



Получена: 09.12.2022 г.

Приета: 31.01.2023 г.

КОНСТРУКТИВНИ И ЕКСПЛОАТАЦИОННИ ПРОБЛЕМИ НА СКЕНЕТО НА АНТИЧНИЯ ТЕАТЪР В ГРАД ПЛОВДИВ СЛЕД 40-ГОДИШНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

И. Дойков¹, Б. Петров², С. Бояджиев³

Ключови думи: конструктивна оценка, анастилоза, рехабилитация

РЕЗЮМЕ

Античният театър е изграден в сегашния си вид в края на 70-те и началото на 80-те години на XX век. В конструкцията на сценето са изпълнени както оригинална автентично запазена римска зидария и автентичен каменен градеж, така и нова стоманобетонна конструкция, като само за анастилозата са използвани стоманени колони с тръбно сечение. В стоманобетонните и стоманените конструктивни елементи са интегрирани автентични детайли от първоначалната конструкция на Античния театър, открити при направените археологически разкопки. Разработката акцентира върху: 1) конструктивни проблеми, възникнали по времето на основното строителство, при преустройствата и през периода на дълговременната експлоатация, без да са извършвани значителни ремонти по съоръжението; 2) наличието на акустично въздействие върху конструкцията при провеждането на музикални събития в Античния театър. Предложени са редица мерки, с които да се възстанови началната носимоспособност на конструкцията и да се повиши дълготрайността на материалите, вложени в съоръжението.

¹ Иван Дойков, доц. д-р инж., кат. „Строителни материали и изолации“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: idoikov_fce@uacg.bg

² Богомил Петров, проф. д-р инж., кат. „Строителни материали и изолации“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: bwp_fce@uacg.bg

³ Симеон Бояджиев, инж., кат. „Строителни материали и изолации“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: sboyadjiev_fce@uacg.bg

1. Въведение

Античният театър в Пловдив е един от най-запазените римски театри в света. До скоро се е считало (на базата на открит строителен надпис върху фриз-архитрава от източния параскений), че построяването на театъра е станало по времето на римския император Марк Улпий Траян (98 – 117) [1]. По време на скорошно археологическо проучване е открит и разчетен надпис върху постамент за статуя, според който театърът е построен при император Тит Флавий Домициан (81 – 96) [2].

Разположен е между Джамбаз тепе и Таксим тепе. Голяма част от театъра е разрушена – от пожар или земетресение през IV век. Разкрит е при археологически разкопки, проведени през 1968 – 1979 г. от Археологическия музей в Пловдив. В края на седемдесетте и началото на осемдесетте години на миналия век е извършена реставрация и той е съхранен в днешния си вид (фиг. 1).



Фиг. 1. Общ изглед на Античния театър в Пловдив

Конструкцията на сценето е нерегулярна в план и височина. Състои се от подземна част, изградена от римска зидария – автентично запазена. Над него е разположено помещение за декори от кота +180,20 до кота +183,00. Частично е покрито от стоманобетонна плоча в едната си част, а другата първоначално е била покрита с метален гредоред, покрит с плексиглас, а впоследствие е била изградена втора метална скара, върху която е разположен декинг. Вертикалните носещи елементи представляват стоманобетонни колони, плътни стоманобетонни ограждащи стени, както и автентичен каменен градеж.

В зоната между коти +183,00 и +190,00 конструкцията на съоръжението представлява четири колонади от масивни колони, всяка от които обединена със стоманобетонни греди и частично изпълнени стоманобетонни плочи. Колоните представляват стоманен профил с кръгло сечение, облечено с каменно-бетонен кожух. В зоната между коти +190,00 и +196,53 конструкцията представлява две колонади от масивни колони, всяка от които обединена със стоманобетонни греди и частично изпълнени стоманобетонни плочи. Колоните представляват стоманен профил с кръгло сечение, облечено с каменно-бетонен кожух.

В стоманобетонните елементи са интегрирани автентични елементи от първоначалната конструкция на Античния театър, открити при направените археологически разкопки.

2. Състояние на конструкцията на сценето

Реставрацията на театъра е извършена в много кратък период от време, като театърът е трябвало да бъде открит за посетители за честванията на 1300 години България през 1981 г. (На 3 юни 1976 г., с решение № 477 на Секретариата на ЦК на БКП, на Комитета за изкуство и култура е дадена позиция на водеща структура в предстоящата всеобща организационна и ресурсна мобилизация за идеята 1300-годишнината на българската държава да бъде тържествено отбелязана [3]). Съкратените срокове за изпълнението на реставрационните дейности са довели до появата на множество проблеми, предпоставени както във фаза проектиране, така и във фаза строителство.

