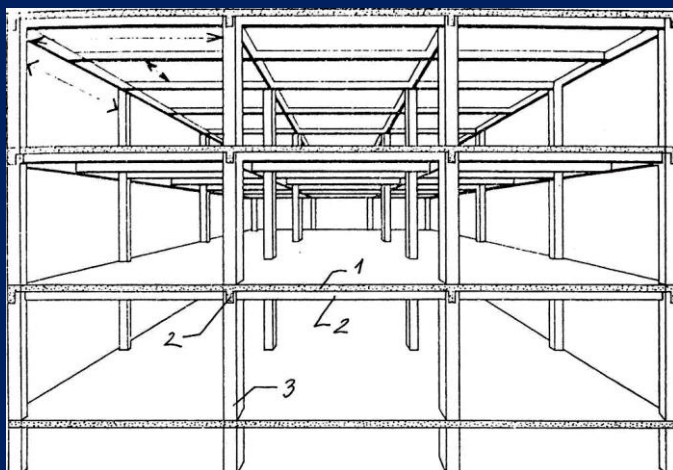


Илия Иванчев



**ВЪВЕДЕНИЕ В  
СТРОИТЕЛСТВОТО**  
(ЗАПИСКИ ЗА ЧУЖДЕСТРАННИ СТУДЕНТИ)  
Трето преработено и допълнено издание



СОФИЯ 2013 г.

**ISBN 978 - 954 -724 - 061 – 2**

# **ВЪВЕДЕНИЕ В СТРОИТЕЛСТВОТО**

**(ЗАПИСКИ ЗА ЧУЖДЕСТРАННИ СТУДЕНТИ)**

**Трето преработено и допълнено издание 2013г.**

**© Илия Иванов Иванчев, проф. д-р инж., автор, 2013**

**Графично оформяне и аранжиране на фигурите с участието на: гл. ас инж.  
Евелина Иванова и инж. Десислава Митева.**

**Електронно издание – формат PDF**

**Сайт: [www.uacg.bg](http://www.uacg.bg)**

**УАСГ – гр. София**

## 1. ОБЩО ЗА ПРОЕКТИРАНЕТО

Строителството на *сгради* (buildings) и *съоръжения* (construction works) се извършва по предварително съставени *проекти* (designs). Проектите се състоят от чертежи и текстова част. В тези материали трябва да се съдържа цялата необходима информация, за да може да се изпълни строителството. Ръководителите на строежите, техническите ръководители, майсторите и специалистите нямат право да изменят дори и частично проектите. Тяхно задължение е да ги изпълняват точно. В миналото проектирането и ръководството на строителството се е извършвало от майсторите. Проекти в съвременния им вид не е имало. Майсторът е бил в правото си по време на строителството да променя първоначалните си замисли и решения.

Проектите на сградите съдържат следните части:

**Архитектурна.** Изработва се от архитекти, на които понякога помагат архитектурни техници. В архитектурната част на проекта се решават следните въпроси:

- размери и форма на сградата в план и по височина, брой на етажите;
- разпределение на отделните етажи, т.е. разположение и размери на помещенията, дебелини на стените и подовете;
- обработка на повърхностите на стените (walls), подовете (floors) и таваните (ceilings) с: *мазилки* (plasters), *замазки* (coatings), *облицовки* (revetments) и др.;
- изолации: *хидроизолации* (waterproofing), *топлоизолации* (thermal insulation), *звукоизолации* (acoustic insulation); в по-особени случаи тези въпроси се решават съвместно със строителни инженери-специалисти по изолации;
- елементи за по-добър външен вид, включително и за украса; тук в помощ на архитекта могат да помагат художници и скулптори.
- в някои случаи към проектите има и част вътрешна архитектура; в тази част се дава разположението и вида на мебелите и другото обзавеждане; проект за обзавеждането е необходим за обществени сгради като кина, театри и др.; някои клиенти често поръчват проекти за обзавеждане за своите домове.

**Строително-конструктивна.** Изработва се от строителни инженери по специалност Строителство на сгради и съоръжения (ССС), понякога с помощта на строителни техници. В тази част се проектира *строителната конструкция* (structure). Строителната конструкция се състои от различни *елементи* (members). Конструкцията и нейните елементи трябва да имат необходимата *носеща способност* (resistance). Носещата способност осигурява поемането на *натоварванията* (loads) и *въздействията* (actions). Това качество те трябва да запазят по време на предвидения период на използването на сградите и съоръженията. Този период е не по-малък от 50-100 години за сгради от трайни материали като зидарии и стоманобетон. Повече подробности по конструкциите са дадени по-долу.

### **Инсталации в сгради:**

- водопровод и канализация; проектантите са инженери и техници по

Водоснабдяване и канализация (ВК); такава специалност има в Хидротехническия факултет на УАСГ;

- отопление и вентилация - такава специалност няма в УАСГ, но има например в Техническия университет, София;
- електрически инсталации високо напрежение (обикновено 220 V); те осигуряват електрически ток за осветление, кухненски електрически уреди и други цели - проектират се от електроинженери и електротехници;
- електрически инсталации ниско напрежение за: телефони, компютърни мрежи и т. н.; проектират се от съответните специалисти
- газови инсталации - тръбни мрежи и други съоръжения за газ за битови нужди: за отоплителни уреди, готварски печки и др..

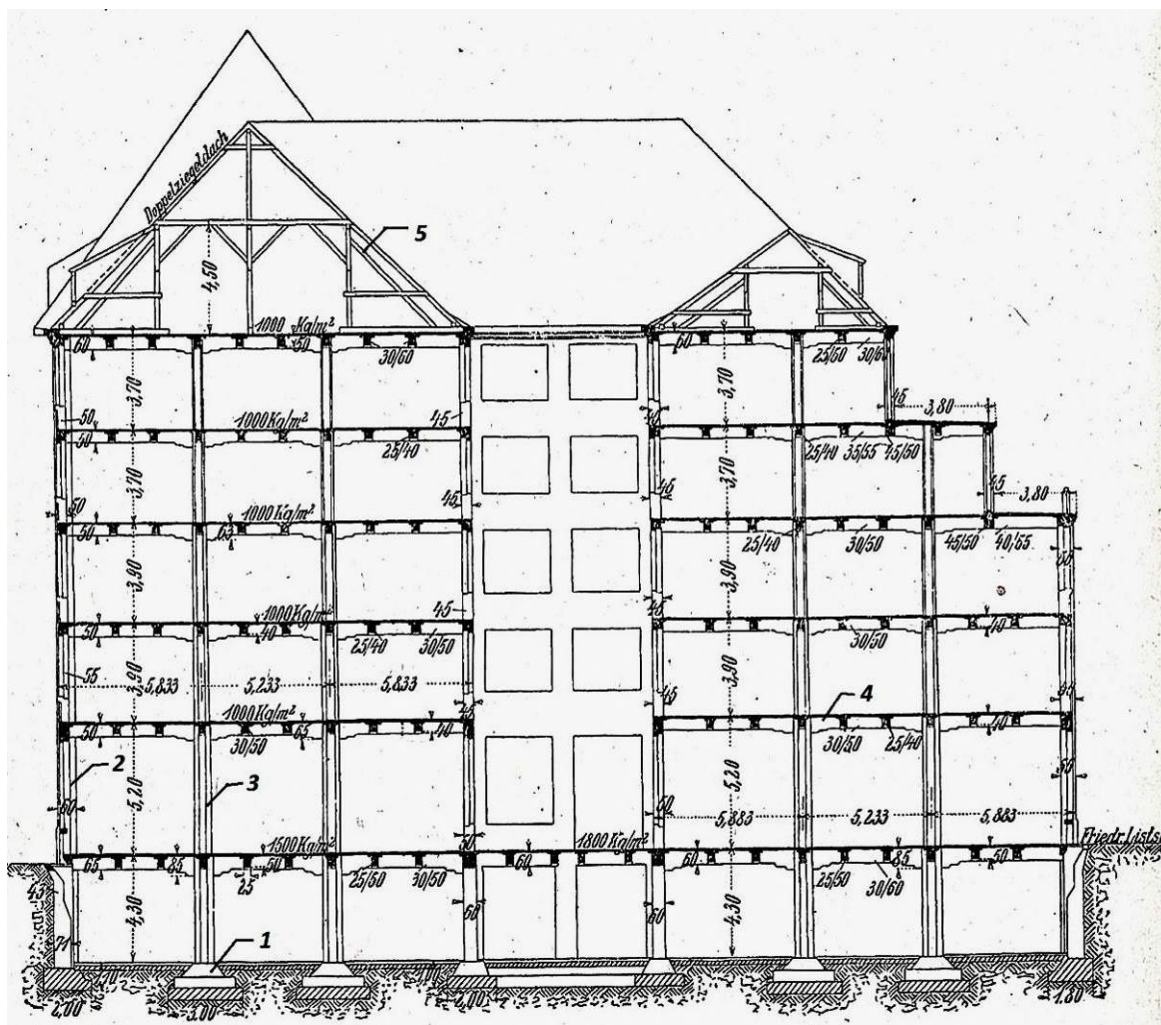
В промишлените сгради може да има и други инсталации. Техният вид и предназначение е в зависимост от съответното производство.

**Части на проекта по технологията, организацията и стойността на строителството.** Подробна информация по тези въпроси ще бъде дадена в съответните дисциплини, преподавани от катедри “Технология и механизация на строителството” и “Организация и икономика на строителството”.

## **2. ОСНОВНИ ЧАСТИ НА СГРАДИТЕ. НОСЕЩИ И НЕНОСЕЩИ ЕЛЕМЕНТИ**

На фиг. 1 е показана една сграда. Такъв тип сгради обикновено служат за жилища или за офиси. Има и сгради с друго предназначение:

- начални, средни и висши училища;
- кина, театри, концертни зали;
- изложбени зали, музеи;
- зали за конгреси, събрания, парламентарна дейност;
- спортни зали, плувни басейни;
- болници и други лечебни заведения;
- хотели, ресторанти, дискотеки и други подобни;
- магазини и други търговски сгради
- складове;
- промишлени (индустриални) сгради;
- сгради за нуждите на транспорта - железопътни гари, автогари, аерогари, депа за автомобили и трамваи, гаражи за леки автомобили, товарни автомобили (камиони) или автобуси; сгради за ремонт на превозни средства.
- църкви и храмове за различни религии.



Фиг. 1. Вертикален *разрез* (vertical section) на сграда. 1 - *фундамент* (foundation), 2- *външна стена* (wall), 3 - *вътрешна стена*, 4 - *подова конструкция* (floor structure), 5 - *дървена покривна конструкция* (timber roof structure)

Сградите се състоят от строителна конструкция и неносещи части.

