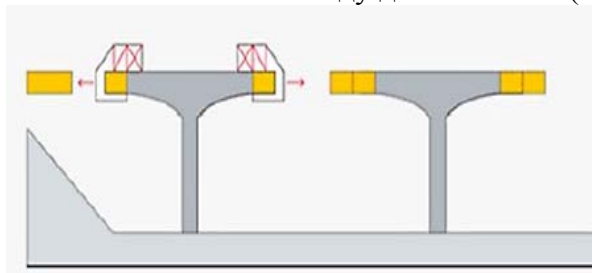
### **Монолитно изграждане:**

Монолитното изграждане се прилага при напречно сечение, когато е плоча или плочогредово. След изграждане на стълбове и устои от долното строене се изпълнява монолитна връхна конструкция. Това решение е подходящо за мостове с малки отвори над достъпен терен.

Последователно се изпълнява долно строене, монтира се кофражна система, монтира се армировка, бетонира се връхната конструкция и се изпълняват довършителни работи по моста като ограничителни системи, хидроизолация, отводняване, асфалтови работи, хоризонтална и вертикална маркировка.

### **Конзолно бетониране**

Конзолното бетониране е вид монолитно изграждане на мостово съоръжение. Методът се прилага обикновено при мостове с големи отвори и многоотворни мостове с дължина на отворите от 50 до 250 метра. Характерно за конзолното бетониране е изпълнението на връхната конструкция, която започва от площадка при единия стълб. След като бъде бетониран стартовия сегмент, той служи за платформа, на която се монтира инсталация, чрез която се изграждат следващите елементи. При този метод последователността на изграждане е долно строене – фундаменти, стълбове и устои; монолитно се изпълняват над стълбовите части- едновременно, конзолно се изгражда конструкцията от двете страни на стълба, следва изпълнение на конструкцията над следващия стълб и се замонолитва блокът между двата стълба. (Фиг.1)



**Фиг.1. Конзолно бетониране**

### **Потактово изтласкване**

Потактовото изтласкване е вид монолитно изграждане. Този метод е характерен при премостване на реки, пътища, жп линии, при които е невъзможно спиране на движението и отбиване на водата. При потактовото изтласкване в единия край на моста при устоя се изгражда работна площадка, върху която се монтират кофражни форми. Връхната конструкция се изпълнява на сегменти в кофражната форма. След като е изграден първият сегмент, с помощта на система от хидравлични крикове, той се „изтласква“ напред към отвора. Първият елемент освобождава кофражната форма и в нея се изгражда следващият сегмент, който след като е изпълнен, също се „изтласква“. Тези цикли продължават до достигане на другия устой и пълното изграждане на мостовото съоръжение. Изпълнението на моста започва с изграждането на долното строене, изгражда се работна площадка при първия устой, която служи за изпълнение на сегментите и станция за изтласкване. На устоя и стълбовете се монтират временни плъзгащи лагери. Изпълнява се първият сегмент, който се избутва на тактове. Той освобождава кофражната форма и следва изграждането на следващия сегмент, който като е готов също се избутва.

## **Сглобяемо и сглобяемо-монолитно изграждане**

Сглобяемите и сглобяемо-монолитните конструкции са икономически изгодни, лесни и бързи за изграждане. Подходящи са за премостване на къси разстояния. Монтажните гредови елементи с дължина по целия премостен отвор, обединени с обща замонолитена плоча са едни от най-популярните мостови конструкции у нас и по света. Съставени са от хоризонтални готови стоманобетонни елементи, изготвени в специални полигони или на обектови полигони, транспортирани до обекта и монтирани чрез краново монтажно средство, което се движи върху терена, върху готовата изпълнена конструкция, върху плавателен съд или върху монтираната върху скелето част от конструкцията. [1]