Обследвано е техническото състояние на конструкцията на Античния театър в Пловдив в края на 2021 г. и при него са установени следните по-важни обстоятелства и факти:

2.1. Помещение за декори

Бетоновите работи по колоните в помещението за декори са изпълнени некачествено. Бетонът е със силно порьозна структура и на места оголена армировка. На места бетонното покритие на надлъжната стоманобетонна греда е незначително, при което част от армировъчните пръти са открити и по тях се развиват корозионни процеси (фиг. 2, фиг. 3).



Фиг. 2. Елементи в складово помещение



Фиг. 3. Елементи в складово помещение



Фиг. 4. Отводняване



Фиг. 5. Проблеми на отводняването

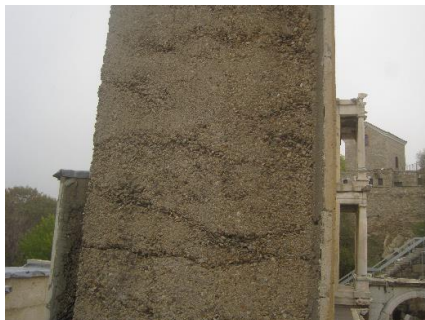
При основното проектиране е възприето решение за отводняване на откритата площадка над склада за декори (проскений) да става в два броя линейни отводнителни (фиг. 4). Това решение не е удачно, като към момента и от двата линейни отводнителни се изливат дъждовни води в склада за декори. Основните щети от обливането са върху стоманобетонната надлъжна греда в помещението (фиг. 5).

2.2. Открита конструкция

При изпълнението на стоманобетонната конструкция не са предприети специални мероприятия за удължаване на дълготрайността на конструкцията. Дори напротив, при огледа е установено, че в много зони дебелината на защитното бетонно покритие е почти нулева. В тези участъци вследствие на системното излагане на атмосферните условия арматурата е корозирала и е разрушила защитното покритие (фиг. 6). Друг основен дефект е лошото изпълнение в зоните с дълготрайно прекъсване на бетонирането (работни граници) и лошото общо уплътняване на бетонната смес (фиг. 7, фиг. 8). По стоманеното стълбище зад западния параскений има места с изразена язвена корозия (фиг. 9).



Фиг. 6. Дефекти



Фиг. 7. Дефекти



Фиг. 8. Дефекти във видим бетон



Фиг. 9. Корозия в стоманено стълбище



Фиг. 10. Проблеми на покривно покритие



Фиг. 11. Проблеми на покривно покритие

Хидроизолацията от оловна ламарина е силно дефектирала. През годините са предприемани частични ремонти, които са се състояли най-вече от затежняване на ламарината с подръчни средства, но това не е достатъчно с оглед на значителното изкривяване на оловните листове (фиг. 10, фиг. 11). Заради лошото състояние на покривната ламарина по плочите се наблюдават следи от извлеци на калциев хидроксид.

2.3. Анастилоза

При извършеното възстановяване са били налични само фрагменти от колони. Възстановяването е извършено, като наличните фрагменти са вложени около нови стоманени колони с кръгло сечение $\phi 121$.

В източната част на проскения (сценичната площадка) са възстановени изцяло две колони и една – само частично. Архитравът и прилежащата му греда стъпват изцяло върху едната от двете колони и само частично върху втората. При това те не покриват изцяло носещата стоманена тръба. Във времето защитното покритие на тази конструктивна връзка се е нарушило и към момента заварката „колона – греда“ е силно корозирала и застрашава целостта на съединението (фиг. 12, фиг. 13).



Фиг. 12. Корозия на заварка



Фиг. 3. Корозия на заварка



Фиг. 14. Пукнатини в кръгли колони



Фиг. 15. Пукнатини в кръгли колони

Бетонните кожуси на колоните не са армирани и в тях са се явили радиални и хоризонтални пукнатини (фиг. 14, фиг. 15). При изследванията за дълготрайност на конструкцията е установено, че към момента наличието на тези пукнатини не е довело до развитие на значителна корозия в стоманените колони, но е необходимо при бъдещ ремонт да се предвиди обработка на пукнатините.

3. Окачени елементи

Окачените елементи са основно три типа: автентични орнаменти, които са вбетонирани в конструкцията; декоративни пана на южната (задна) стена на сценето; плочки по северната фасада (по посока на трибуните).

3.1. Автентични орнаменти

Проверена е връзката между автентичните орнаменти и стоманобетонните елементи както за архитравите, така и за вбетонираните елементи в плочите на коти +190,00 и +195,38. Установено е, че при един от орнаментите на кота +190,00 е налично частично отлепяне от основата, което може да е било дефект още при строителството или да се е реализирало по време на експлоатацията.

3.2. Декоративни пана и облицовка от плочки

Установено е, че около 50 % от декоративните пана, монтирани по южната (задната) стоманобетонна стена на сценето, са отлепени от основата (фиг. 16, фиг. 17). Фактът, че вече има изцяло компрометирани елементи, показва необходимост от предприемане на тяхното ново дюбелиране към основата или цялостното им премахване.