Видове строителни конструкции:

- дървени (timber);
- метални - от стомана, алуминий и др. (metal - from steel, aluminum etc.)
- масивни.
- пластмасови.

Терминът *масивни конструкции* е приет в България като буквален превод на немското *Massivkonstruktionen* или *Massivbau*.

Видове масивни конструкции:

- *зидани конструкции* (masonry structures);

- *бетонни конструкции* или още наричани *конструкции от неармиран бетон* (plain concrete structures);

- *стоманобетонни конструкции* (reinforced concrete structures); в бетона има стоманена *армировка* (reinforcement); повече информация за армировката има по-долу в тези записки;

*предварително напрегнатите стоманобетонни конструкции* (prestressed concrete structures) са особен вид стоманобетонни конструкции; освен обикновената *армировка* (reinforcement) в тях има и *напрягаща, армировка* (prestressed tendons); тук е трудно да се дадат повече обяснения за предварително напрегнатите конструкции; те се изучават подробно в IV и V курс в дисциплините “Стоманобетон”, “Стоманобетонни конструкции” и “Стоманобетонни мостове”.

За разлика от българския език, на английски има следното обобщаващо понятие - *concrete structures*. В него се включват бетонните и стоманобетонните конструкции (в това число и предварително напрегнатите). Българското понятие *масивни конструкции* може да се преведе на английски *concrete and masonry structures*.

В една сграда може да има конструкции или елементи от различни материали. Например *фундаментите* (foundation) могат да бъдат от неармиран бетон. Колоните и подовите конструкции сега обикновено се изпълняват от стоманобетон. Показаната на фиг. 1 сграда е с *дървена покривна конструкция* (timber roof structure).

Неносещи елементи са тези елементи, които не са части от конструкцията. Това могат да бъдат *преградни стени* (partition walls). Преградните стени могат да бъдат отстранени (съборени). При това се разширяват помещенията, но носещата способност на сградата не се нарушава.

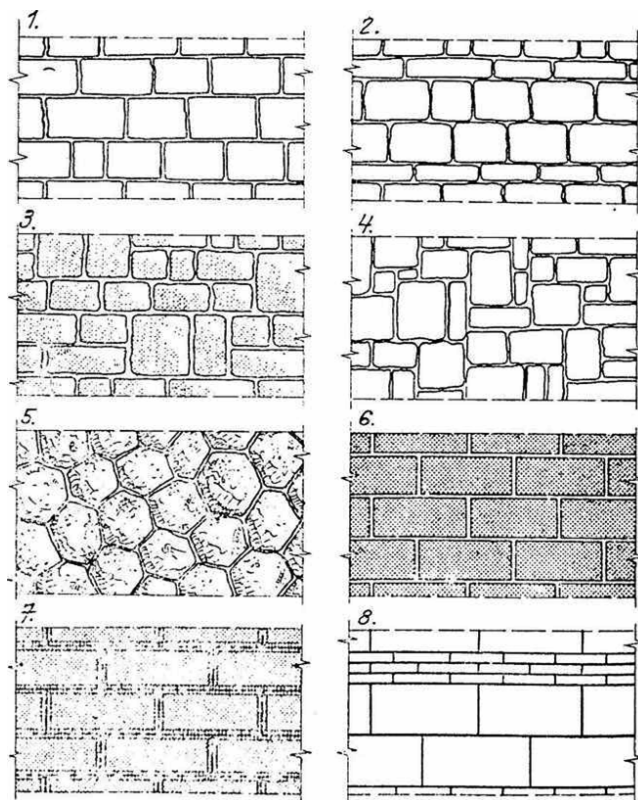
В сградите има и *носещи стени* (supporting walls). Примери са дадени по-долу в записките. Те са част от конструкцията и носят етажите над тях или покрива. Отстраняването (събарянето) на носещи стени влияе неблагоприятно върху носещата способност на сградата. Възможно е при това да се стигне и до аварии с тежки последствия за сградата и за хората намиращи се в нея. Затова събарянето на носещи стени трябва да се извършва по специален проект. Обикновено функцията на предвидените за събаряне стени трябва да бъде поета от други елементи: от стомана, стоманобетон, дърво. Тези елементи трябва да бъдат монтирани преди събарянето на стената. По подобен начин трябва да се постъпи, ако трябва да се пробиват големи отвори в носещи стени.

### **3. ЗИДАНИ КОНСТРУКЦИИ (MASONRY STRUCTURES)**

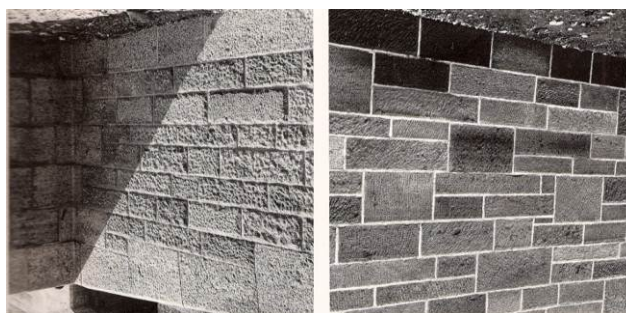
#### **3.1. Каменни зидарии и каменни конструкции**

Камъкът е материал, който се използва в строителството още от древността. В зависимост от начина на обработката на камъните и разполагането им в стените има различни видове зидарии, фиг. 2 и фиг. 3.





Фиг. 2. Схеми на различни видове зидарии



Фиг. 3. Снимки на зидарии с добре обработени камъни

Между отделните камъни се образуват *фуги* (masonry joints). Фугите обикновено са запълнени с *разтвор* (mortar). Трябва да се прави разлика между понятието от химията *разтвор* (solution) и *строителен разтвор* (mortar).

Видове строителни разтвори:

- циментно-пясъчни;
- варо-пясъчни;
- циментно-варо-пясъчни;
- глинени; използвани са в миналото.

Има каменни конструкции със *суха зидария* (dry masonry). При сухата зидария повърхностите на камъните са много добре обработени. Съседните камъни плътно прилягат един към друг и затова спойката в този случай е излишна. Пример за конструкции от суха зидария са египетските пирамиди. Има също *сводови мостове*

(arch bridges), които са изградени от суха зидария, виж фиг. 20.

В България има много примери на запазени конструкции от суха зидария като:

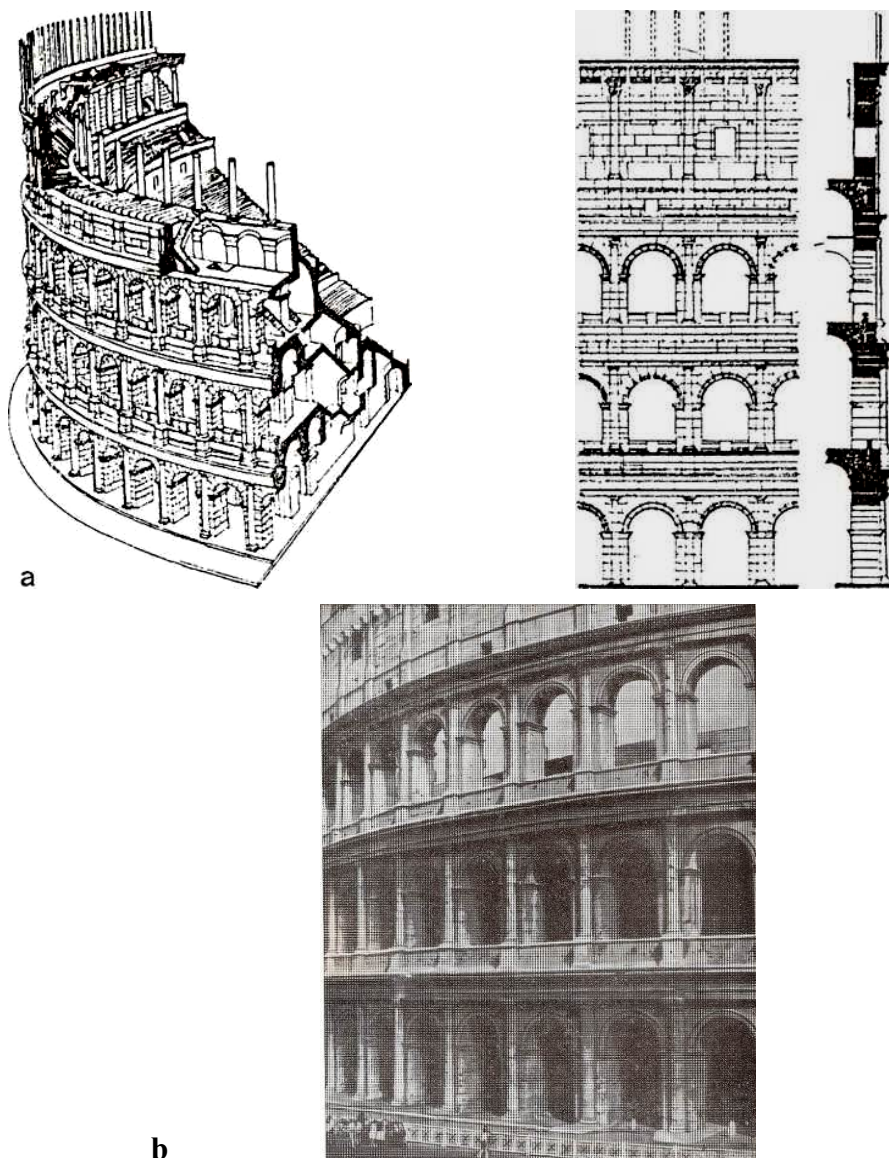
- мостове в Родопите;
- *подпорни стени* (retaining walls).
- огради на дворове в селата.

Тези конструкции са построени в предишните десетилетия и столетия. Имат високи естетически качества и са част от историята на нашето строителство.

В наши дни каменната зидария се изпълнява много рядко. Обработката на камъните и зидането изисква много ръчен труд.

Тук са дадени следните примери за каменни конструкции от минали епохи:

На фиг. 4 е показан Колизея в Рим. Той е построен преди около 2000 години, по времето на разцвета на Римската империя. По форма и предназначение той прилича на днешните стадиони.