## **Новости при мостовото строителство в България**

Една от най-технологично иновативните конструкции, изградени през последните години в България, е мостът над р. Струма при км 366+215 по АМ „Струма“ в участъка на ЛОТ 3.1 – ТУНЕЛ „ЖЕЛЕЗНИЦА“ или известен също като моста при тунел Железница. Той трябва да преодолее следните препятствия: съществуващ главен път I-1 (E-79), съществуващ електрифициран коловоз на ж.п. линия Благоевград-Кулата, перспективен втори коловоз на ж.п. линия Благоевград-Кулата, бъдещо проектно разположение на съществуващия четвъртокласен път BGL 1071, временен път по проект, обслужващ строителството на тунела. Важно при избора на конструктивно решение на мостовото съоръжение в тази ситуация е, че движението по път E-79 и ж.п. линията трябва да бъде без или с минимално спиране. Изборът на строителната система „потактово изтласкване“ е подходящ заради бързината на строителство, високото качество, добрите експлоатационни показатели и икономическата целесъобразност.

### **Принцип на „потактово изтласкване“**

Връхната конструкция се изработва зад един от устоите, върху естествения терен или предварително изпълнен насип. Тя се изгражда на отделни сегменти (секции) в кофражна форма, монтирана непосредствено зад един от устоите. След налягане с прави кабели се „избутва“ с помощта на хидравлична техника по направление на оста на моста към противоположния устой. Всеки изтласкан сегмент освобождава формата за изграждане на следващия сегмент. Дължината и теглото на избутваното съоръжение нарастват с всеки готов сегмент. След избутването на цялата конструкция, се прави втори етап на налягане с външни налягащи кабели (кабели, които не са включени в напречното бетоново сечение на връхната конструкция). Понякога на избутването към връхната конструкция, в предната ѝ част, се монтира стоманен „нос“ („аван-бек“), състоящ се от две пълностенни стоманени греди, захванати с вертикални и хоризонтални връзки.

Връзката с връхната стоманобетонна конструкция се осъществява посредством високоякостни налягателни пръти Y1030H. При движението „изтласкване“ се получава вертикален провис в предната част на носа. Повдигането преди стъпването върху всяка от опорите се осъществява посредством хидравлични крикове, разположени в предната част на „носа“.

### **„Потактово изтласкване“ на моста над р. Струма при км 366+215 по АМ „Струма“ в участъка на ЛОТ 3.1 – ТУНЕЛ „ЖЕЛЕЗНИЦА“**

При изграждане на моста при тунел „Железница“ е избрано изграждане на отделните сегменти на връхната конструкция и „изтласкването“ е осъществено зад устоя от страна Кулата. На десет метра зад стената на устоя се разполагат кофражните

форми на двете платна. Всяка от кофражните форми е 32 метра. Двете връхни конструкции са изпълнени последователно една след друга. Конструкцията на лявото платно се състои от 10 отвора с обща дължина 560м, а дясното платно е с дължина 510м. (фиг.2).



**Фиг.2. Мост над р. Струма**

Височината им в различните части е между 10 и 18 метра, а разстоянието между колоните е 45 - 60 метра.

Връхната конструкция стъпва върху стълбовете и устоите върху два вида лагери при двата етапа на строителство - при изтласкването - временни лагери и по време на експлоатацията - постоянни/експлоатационни лагери. Временните лагери представляват стоманена плоча със закрепен върху нея лист от нераждаема стомана. Плочата е подпряна върху еластомерни лагери. При изтласкването плъзгането е осъществено чрез тefлонови плочи, плъзгащи се по нераждаемата стомана между нея и бетона на връхната конструкция. След края на изтласкването и приключването на втория етап на налягане на връхната конструкция, временните лагери са премахнати и са заменени с постоянни. Това е осъществено чрез синхронизирано повдигане на конструкцията на всяка опора с шест броя хидравлични крикове при стълбовете и с по четири крика при устоите.

Връхната конструкция е с кутиеобразно напречно сечение, която е изградена на два етапа. При етап 1 е изпълнена долната плоча, заедно с прилежащите анкерни блокове и стeблата и при етап 2 - горната плоча, заедно с прилежащите ѝ анкерни блокове. С цел ускоряване на строителния процес, кофражът за горната плоча е изпълнен с предварително направена, подвижна във вертикално и хоризонтално направление „кофражна маса“. Диафрагмата при стълбовете се изпълнява на два етапа, по начин, който позволява да се осигури възможност за работа с преместваемата кофражна маса за горната плоча. При втория етап диафрагмата се бетонира през предварително оставени отвори в горната плоча. Връзката с изпълнената преди това част се осъществява посредством химически анкери. Работната фуга между отделните сегменти е награвена и надлъжната армировка преминава непрекъснато.