Около 80 % от плочките по фасадата са частично отлепени от основата (фиг. 18, фиг. 19).



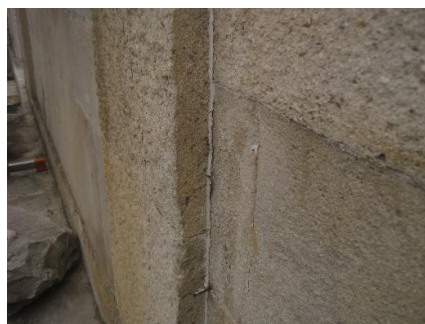
Фиг. 16. Декоративни пана



Фиг. 17. Декоративни пана



Фиг. 18. Облицовъчни плочки



Фиг. 19. Облицовъчни плочки

4. Дълготрайност

На базата на измерен електропотенциал между носещата армировка и повърхността на бетона е установено, че в армировката от гредите и полетата, при които е компрометирана хидроизолацията от оловни листове, корозията обхваща между 20 % и 50 % от околната ѝ повърхнина, което може да доведе до сериозно нарушение на сцеплението ѝ с бетона. Тези резултати са потвърдени и чрез измерване на съпротивляемостта на бетона. За удължаване на срока на експлоатация на съоръжението е необходимо да се вземат допълнителни мерки, за да не се допуска бъдещо значително водонапиване на стоманобетонната конструкция. Също и да се ограничи развитието на карбонизацията чрез изпълнение на повърхностна импрегнация на видимия стоманобетон.

5. Конструктивна оценка

Съоръжението отговаря на противоземетръсните норми от времето на основното строителство (Правилник за строителство в земетръсни райони, 1964 г. [4]). Понастоящем съоръжението не отговаря на конструктивните изисквания на съвременните норми за антисейзмично строителство – Наредба № РД-02-20-2 за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони от 2012 г. на МРРБ за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони [5] и съществените изисквания за вложените материали на чл. 169 ал. (1) на ЗУТ [6]. Съгласно чл. 5 и чл. 6 от горната наредба, при запазване на досегашното предназначение и проектно натоварване, както и при положение, че не се извършват СМР, засягащи конструкцията или отделни нейни елементи, се допуска съоръжението да не се осигурява на земетръс съгласно действащите в момента норми.

След направен модален анализ на носещата конструкция на съоръжението е установено, че собствените честоти на трептене са в диапазон 2,95 Hz ÷ 48,95 Hz. Тези стойности почти изцяло се припокриват с действителните честоти, които се генерират в съоръжението, които съгласно съществуващ аудиоанализ са между 8 Hz и 50 Hz. За да се избегне вредното влияние по време на музикални мероприятия, е необходимо да се спазват мерки, описани от екип на аудиоинженери.

6. Препоръки за възстановяване

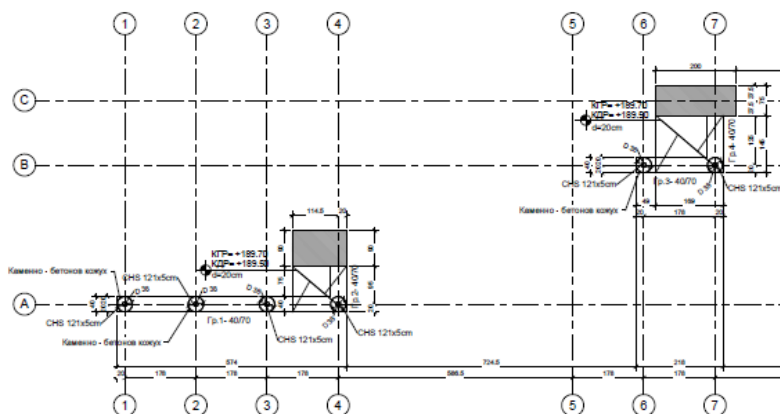
Препоръки по отношение на конструктивните елементи и детайли

Заварката между стоманената колона KB6 и гредата В/6-7 на кота +190,00 (фиг. 20) е силно корозирала. Необходимо е да се почисти корозията на връзката и да се изпълни нова заварка. Да се предприемат мерки по тампониране на горната повърхност на колона KB6 от анастилозата на кота +190,00 с цел предпазване на основната носеща стоманена колона от развитие на бъдещи корозионни процеси.

Орнаментът по долната повърхност на западния параскений на кота +190,00 е частично отлепен от основата в средната си зона. По краищата на орнамента не е установено отлепяне от бетона. Елементите, прикрепени по долната повърхност на плочата на кота +195,38 са в добро състояние.

