

# Тема 1. Дървени мостове – главни части на мостовата конструкция и техните функции. Товари при мостовете

## 1. Дървени конструкции в съвременното мостостроене – област на приложение

Дървото е общодостъпен строителен материал, използван от най-ранните години на човешкото съществуване, наравно с камъка. Той е по-лек и по-лесен за обработка, но същевременно и по-недълготраен в неблагоприятна среда. През 18 век се появява желязото, а по-късно и стоманата като конкурентен материал. В началото на 20 век се появява и бетонът като друг конкурентен материал. Ресурсът на дървото от неограничен става ограничен поради намаляване на горските площи. Въпреки това дървото е възпроизвеждащ се материал и в определени случаи неговото приложение е оправдано.

Дървото има добри конструктивни показатели. Отношението на обемното му тегло и изчислителното напрежение е  $2,2 \cdot 10^3 \text{ m}$ , при стоманата е  $2,7 \cdot 10^3 \text{ m}$ , а при бетона е  $0,5 \cdot 10^3 \text{ m}$ . Това показва, че за дървото и стоманата сравнително малка част от носимоспособността на материала отива за самоносене, а останалата е за полезния товар. При бетона е точно обратното. Цифрите за стоманата и дървесината важат за опън и натиск, докато за бетона цифрата е само за натиск. Бетонът обаче е много по-евтин -  $0,04 \text{ лв/кг}$ , докато стоманата е  $1,2 \text{ лв/кг}$ , а дървото  $0,4 \text{ лв/кг}$ .

Технологическите процедури за превръщането на тези материали в конструкция са също много различни по стойност, но съпоставими. Всичко това определя специфична област на приложение на всеки от тях.

Дървесината е лесна за обработване и при съвременните производствени технологии на конструкциите от нея може да се придава най-различна целесъобразна форма.

Дълготрайността на дървесината срещу биологични и животински вредители при естествените открити природни условия се гарантира чрез импрегниране с подходящи химически вещества. Чрез тях може да се придаде и желан цветови нюанс на видимите повърхности.

Дървесните повърхности, подходящо обработени, имат силно естетическо и емоционално въздействие, затова мостове от този материал се изпълняват в паркова или етнографска обстановка, в туристически обекти или на места, където се цели хармонично вписване на инженерни съоръжения в природната среда.

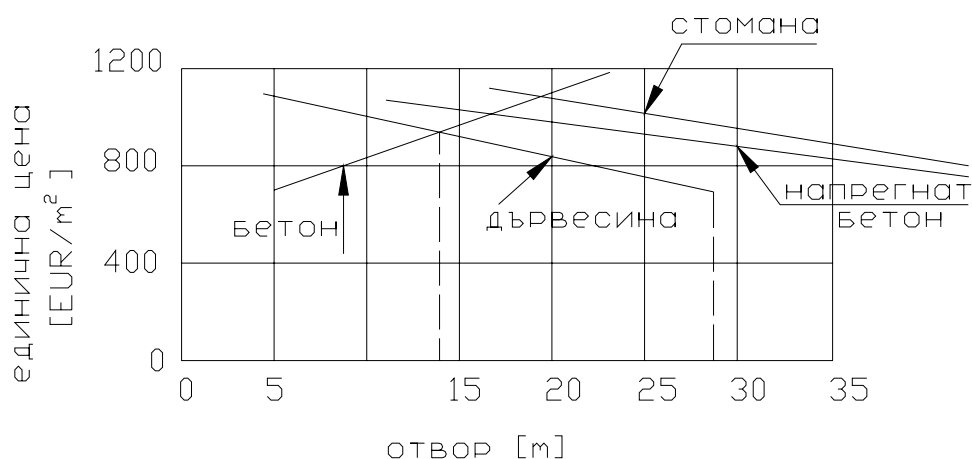
Поради относително ниската си якост дървесината не е подходяща за голямоотворни съоръжения. Тя се използва най-вече за конструкции с отвори 30-40m. При някои конструктивни форми може да се реализират отвори до 70-80m. Дървените мостове са подходящи при пешеходен трафик поради по-ниския му интензитет като натоварване. Тогава дървените елементи са с по-малки сечения и могат да се транспортират и монтират на големи производствени дължини.