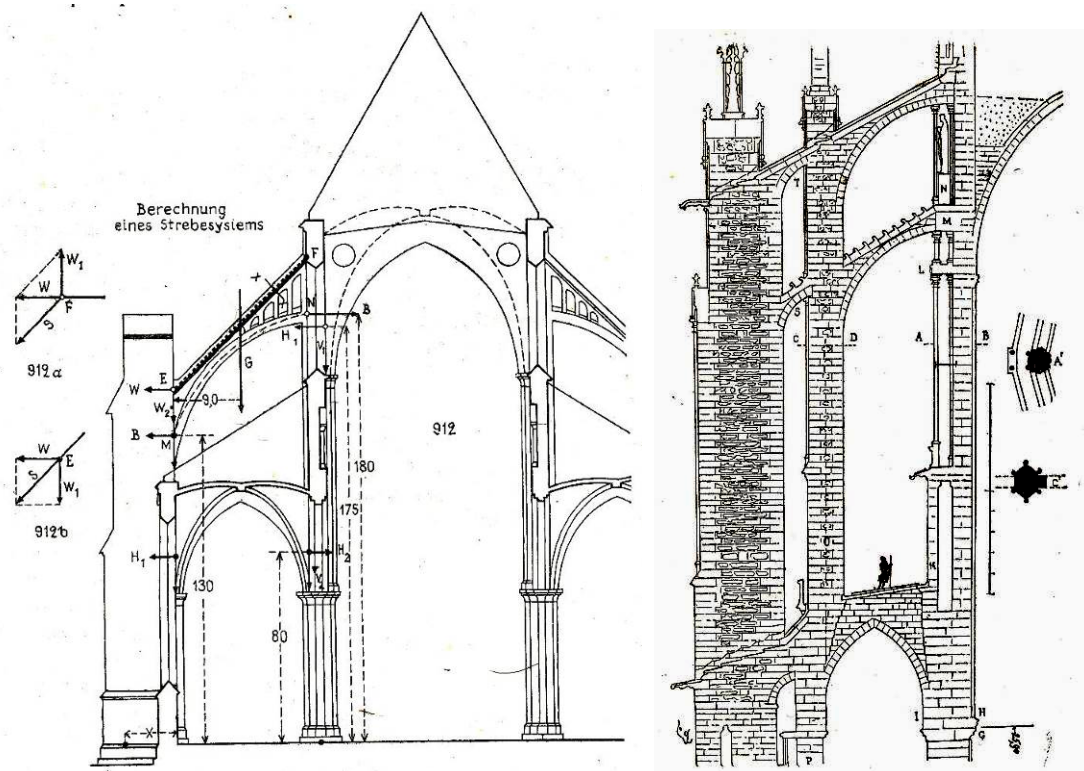


Фиг. 4. Колизеят в Рим с каменна конструкция



На игралното поле (арената) на Колизея са се провеждали борби с гладиатори.

На фиг. 5 е показана схема на една готическа катедрала. Нейната конструкция е главно от каменна зидария. Само покривната конструкция е дървена. Такива катедрали са строени през Средновековието. Типични примери за такива сгради са катедралите в Кьолн, Париж, Милано и в други градове.



Фиг. 5. Католическа катедрала - архитектурен стил *готика*: 1 - каменна конструкция; 2 - дървена покрив на конструкция

### 3.2. Тухлени зидарии (brick masonry)

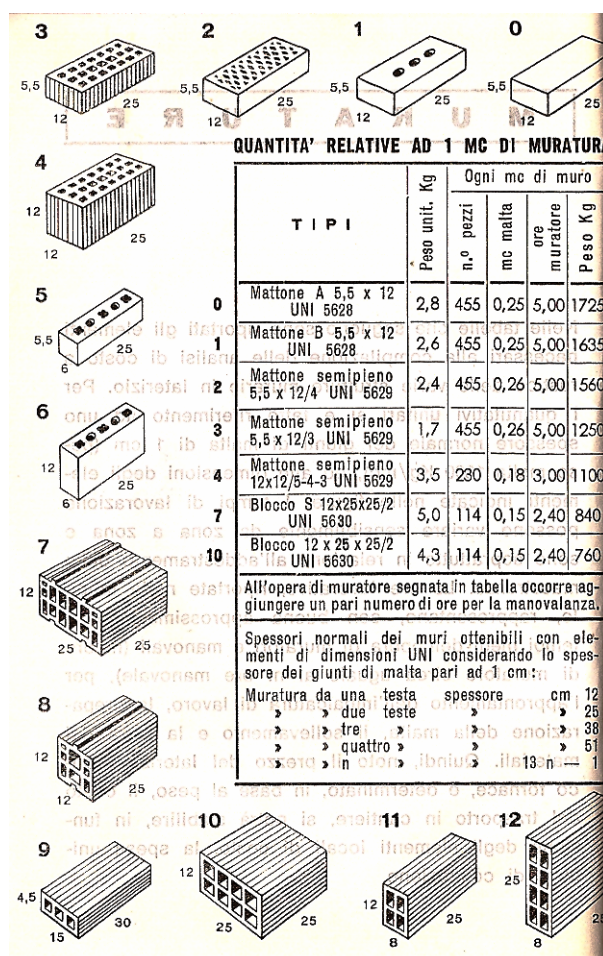
Тухлите са материал, който се произвежда от качествена глина. След формуването им тухлите се изпичат. На фиг. 6 са показани различни видове тухли от каталога на една италианска компания. Подобни видове тухли се произвеждат в България и много други страни

Тухлените зидарии се използват широко в строителството. В началото на 20 - век в София и други градове на България са построени много сгради с *носеци тухлени стени* (supporting brick walls). Подовите на тези сгради са с дървена конструкция, наричана *гредоред* (trimmer joists). Сега също се строят къщи на един или два етажа в малките селища и вили с носещи тухлени стени. Подовите конструкции на тези сгради често са стоманобетонни.

В съвременните сгради със стоманобетонни конструкции тухлените стени обикновено са неносещи. Те могат да бъдат по фасадата - *неносещи външни стени* (curtain walls). Вътрешните неносещи стени се наричат *преградни стени* (partition walls)

В миналото в българското строителство са ползвани и непечени тухли,

наричани *кирпич* (sun-dried brick). В много български села и днес могат да се видят стопански постройки и дори стари жилища от кирпич.



Фиг. 6. Видове *тухли* (brick)

### 3.3. Зидарии от леки бетонни блокчета

В нашата страна предимно за неносещи стени се използват блокчетата Ytong (носещи името на фирмата, която ги произвежда). Блокчетата Ytong са от газобетон. Бетонът на газобетоните блокчета има много пори (малки празнини) в структурата си. Газобетоните блокчета са значително по-леки от тухлите. Това им дава следните предимства:

- получава се много добра топлоизолация и звукоизолация;
- строителните конструкции (обикновено стоманобетонни) са по-леко натоварени, отколкото в случая, при който стените са тухлени.

## 4. БЕТОННИ И СТОМАНОБЕТОННИ КОНСТРУКЦИИ (CONCRTE STRUCTURES)

### 4.1. Общи сведения за бетона

За производството на бетон са необходими следните материали:

- *цимент* (cement);
- *добавъчни материали* (aggregate);
- *вода*;
- *добавки*.

Циментът е свързващото вещество в бетона. В сместа от цимент и вода протича химична реакция и след време тази смес втвърдява.

*Пясъкът* (sand) е *дребен добавъчен материал* (fine aggregate). Има два вида едри добавъчни материали:

- *чакъл или по-точно речен чакъл* (gravel)
- *трошен камък* (ballast).

Като се смесят споменатите материали се получава *бетонна смес* (concrete mix). Втвърдената бетонна смес се нарича бетон (concrete).

Понякога за производството на бетон се ползват добавки. Те са с различен химически състав и могат да служат за:

- по-бързо втвърдяване на бетонната смес;
- получаване на по-добра подвижност на бетонната смес и по-лесно запълване на *кофражите* (formwork) и проникване между армировката.

За бетона в конструкциите е от значение неговата *якост* (strength). *Якостта на натиск* (compressive strength) определя най-важния показател наричан *клас на бетона по якост на натиск* (concrete strength class). Класът на бетона се дефинира като натисковата му проектна якост на 28-ден след полагането му.

В някои случаи има опасност от *корозия* (corrosion) на бетона предизвикана от:

- морски води или наситен със соли въздух по крайбрежието;
- химически продукти (течности и газове) в промишлени сгради;
- соли използвани за топене на сняг и лед по пътни настилки.

Бетонът използван за строителство на *резервоари* (reservoirs, tanks) трябва да бъде достатъчно плътен, за да не се получи изтичане през бетонните стени на течности или газове. Бетонът може да се ползва и за *настилки* (pavement) на подове в заводи, фабрики, на улици и тротоари. В този случай бетонът не трябва лесно да се изтрива от минаващите превозни средства и пешеходци.

За получаване на бетон със споменатите по-горе качества е необходимо:

- да бъде избран подходящ състав на бетонната смес;
- да се спазват определени правила при производството, транспорта и полагането на бетонната смес;
- при полагането бетонната смес трябва да бъде добре уплътнена, така че да запълни изцяло кофражната форма; необходимо е също *армировката* (reinforcement)

да бъде изцяло обвита с бетон;

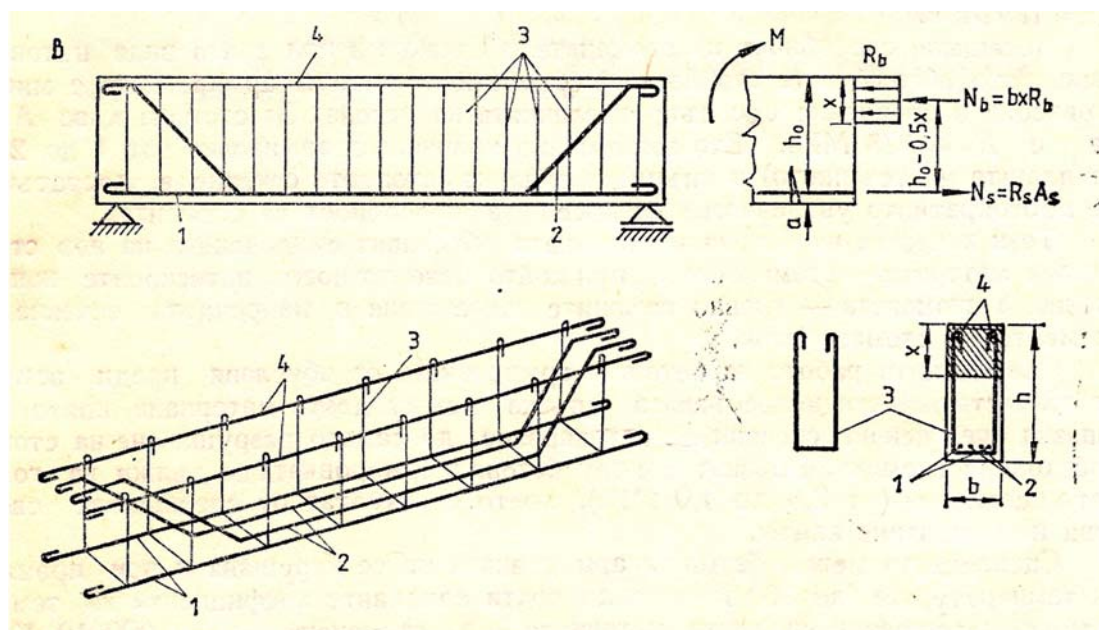
- трябва да се полагат грижи за прясно положената бетонна смес и особено при неблагоприятни климатични условия; при отрицателни температури бетонната смес замръзва; суха въздушна среда комбинирана с високи температури причинява пукнатини в бетона.