Налягането на връхната конструкция е осъществено на два етапа:

Етап 1 е по време на изпълнение на сегментите - след бетониране. Общият брой налягателни кабели в първия етап на налягане е 12 бр. – 8 броя в горната плоча и 4 броя - в долната. Всеки сегмент е налягат в два етапа: в първия етап е налягат едностранно половината от общия им брой (четири броя в горната плоча и 2 броя в долната), а във втория етап – са налягати останалите кабели, които преминават в следващия сегмент и са налягати там със същата сила. По този начин е получено „привързване“ на сегментите един към друг. Работните фуги между сегментите са позиционирани в местата с малки по размер огъващи моменти от постоянните товари във връхната конструкция при експлоатацията на моста.

Етап 2 на налягането е при пълното избутана връхна конструкция и изпълнени диафрагми - в този етап се използва външно налягане. Налягането на тези кабели, които са извън бетонното сечение на връхната конструкция, е извършено двустранно. Осигуряването на проектното позициониране на канообразователи, преминаващи през специалните бетонни блокове, се осъществява чрез предварително изготвени тръбни „девиатори“.



**Фиг.3. Изграждане на моста над р. Струма**

Тротоарните блокове са изпълнени със сглобяеми стоманобетонни панели за корнизи и монолитни тротоарни блокове, след приключване на окончателното налягане на връхната конструкция. След изпълнение на тротоарните блокове са изпълняват и асфалтобетоновите работи.

Проектирането и изграждането на моста при р. „Струма“ при км 366+215 – първият мост, реализиран по тази технология е изпълнен от обединението “Железница – Север”, в което участват “ГБС Инфраструктурно строителство”, “Главболгарстрой” и “Главболгарстрой Интернешънъл”.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] проф. д-р. Инж. Иван Лалов, доц. д-р инж. Димирът Хубчев, ст.н.с. II ст. д-р инж. Марио Гълъбов- Стоманобетонни мостове Част 1 Въздействия по БДС EN, Статика, Конструкции
- [2] Обяснителна записка по част Конструкции на обект: „Големи съоръжения- мост над р. Струма при км 366+215“ част от „Проектиране и строителство на автомагистрала „Струма“ ЛОТ 3.1 тунел „Железница“.

## BRIDGE CONSTRUCTION NEWS IN BULGARIA

Kremena Marinova, Mira Zafirova

[Kremena\\_marinova@hotmail.com](mailto:Kremena_marinova@hotmail.com), [mzafirova@vtu.bg](mailto:mzafirova@vtu.bg)

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

**Key words:** *bridge structures, monolithic construction, prefabricated monolithic and prefabricated structures, open construction, cantilever construction, per-cycle push-out.*

**Abstract:** *There are different structural solutions of bridge facilities according to the method of implementation. They depend on the obstacles they have to overcome.*

*The developed report examines the different methods of building superstructures according to the method of implementation:*

- *monolithic construction;*
- *prefabricated monolithic construction;*
- *prefabricated construction;*
- *cantilever concreting;*
- *per-cycle push-out.*

*The publication also examines one of the most technologically innovative bridges built in Bulgaria in recent years- the bridge over the Struma river at km 366+215 along the Struma highway in the section of LOT 3.1 – Zheleznica TUNNEL. This bridge is also known as the bridge at the Zheleznitsa tunnel. It must overcome the following six obstacles: existing main road I-1 (E-79), existing electrified railway track. Blagoevgrad-Kulata line, prospective second track of the railway. Blagoevgrad-Kulata line, future design location of the existing fourth-class road BGL 1071, temporary road under a project serving the construction of the tunnel.*

*The choice of the " per-cycle push-out" construction system is suitable because of the speed of construction, high quality, good operational indicators and economic expediency.*