Дървените мостове са широко прилагани в страни с голям дървесинен ресурс (скандинавските страни, Канада, Швейцария, Австрия). Те се прилагат и в страни с по-малък дървесинен ресурс, но предпочитание към ефектни и разнообразни конструктивни решения като Германия, Италия.

У нас дървесината е сравнително евтин материал. Големите и възможности в областта на конструкциите почти не се използват поради липса на опит и традиции в проектирането и производството. За бъдеще е желателно това да се промени.

На фиг.1.1. е представена графика съпоставяща относителната стойност на конструкции изпълнени от различни материали при различни подпорни разстояния. Тя показва, че ефективната област на приложение на дървените мостове е над 14m. Горната граница е над 28m, но не е установена категорично. Данните са представителни за

конюнктура във Финландия, но могат да служат като ориентировъчни за приложимостта на дървесината и у нас.



Фиг.1.1. Сравнителна графика за стойността на малоотворни мостове от различни материали

## 2. Главни части на мостовата конструкция

Мостовата конструкция се състои от връхна конструкция и долно строене. Връхна конструкция е частта от моста намираща се над опорните устройства (лагери). Останалата част е долно строене, което се изпълнява от каменна зидария при стоманобетон. Тази част няма да бъде обект на разглеждане.

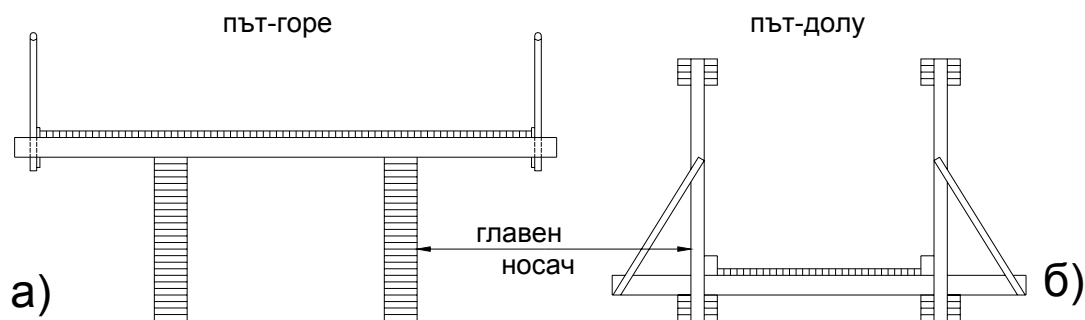
Връхната конструкция се състои от следните главни части:

➤ Главна носеща система. Тази система поема всички товари действащи успоредно на нейната равнина и ги пренася в опорните точки. Равнината в която е разположена главната носеща система най-често е вертикална. Прието да се нарича още “главен носач” или “главна греда” ако системата е гредова.

Главният носач може да бъде изпълнен по различни конструктивни схеми: гредова (проста, непрекъсната), фермова (преимуществено едноотворна), дъгова, рамкова, вантова. Изборът им зависи от топографията на терена, положението на нивелетата, големината на отвора, геоложките условия, технологичните възможности на изпълнителя.

➤ Пътна конструкция. Пътната конструкция има предназначение да поема локално действащите товари от возила и пешеходци и да ги пренася до главните носачи. Схемите на пътните конструкции зависят от вида на трафика, неговия обем (интензитет) и габарити, от положението на нивелетата спрямо главните носачи и др.

Според положението на пътната конструкция спрямо главните носачи се различават такива с “път-горе” – когато пътната конструкция е на (над) нивото на горния ръб (пояс) на носача (фиг.1.2.а) или с “път-долу” – когато пътната конструкция е на нивото на долния му ръб (пояс), (фиг.1.2.б)



Фиг.1.2. Възможни разположения на пътната конструкция спрямо главните носачи

➤ **Пространствено укрепяване.** Пространственото укрепяване има две функции. Първата е да поема всички товари действащи напречно на равнината на главната конструкция и да ги пренесе до опорните точки. Това са основно товари от вятър и земетръс. Втората функция е да укрепява натиснати елементи от главния носач извън неговата равнина.