#### 4.2. Армировка на стоманобетонни конструкции

За армировка се ползват стоманени пръти. Те са обикновено с кръгло сечение. Могат да се използват се *гладки пръти* (smooth, plain bars). Понастоящем се предпочитат пръти с ребра по повърхността им - това са така наречените *оребренени пръти* (ribbed bars). Оребрените пръти имат *по-добро сцепление с бетона* (high bond bars).

Прътите на армировката могат да бъдат прави или огънати по специален начин, фиг. 7. Отделните армировъчни пръти може да се свържат с помощта на мека тел. Така се получава вързана армировка, фиг. 7, фиг. 8. Връзването на прътите се прави с цел армировката да не се размести по време на полагането на бетона и уплътняването му.

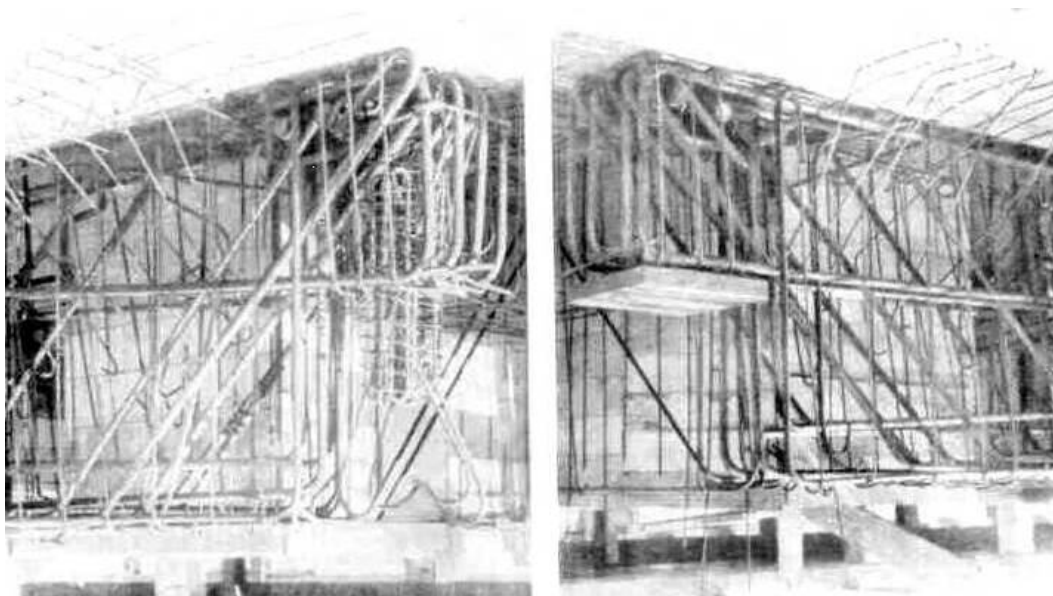
Броят на армировъчните пръти, техните, форми, диаметри, дължини и мястото им елемента се определят чрез изчисления. На една от схемите от фиг. 7 са показани силите, които действат в армировката и бетона. Подробно тези въпроси се разглеждат в курсовете по “Стоманобетон”, “Стоманобетонни конструкции” и “Стоманобетонни мостове”.



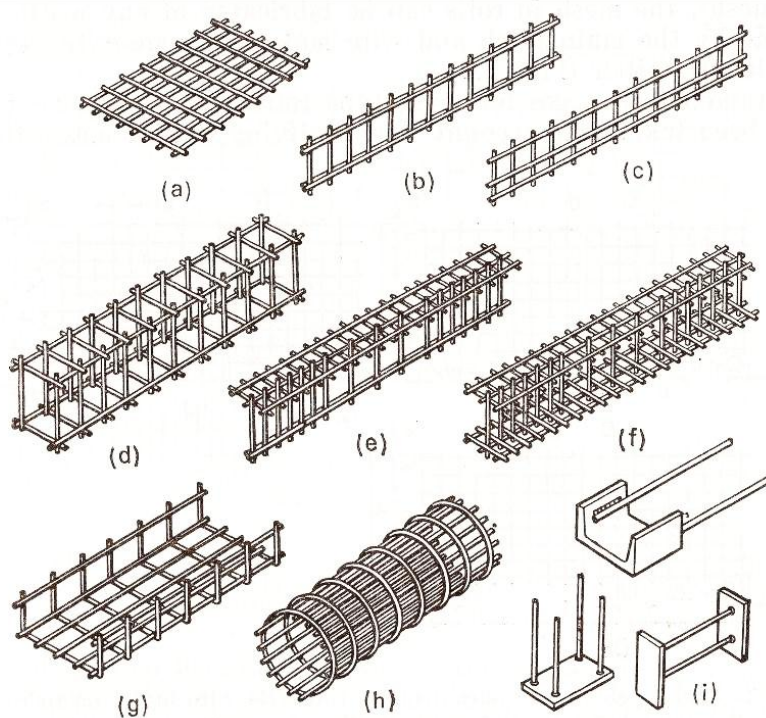
Фиг. 7. Схема на вързана армировка на *греда* (beam): 1 и 4 - *надлъжни прави пръти* (longitudinal straight bars), 2 - *огънати пръти* (bent bars), 3 - *стремена* (stirrups);

Армировъчните пръти може да бъдат свързани със заваряване. На фиг. 9 са показани различни видове заварени армировъчни изделия. Те могат да бъдат със равнинна или пространствена форма. Производството на такива изделия се извършва в специални предприятия. Заваряването на армировка увеличава носещата ѝ способност.





Фиг. 8. Снимка на вързана армировка

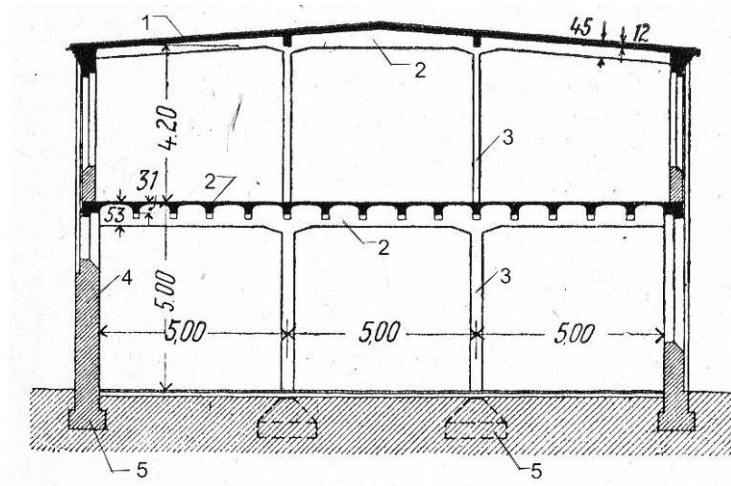


Фиг. 9. Заварени армировъчни изделия

#### 4.3. Монолитни стоманобетонни конструкции на сгради (Cast in situ concrete structures)

Монолитните стоманобетонни конструкции се изпълняват на окончателното им място (in situ), фиг. 1, фиг. 10, фиг. 11.



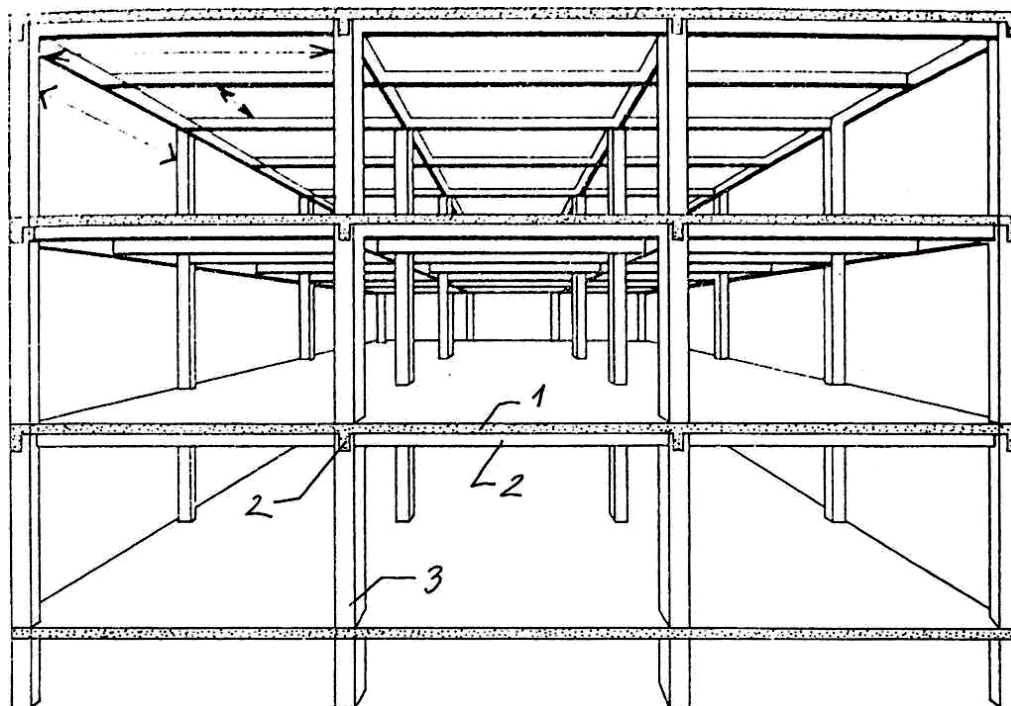


Фиг. 10. Монолитна стоманобетонна конструкция; 1 - плоча (slab); 2 - греди (beam); 3 - колона (column); 4 - стена (wall); 5 - фундамент (foundation)

Формата на елементите се постига с *кофражи* (formwork). Кофражите могат да бъдат от дърво, стомана или от комбинация от тези два материала. В някои случаи кофражът се поддържа на специална спомагателна конструкция, наречена *скеле* (falsework), фиг. 23 от част "Мостове".

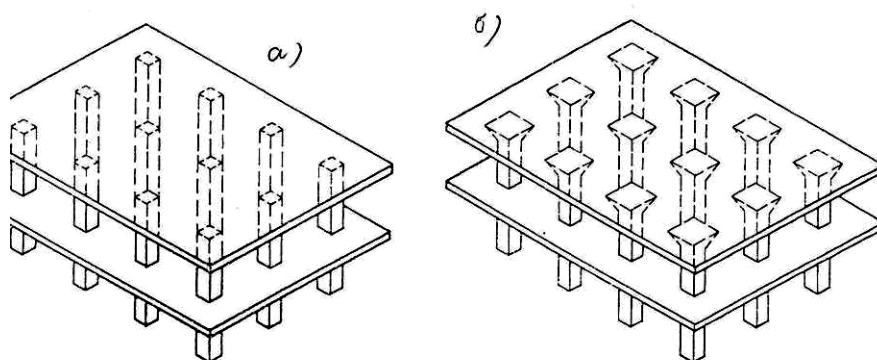
В стоманобетонните конструкции има следните елементи:

- хоризонтални носещи елементи: *плочи* (slabs) и *греди* (beams);
- вертикални носещи елементи: *колони* (columns) и *стени* (walls).