Декоративните пана, монтирани по южната (задната) стоманобетонна стена на скенето, трябва да се дюбелират към основата или цялостно да се премахнат. При предприемане на варианта с дюбелиране е препоръчително всеки един елемент да се прикрепя с поне 2 скрепителни устройства на дълбочина най-малко 10 cm в конструктивния бетон.

За плочките по северната фасада (по посока на трибуните) на скенето да се предвиди тяхното ново залепяне, дубелиране или премахване и замяна.



Фиг. 20. Фрагмент от кофражна схема на ниво +190,00

Препоръки по отношение на дълготрайността на конструктивните материали

По бетонния кожух на част от реставрираните колони са установени множество надлъжни и напречни пукнатини. Това намалява тяхната способност ефективно да защитават носещите стоманени колони. Препоръчително е да се извърши повърхностна обработка на дефектиралите (а най-добре на всички) колони от анастилозата с безцветни повърхностни състави за защита на бетон, отговарящи на изискванията за хидрофобно импрегниране на БДС EN 1504-2 [7]. По възможност пукнатините да се инжектират с безцветен епоксиден състав, без да се допуска изтичане на смоли по повърхността на елементите.

Необходимо е да се възстанови хидроизолационното покритие на кота +190,00, като отводняването се отведе в южна посока (извън сцената на театъра). По този начин ще се спре обливането на плочи, греди и реставрирани колони, за които са налични извлеци на калциев хидроксид. Установено е наличие на значителни извлеци на калциева основа от стоманобетонните елементи на кота +195,38 на западния параскений. Да се възстанови хидроизолационното покритие в тази зона.

Важно е да се ревизира водоотвеждането под декинга на кота +183,00 над склада за декори. Да не се допуска бъдещо обливане на надлъжната стоманобетонна греда. Да се отстрани компрометираното бетонно покритие по гредата и да се почистят стоманените армировъчни пръти от корозията. При установяване на редуция на сечението с повече от 15 % прътите следва да се дублират равномерно. Възстановяването на бетонното сечение да се извърши със състави за конструктивно възстановяване минимум клас R3 съгласно БДС EN 1504-3 [8].

Необходимо е да се предвиди цялостна повърхностна обработка с цел импрегниране на видимия бетон за забавяне на развитието на процесите на карбонизация, както и уеднаквяване на цветовете нюанси след възстановяването на дефектите.

Благодарности

Настоящата научно-приложна разработка е изцяло финансирана от ОИ „Старинен Пловдив“.

ЛИТЕРАТУРА

1. [https://bg.wikipedia.org/wiki/Античен_театър_\(Пловдив\)](https://bg.wikipedia.org/wiki/Античен_театър_(Пловдив)), poseten na 12.10.2021.
2. <https://www.ancienttheaterplovdiv.eu/page16.html>, poseten na 18.09.2022.
3. <https://bulgarianhistory.org/1300bulgaria/>, poseten na 18.09.2022.
4. Pravilnik za stroitelstvo v zemetrasni rayoni. 1964.
5. Naredba No. ПД-02-20-2 ot 2012 za proektirane na sgradi I saorajeniya v zemetrasni rayoni. 2012.
6. Zakon za ustroystvo na teritoriyata. 2001.
7. EN 1504-2:2005 Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity – Part 2: Surface protection systems for concrete.
8. EN 1504-3:2006 Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity – Part 3: Structural and non-structural repair.

STRUCTURAL AND OPERATIONAL PROBLEMS OF THE SCENE OF THE ANCIENT THEATER IN THE CITY OF PLOVDIV AFTER 40 YEARS OF OPERATION

I. Doykov¹, B. Petrov², S. Boyadjiev³

Keywords: structural evaluation, anastylosis, rehabilitation

ABSTRACT

The ancient theater was built in its current form in the late 1970s and early 1980s. In the construction of the scene, original, authentically preserved Roman masonry and authentic stone construction, as well as a new reinforced concrete structure, were implemented, and only for the restored load-bearing architectural elements used in the anastylosis of the Ancient Theater, steel columns with a tubular section were used. Authentic details from the original structure of the Ancient Theater, discovered during the archaeological excavations, were integrated into the reinforced concrete elements. The paper focuses on: 1) structural problems which occurred during the initial building of scene, the renovations and the long-term operation without significant repairs to the facility; 2) the presence of an acoustic impact on the structure during musical performances in the Ancient Theatre. The article proposes to implement a number of measures to restore the initial carrying capacity of the structure and the durability of building materials of the facility.

¹ Ivan Doykov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Building Materials and Insulations”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: idoikov_fce@uacg.bg

² Bogomil Petrov, Prof. Dr. Eng., Dept. “Building Materials and Insulations”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: bwp_fce@uacg.bg

³ Simeon Boyadjiev, Eng., Dept. “Building Materials and Insulations”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: sboyadjiev_fce@uacg.bg