В някои случаи елементи от конструкцията могат да изпълняват функции на различните главни части описани по-горе. Например елементи на пътната конструкция – да участват в пространственото укрепяване или да бъдат части от главната носеща система. Това се нарича многофункционалност на елементите, която се предпочита с оглед опростяване на конструкцията.

На фиг.1.3. е показана снимка от конструкцията на дървен пешеходен мост, в която функциите на трите главни части се изпълняват от един елемент - хоризонтално разположен блок от лепени дъски. Тя е функционална, лесна за изработване, монтаж и експлоатация и има добър външен вид. Примерът е от Германия.



Фиг.1.3. Дървен пешеходен мост с върхна конструкция от един елемент

Главната носеща система има първостепенно значение за надеждността на моста. При излизане от строя на отделен неин елемент (част) може да се получи авария на съоръжението изобщо или поне невъзможност за експлоатирането му.

Пътната конструкция и пространственото укрепяване имат второстепенно значение за надеждността на моста. Увреждания на техни елементи най-често не водят до авария, но могат да влошат нормалната му експлоатация. При екстремни обстоятелства на натоварване обаче тези увреждания също са аварийно опасни.

### 3. Товари при мостовете

Товарите при мостовете се разпределят в три групи: постоянни, временни и особени.

Постоянни товари са товарите от собствено тегло на конструкцията и функционалните елементи на моста, от предварително налягане (ако има), както и всички други, които действат през целия експлоатационен период.

Временните товари действат за определен ограничен период от време. Те биват краткотрайни и дълготрайни. Според природата си биват климатични товари (въздействия) или въздействия от трафика: вертикални – от теглото на возилото, хоризонтални-инерционни от промяна на скоростта (спирателни сили) или от движение в крива (центробежни сили). Първите са надлъжни, а вторите напречни.

За оразмеряването на конструкциите от основно значение са вертикалните товари от трафика. Комбинациите от возила с различно осово натоварване и разположение на осите са безкрайно разнообразни, затова за изчислителни цели са предвидени товарни схеми от нормени товари, които по степен на въздействие върху конструкцията са еквивалентни на реалните. Нормените товари са комбинация от осови (една ос има два колесни товара) и разпределени товари. Група осови товари (тандем) имитират тежко возило и се поставят на най чувствителното за дадено усилие място, а разпределените товари имитират останалите по-леки возила. Пешеходното натоварване се представя като разпределен товар с интензивност зависеща обратно пропорционално от дължината на натоварвания участък. То варира от  $2,5kN/m^2$  до  $5kN/m^2$ .

Климатичните въздействия биват въздействия от вятър и температурни въздействия. При покрити мостове, които се срещат при конструкции изпълнявани от дърво се разглеждат и натоварвания от сняг.

Особени товари са сеизмичните товари, удари от возила върху елементи на връхната конструкция или върху долното строене, ледоход, експлозии и др.

При изследване на мостовата конструкция изброените товари и въздействия се комбинират в подходящи възможни комбинации. Колкото повече товари влизат в една товарна комбинация, толкова по-малка е вероятността те да действат с максималните си стойности. Това се отчита с коефициенти за комбинация на товари  $\psi \leq 1$ .

Конструкциите се изчисляват за две гранични състояния:

➤ Крайно гранично състояние. Това е състояние, при което конструкцията получава някакъв вид разрушение или промяна на формата след което по-нататъшната и експлоатация е невъзможна. Товарите за това състояние са големи, с възможност за появяване един или няколко пъти през експлоатационния период.

➤ Експлоатационно гранично натоварване. Състояние, при което конструкцията претърпява изменения (деформации, пукнатини, провисвания), които нарушават нормалната и експлоатация. Товарите за това състояние са по-малки – такива, които са по-близки до нормалните по време на експлоатация.