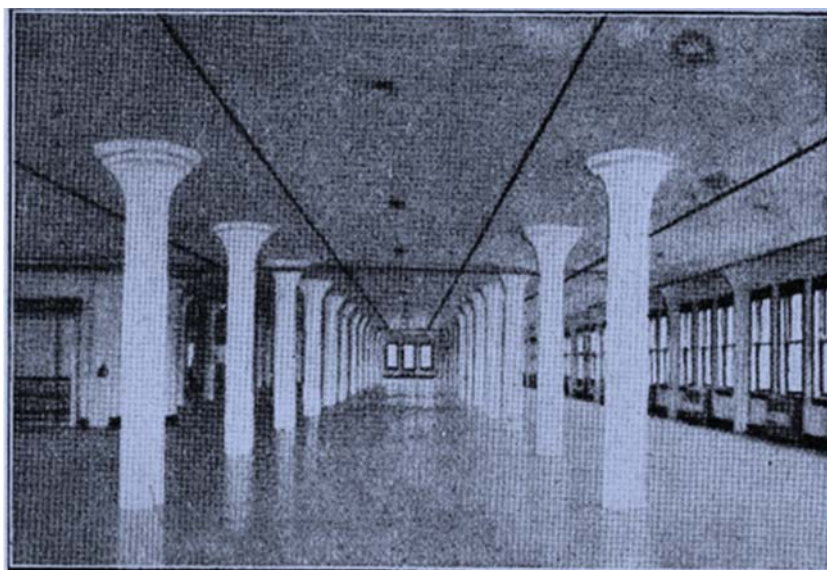


Фиг. 11. Монолитна стоманобетонна конструкция; 1 - плоча (slab); 2 - греди (beams); 3 - колона (column), 4 - фундаменти (foundation).

В някои от стоманобетонните конструкции могат да липсват някои видове елементи. Така в конструкцията от фиг. 11 няма стоманобетонни стени. На фиг. 12, и 13 са показани *безгредови плочи* (flat slab). При тях няма греди, а плочите се подпират направо на колоните. В някои случаи колоните са с удебеления в горния си край, наречени *капители*, фиг. 12 б) и фиг. 13.



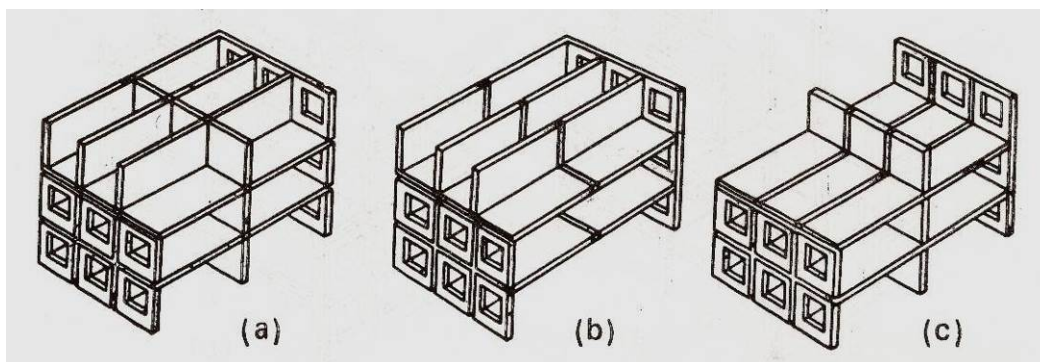
Фиг. 12. *Безгредови плочи* (flat slabs): а) с колони с постоянно сечение б) с-колони с *капители*



Фиг. 13 *Безгредова плоча* (flat slab) с колони с *капители*

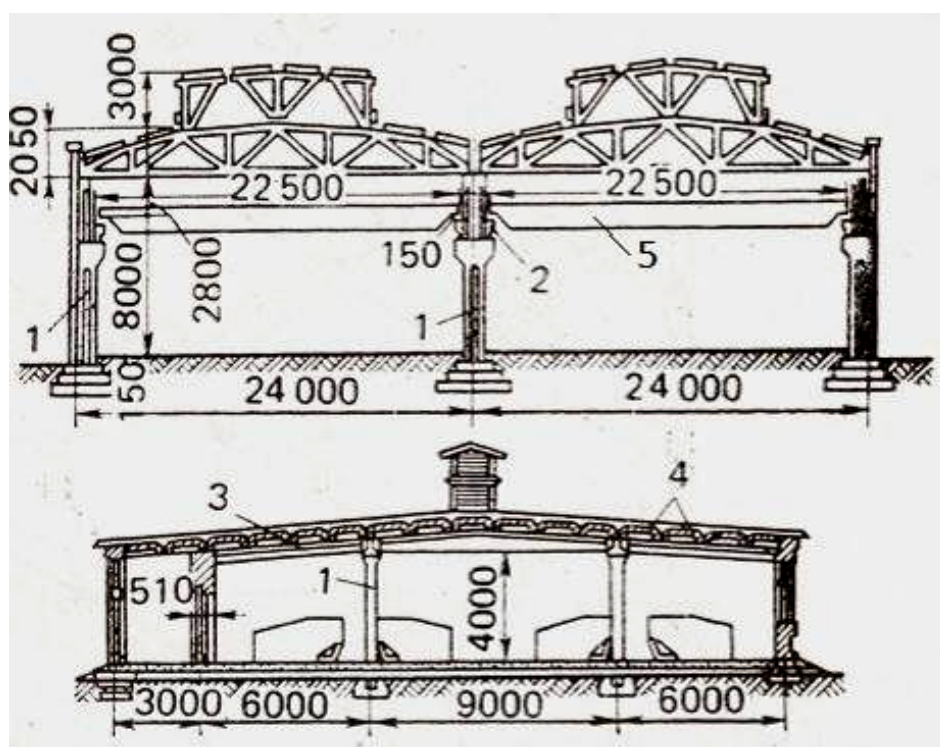
На фиг. 14 е показан друг характерен стоманобетонен елемент *стълбище* (stairs).





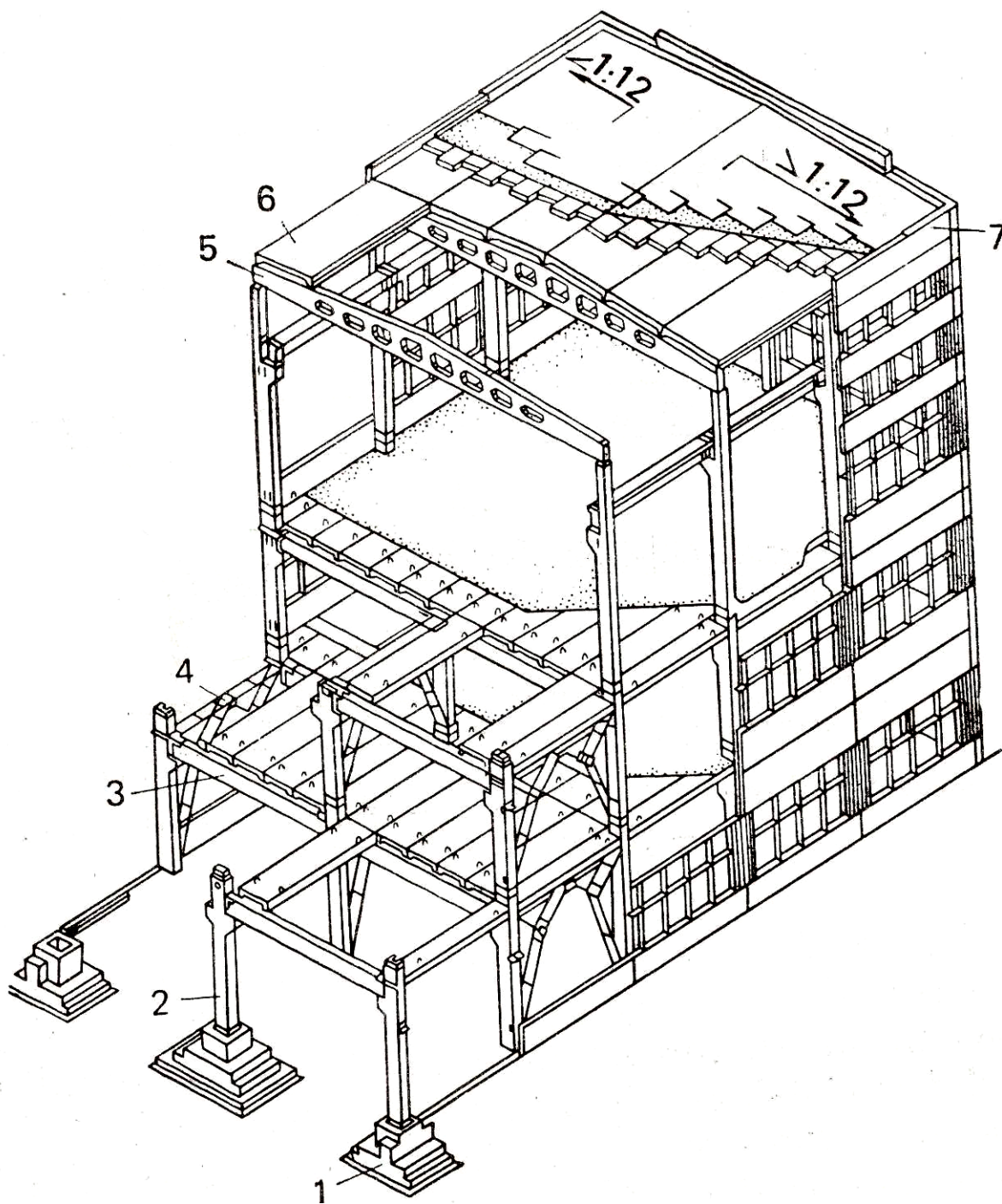
Фиг. 15 .Едропанелни конструкции на сгради

При строителството на *сглобяеми промишлени сгради* се използват различни видове елементи, фиг. 16 и фиг. 17.



Фиг. 16., Едноетажна сглобяема промишлена сграда: 1- колона, 2- подкранова греда (греда, която носи релсов път за кран), 3- греди, 4 - покривна панела 5 – кран





Фиг. 17. Многоетажна сглобяема промишлена сграда (multistory concrete prefabricated industrial building): 1- фундамент (foundation), 2 - колона (column), 3 – гребен (beam)

4 - укрепваща връзка 5 - гребен (beam), 6 - покривна панела



## 5. МОСТОВЕ (BRIDGES)

Първите мостове са били дървета, случайно паднали над потоци. После хората са почнали сами да поставят необработени дървета, които да служат за мостове. Подобни примитивни мостове има и днес в някои развиващи се страни, фиг. 18.



Фиг. 18. Примитивни дървени мостове (primitive timber bridges)

В последствие за строителството на *дървени мостове* (timber bridges) вече се използва обработен дървен материал, фиг. 19. Дървените мостове имат съществен недостатък. Дървото оставено на открито бързо гние. Този процес може да се забави, ако дървения материал се импрегнира, т.е. да се обработи с химикали, които да забавят процеса на гниене.



Фиг. 19. Съвременен дървен пешеходен мост в Германия (contemporary timber bridge)

*Каменни мостове* (stone bridges) се строят още от древността, фиг. 20, 21, 22. Има запазени каменни мостове с възраст стотици дори и хиляди години. Обикновено каменната зидария е на разтвор. На фиг. 20 е показан мост на възраст около 2000 год. Характерното за него е, че е от *суха зидария* (dry stone masonry). Камъните му са добре обработени и плътно прилягат един към друг. Мостове от суха зидария има построени в България (в Родопите) и те са на възраст около 500-600 год. Запазените каменни мостове от древността и средновековието днес почти не се използват. Те са с тясно *пътно платно* (carriageway). *Пътищата* (roads), за които са строени не могат да се ползват за нуждите на съвременното автомобилно движение. Поради това запазените каменни мостове имат предимно историческа стойност. През 19-ти век намалява строителството на каменни мостове, а днес каменни мостове не се строят.



Фиг. 20. Мост в Южна Франция от епохата на Римската империя. *Каменен свод от суха зидария* (arch bridge with dry-stone masonry)



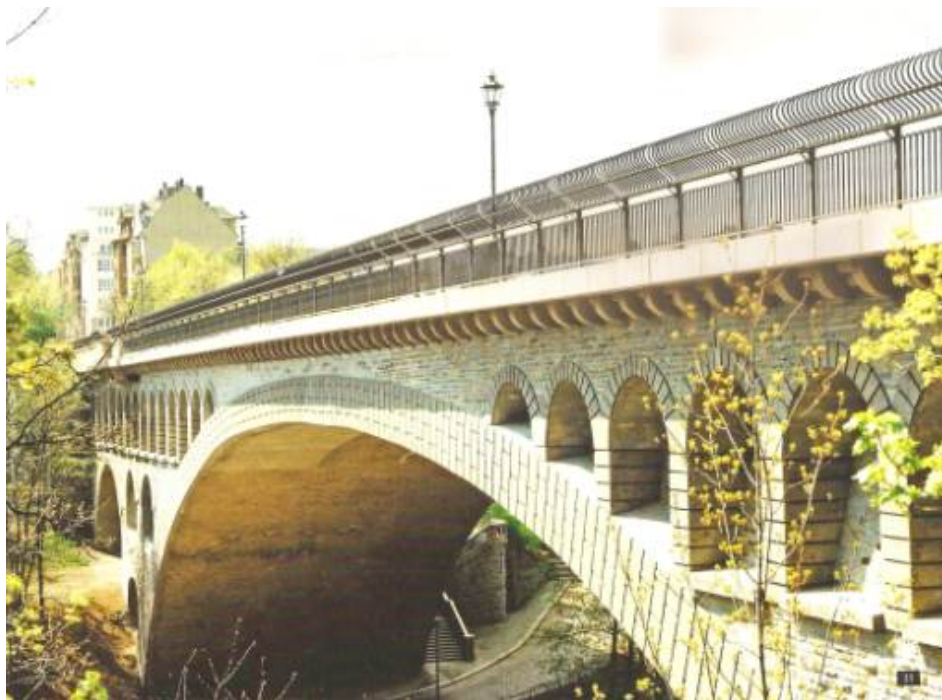


Фиг. 21. Карлов мост в Прага с каменна зидария



Фиг. 22. „Дяволският мост” над р. Арда в Родопите от, XVI век

През 19-ти век и началото на 20- век се строят *бетонни сводови мостове* (plain concrete arch bridges), фиг. 23.



Фиг. 23. Сводов бетонен мост (от неармиран бетон) в Плауен, Германия (Arch bridge of plain concrete)

Първият *стоманобетонен мост* е построен в края на 19-ти век. От средата на 20-век у нас и в много други страни се строят предимно стоманобетонни мостове, фиг. 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33.



Фиг. 24. Стоманобетонен гредов мост над р. Рейн (concrete beam bridges)





Фиг. 25. Пробно натоварване на стоманобетонен мост в Пловдив (Load test on a concrete bridge in Plovdiv)



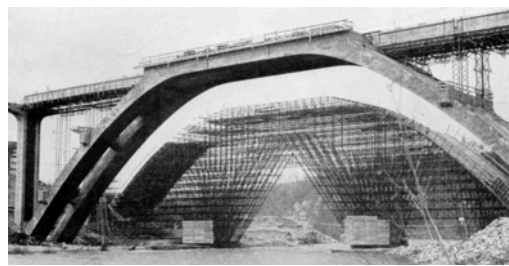
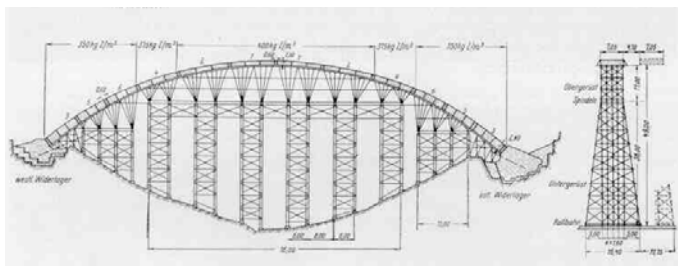
Фиг. 26. Стоманобетонен дъгов мост във Велико Търново (Concrete arch road bridge....).



Фиг. 27. Стоманобетон сводов мост над р. Искър по ж.п. линията София-Мездра.  
(Concrete arch bridge on railway Sofia - Mezdra over Iskar river)

На фиг. 28 са показани *скелета* (falsework) на стоманобетонни мостове.





Фиг. 28. Скеleta на сводови мостове (falseworks of arch bridges))



Фиг. 29. Аспарухов мост във Варна над плавателен канал (bridge over navigable channel). Централната част е със стоманена конструкция, а страничните със сглобяеми стоманобетонни конструкции. (The central part is with steel structure and lateral with prefabricated concrete structures)



Фиг. 30. Стоманобетонен надлез в София с рамкова конструкция (Concrete frame overpass)



Фиг. 31. Сглобяем стоманобетонен надлез над Автомагистрала „Тракия” (Concrete frame prefabricated overpass over a highway)

Мостове се строят и пресичането на два пътя или на път със *железопътна линия* (railway). Такива мостове се наричат *надлези* (overpass), фиг. 30, 31, 32.



Фиг. 32. Стоманобетонни конструкции на многоетажен пътен възел в САЩ  
(Multistory concrete structures for a crossroad in USA)

*Виадуктите* (viaducts) са мостове, чиято върхна конструкция (deck) е високо над терена, фиг.33. Те се строят на автомагистрала, на скоростни автомобилни пътища и железопътни линии, при които пътят трябва да бъде с малки наклони и големи радиуси на кривите (завоите).



Фиг. 33. Виадукт на км 48 по Автомагистрала „Хемус“

Първият метален мост е от *чугун* (cast iron) и е построен в края на 34-те век, фиг. 27. През 19-ти век и в началото на 20-ти век се строят много стоманени мостове.



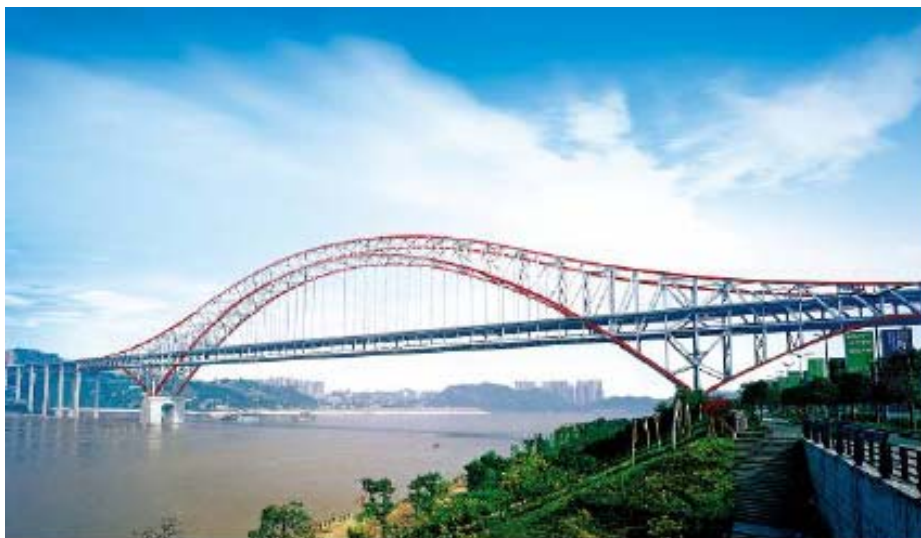
Днес стоманени мостове се строят при големите отвори и в случаите, при които тяхната стойност е по-ниска отколкото на стоманобетонните мостове, фиг. 35, 36.



Фиг. 34. Първият метален мост в света, построен в Англия



Фиг. 35. Мост над р. Дунав при Русе и Гюргево със стоманена конструкция



Фиг. 36. Мост над р. Янгдзъ, Китай на два етажа за автомобилно и ж.п. движение, стоманена конструкция с максимален отвори 532 м, рекорден за стоманен дъгов мост

Стоманените висящи мостове имат най-големите *отвори* (spans). Най-голям отвор равен на 1991 г. има моста Акаши Кайкио, фиг. 37. Това е най-голямото *подпорно разстояние* (spans), постигнато досега за строителна конструкция, независимо от нейното предназначение.



Фиг. 37. Мост „Айкаши Кайкио», Япония с рекорден отвор 1991 м, 1998 г.

Има предварителни проекти (идейни решения) за построяване на мостове с по-дълги отвори - 3000 m (на Месинския пролив между Италия и остров Сицилия), фиг. 38 и дори 5000 m. - на Гибралтар.



Фиг. 38. Перспектива на проекта за мост над Месинския пролив, Италия

Span length – дължина на отвора; towers height – височина на пилона

При вантовите мостове (cable stayed bridges) наклонени въжета (ванти) поддържат хоризонтална стоманена или стоманобетонна конструкция, фиг. 39.



Фиг. 38. Мост над р. Дунав при Видин и Калафат с вантова конструкция



## 6 ИЗЧИСЛЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕТО НА СТРОИТЕЛНИТЕ КОНСТРУКЦИИ

Проектирането на строителните конструкции включва и тяхното изчисляване. Чрез изчисления се доказва тяхната *носещата способност* и *експлоатационна годност*.

Изчисляването за *носеща способност* гарантира, че конструкцията няма да се разруши или да получи големи дефекти.

*Експлоатационната годност* се гарантира чрез следните проверки:

а) *Деформирането* (deformation) на конструкцията и отделните ѝ елементи трябва да бъде в определени граници. Те са установени с оглед на изискването за нормалното им използване (експлоатация) и с цел да не се нарушава външния им вид.

б) *Пукнатините* (cracks) в стоманобетонните елементи трябва да бъдат с ограничена широчина. Ако това условие не е изпълнено, армировката ще корозира или ще се наруши външния вид.

в) *Трептенията* (vibrations) трябва да бъдат ограничавани, за да се избегне вредното им влияние върху хората. При промишлени предприятия, лаборатории и други подобни, трептенията могат да влияят неблагоприятно на работата на машините или апаратите.

Тези проверки се извършват чрез съответни изчисления, които се основават на законите на механиката. По-подробно тези въпроси се разглеждат в дисциплините преподавани от катедра “Масивни конструкции” и катедра “Метални, дървени и пластмасови конструкции”, „Транспортни съоръжения”.

При изчислението на конструкциите се взимат под внимание следните обстоятелства:

а) Геометричната форма и размерите на конструкцията и елементите ѝ.

б) Качествата на използваните материали: тегла, якости, величини, които характеризират деформациите и др.

в) Натоварванията и въздействията.

г) Особенности при оформянето на армировката детайлите и възлите.

д) Особенности свързани с начина на изпълнение, експлоатацията на сградата (или съоръжението) и предвидения срок на използването ѝ.

Споменатите обстоятелства са отразени в нормите за проектиране. В тях се съдържат задължителните изисквания по изчислението и конструирането. Всяка страна издава *национални норми за проектиране*. В последните години в Европа се работи по създаване на система от норми за проектиране на строителни конструкции. Тази система се нарича Еврокод (Eurocode) и се състои от следните основни части:

EN 1990 Eurocode Basis of Structural Design Основи на проектирането на

конструкциите.

EN 1991 Eurocode 1 Action on structures Натоварвания и въздействия върху конструкциите.

EN 1992 Eurocode 2 Design of concrete structures Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции.

EN 1993 Eurocode 3 Design of steel structures Проектиране на стоманени конструкции.

EN 1994 Eurocode 4 Design of composite steel and concrete structures Проектиране на комбинирани конструкции от стомана и стоманобетон.

EN 1995 Eurocode 5 Design of timber structures Проектиране на дървени конструкции.

EN 1996 Eurocode 6 Design of masonry structures Проектиране на зидани конструкции.

EN 1997 Eurocode 7 Geotechnical design Геотехническо проектиране (земна основа и фундаменти).

EN 1998 Eurocode 8 Design of structures for earthquake resistance Проектиране на конструкции при земетръсно въздействие.

EN 1999 Eurocode 9 Design of aluminum structures Проектиране на алуминиеви конструкции.

Еврокод 1 има няколко части, в които са разгледани следните натоварвания и въздействия:

- собствени тегла;
- полезни натоварвания на сгради;
- натоварвания от превозни средства (за мостове и други подобни)
- въздействия от пожар;
- натоварвания от сняг;
- натоварвания от вятър;
- топлинни въздействия;
- въздействия по време на изпълнението;
- случайни въздействия от удари и експлозии.

Отделните части са предназначени за различни видове конструкции:

- сгради;
- мостове;
- кули;
- резервоари;
- други видове конструкции или специфични елементи.

Всяка от страните приемаща Еврокод трябва да издаде NA (Национални

документи за приложението му). В НА се отразяват някои специфични особености на съответната страна, вкл. исторически утвърдилите се критерии за сигурност и експлоатационна годност. Но основните принципи и методи в системата не могат да бъдат изменени.

## 7. ИЗПЪЛНЕНИЕ НА СТРОИТЕЛСТВОТО

Изграждането на сградите и съоръженията (мостове, тунели и др.) включва изпълнението на различни видове работи: земни, кофражни, армировъчни, бетонови, монтажни, зидарски, довършителни.

### 7.1. Земни работи

Земните работи включват:

- а) Направа на изкопи за основи на сгради, мостове и други съоръжения.
- б) Изравняване на терена след приключване на строителството.
- в) Направа на изкопи и насипи при строеж на пътища, железопътни линии, канали, водопроводи, подземни електрически кабели, тръбопроводи и др.



Фиг. 39. Направа на изкоп с багер

В миналото земните работи са били извършвани ръчно. За копаене са ползвани кирки или прави лопати. Прехвърлянето на пръста при това става с лопати. За превоза на почвата на къси разстояния са ползвани колички или вагонетки по временни теснолинейни ж.п. пътища. Сега по изключение ръчно се извършват земни работи и то само в малки обеми. Така се довършва оформянето на земните работи изпълнявано с машини.

Изкопите обикновено се извършват с багери, вж. фиг. 39. За транспортиране (превозване) на изкопаната пръст (почва) се използват *самосвали*. Самосвалът представлява товарен автомобил (камион). Той се разтоварва чрез обръщане на кошата му.

## 7.2. Котражни работи

Котражът е временно съоръжение, което се използва при строителството. Котражната форма има обикновено страници (странични стени) и дъно. В котражната форма се излива бетонната смес. След като бетонната смес се втвърди и добие достатъчна якост котражът се сваля.

В съвременното строителство се използват дървени или метални (стоманени) котражи. Има и котражи, които са комбинация от дърво и стомана. По-рядко се прилагат котражи от пластмаса.



Фиг. 40. Котраж за стена





Фиг. 41. Кофраж за стените на кула



Фиг. 42. Строителство на сграда със стоманобетонни стени. На снимката се виждат кофражите на най-горните етажи и два куло-крана. С куло-крановете се пренасят вертикално и хоризонтално строителните материали: кофражи, арматурна стомана и бетонна смес





Фиг. 43. Кофраж за колона





Фиг. 44. Кофраж за междуетажна стоманобетонна конструкция



Фиг. 45. Кофражи за стоманобетонни стени

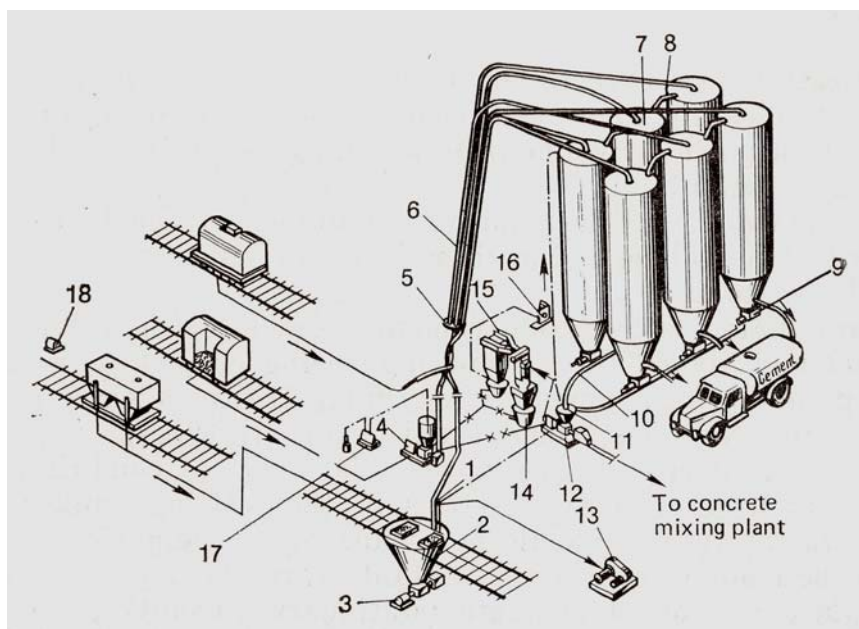
Видовете армировка и общи сведения за производството на армировъчни изделия е дадено в т. 4.2 на стр. 10-12.

#### 7.4. Бетонови работи

Бетонът е материал, който се произвежда от цимент, вода и добавъчни материали. Добавъчните материали биват:

- Дребен добавъчен материал - пясък, който обикновено се добива от реки или езера. След изваждането му, пясъкът се промива (т.е. обработва се с вода). Така се отстраняват замърсяванията (органични вещества, кал). Пясъкът трябва да не съдържа такива вещества. Ако пясъкът е замърсен не може да се получи качествен бетон.

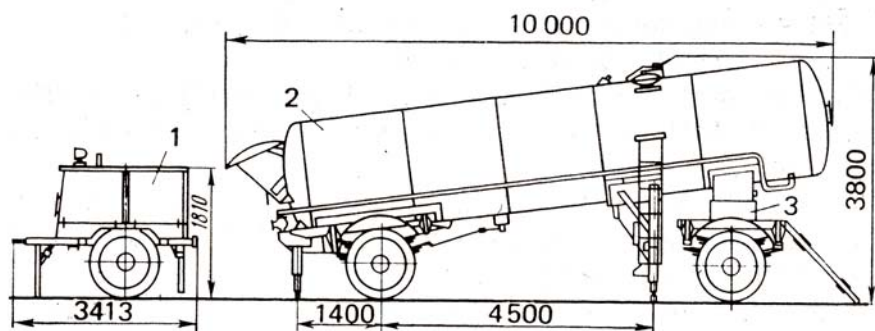
- Едрият добавъчен материал може да бъде чакъл. Чакълът представлява дребни камъчета обикновено с размери до 30 мм и по-рядко до 50 мм. Чакълът се добива от реките. За да се получи качествен бетон чакълът трябва да е промит — с вода се отстраняват замърсяванията. Друг вид едър добавъчен материал е трошеният камък. Камъкът се добива чрез взривяване на скали. След това се натрошава в специални инсталации до размери като на речния чакъл.



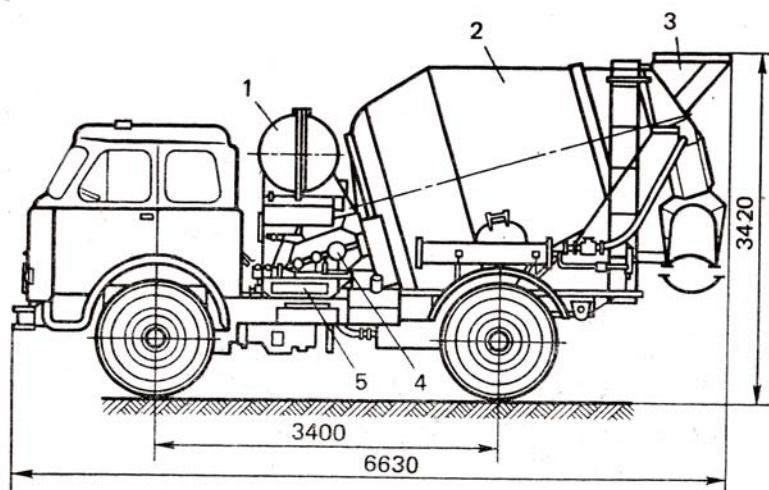
Фиг. 46. Силози за цимент - 8

Циментът се съхранява в силози, виж фиг. 46.

Циментът се превозва в специални цистерни (виж фиг.47), подобни на тези за бензин. В някои случаи трябва малки количества цимент, напр. за направа на мазилки и облицовки. Тогава циментът се доставя в книжни торби. Обикновено всяка от тях съдържа по 50 или 25 кг цимент.



Фиг. 47. Цистерна за цимент

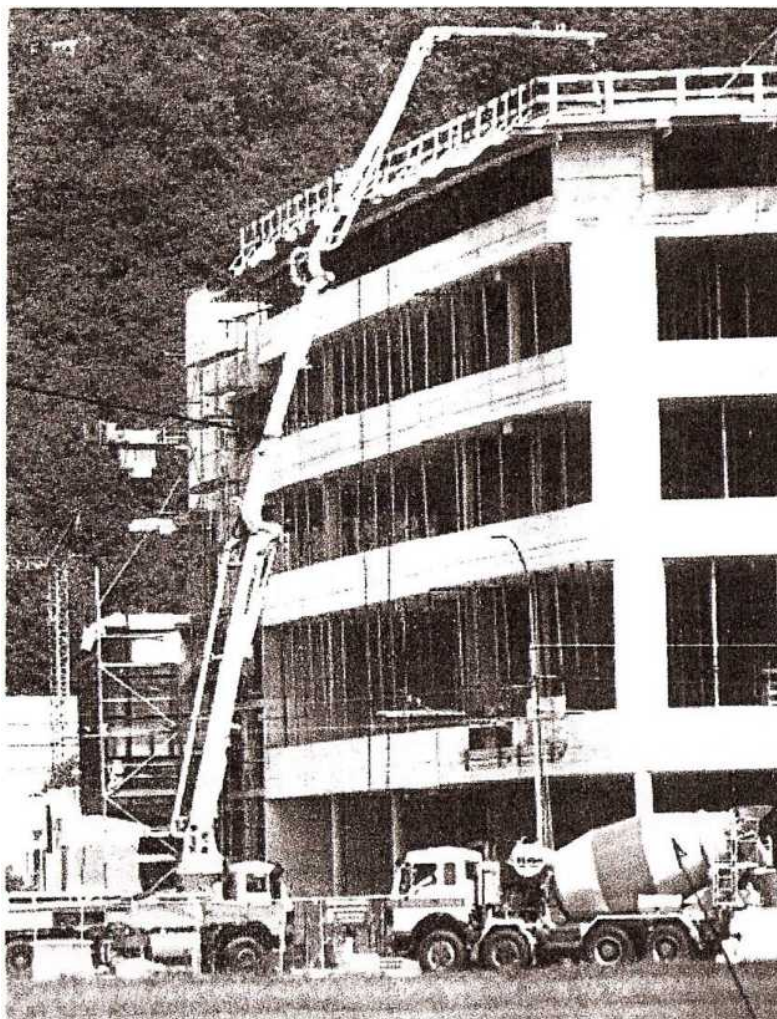


Фиг. 48. Бетоновоз

Бетонът преди втвърдяването му се нарича бетонна смес. Тя се приготвя машинно в специални предприятия, наречени бетонови възли, където става смесването и разбъркването на материалите: се състои от цимент, добавъчни материали и вода. Транспортирането на бетонната смес до строителната площадка става с бетоновози, фиг. 38. За вдигането на бетонната смес на различните етажи на сградата и доставянето ѝ до мястото на полагането ѝ се използват бетон-помпи, фиг. 49. Друга възможност е бетонната смес да се сипва в метални съдове, наречани кубели, които се пренасят до мястото на полагането с кулокрън.

Бетонната смес трябва да бъде добре уплътнена. За целта се ползват специални електрически инструменти, наречани вибратори





Фиг. 49. Бетонната смес е доставена с бетоновоз (в дясно) и се полага с бетон-помпа (в ляво)

Бетонната смес може да се приготвя ръчно по следния начин. Необходима е изравнена площадка с настилка от бетон, асфалтобетон или плочки. Ако няма площадка с настилка може да се подложи голям лист ламарина. В никакъв случай не трябва да се бърка бетонна смес направо върху почвата, защото тя ще се замърси. Първо се изсипват добавъчните материали и цимента и няколко работника ги бъркат на сухо (без вода). Трябва да се получи еднородна и едноцветна смес. След това се налива водата и бъркането продължава до получаването на смес с равномерна гъстота. Превозването на бетонната може да стане с ръчни колички. Ръчното производство на бетонна смес се прилагаше в миналото. Сега ръчно се бърка бетонна смес, ако е в малки количества, а също при строеж на къщи в селата и вили отдалечени от бетоновите възли. Уплътняването в тези случаи обикновено се извършва ръчно с лопати или с пръти, пъхани в излятата бетонна смес.

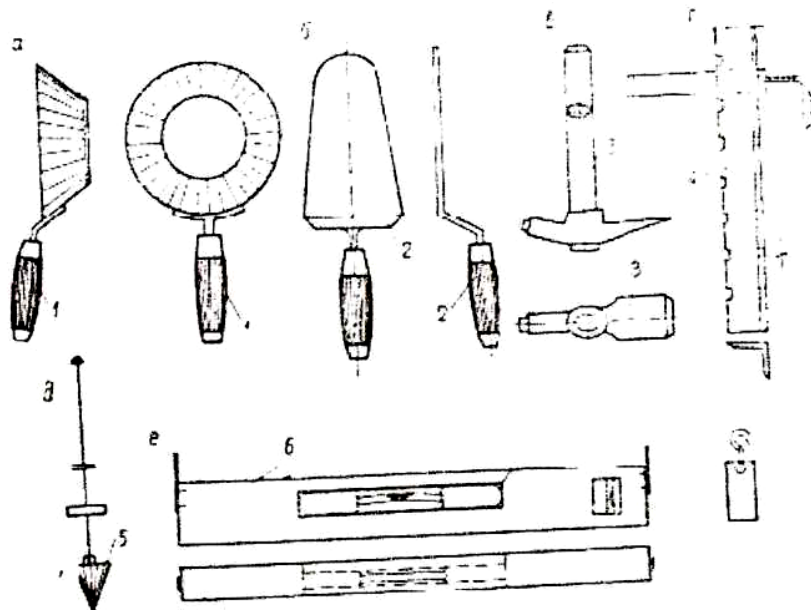
#### 7.4. Монтажни работи

Някои сгради са със сглобяеми стоманобетонни конструкции, виж фиг. 15, 16, 17. Монтажът на елементите им се извършва със специални машини наречени кранове. Има и конструкции със стоманени елементи, виж. фиг. 50.



Фиг. 50. Монтаж на стоманена конструкция за мост с плаващ кран

Данни за зиданите конструкции са дадени в т. 3 на стр. 5 - 9 . Зидането е винаги ръчно. За целта се използват инструменти показани на фиг. 41.



Фиг. 51. Зидарски инструменти: 1) канче за разтвор; 2) мистрия; 3) чук; 4) шаблон; 5) отвее; 6) либела

### 7.7. Довършителни работи

Довършителните работи имат за цел окончателното оформяне на сградата и обхващат направата на:

а) Мазилки. За целта е необходим разтвор. Той може да бъде варов, т.е. от вар и пясък, циментен от цимент и пясък или варо-циментен от вар, цимент и пясък. Мазилки се изпълняват на външните и вътрешните страни на стените и по таваните. Външните мазилки трябва да могат да устоят на промените на времето, на влагата, разликата в температурите и т.н.

б) Облицовките на стените се изпълняват от плочи от различни видове камъни (гранит, мрамор, варовик, бигор и т. н.) или от керамични плочки.

в) Подовете на стаите и по-рядко на другите помещения могат да бъдат от дървени материали: паркет (от малки дъсчици обикновено редени на фигури), дюшеме (от дъски с дължина 2-4 метра, с широчина 7-10 см и дебелина 3-5 см. Ползва се и ламиниран паркет (от плоскости от слепени дървесни частици и с фолио или фурнир по повърхността). Подовете на коридори, стълбища, магазини, кухни, бани обикновено се правят с настилка от керамични плочки или плочки от естествени камъни. За подове могат да се ползват изкуствени материи с непромокаеми повърхности (балатум, линолеум). В помещения, в които не влизат много хора, напр. спални подът може да е от текстилна материя (мокет), залепен върху добре изравнена повърхност. В индустриални сгради подовете могат да бъдат от бетонна настилка с добре подравнена повърхност. При необходимост се прави обработка за защита от химикали, отделяни при съответното производство.

г) Други довършителни работи са свързани с инсталациите: водопроводни, отоплителни, тръбопроводи за газ. Електрическите инсталации биват силнотокowi с



напрежение 220 V (в България). Такъв ток се ползва за осветление и за електродомашински уреди (готварски и отоплителни печки, прахосмукачки, хладилници и др.), както и за включване на телевизори, радиоапарати и компютри. Слаботоковите инсталации са с по-ниско напрежения и служат за телефонни или компютърни мрежи.

## 8. ТРАНСПОРТНО СТРОИТЕЛСТВО

Транспортното строителство обхваща изграждането на пътища, градски улици, железопътни линии, речни и морски пристанища, плавателни канали, летища за самолети.



Фиг. 52. Автомагистрала “Хемус” в участъка на прохода “Витиня” (между София и Ботевград)

Пътищата за движение на автомобили с голяма скорост (в България до 140 км/час) се наричат автомагистрали. Те се състоят от две пътни платна, всяко от тях за еднопосочно движение. Между пътните платна има разделителна ивица, върху която са монтирани предпазни огради вж. фиг.52.

При изпълнение на работите по изграждане на пътища и железопътни линии се използва специална строителна техника, виж фиг. 43.



Фиг. 53. Направа на насип за път

По пътищата и железопътните линии се изграждат *транспортни съоръжения* . Най-често това са мостове, виж т. 5, стр. 17 - 26. Други транспортни съоръжения са тунелите, виж фиг. 44.



Фиг. 54. Прокопаване на тунел