

Глава III

СНАБДЯВАНЕ С МАТЕРИАЛИ НА БЕТНОСМЕСИТЕЛНА СИСТЕМА

3.1. Характеристика на материалите за бетон

Основни материали за бетон

Основните материали съставляват материалната основа, “главната субстанция” на бетонната смес: цимент, фракции за бетон и вода.

Цимент. Циментът е хидравлично свързващо вещество, т.е. фино смлян неорганичен материал, който при смесване с вода образува паста, свързваща и втвърдяваща в резултат на реакции и процеси на хидратация, и който след втвърдяване запазва якостта и стабилността си дори и под вода.

Избора на типа цимент и неговата стандартна якост става в зависимост от окръжаващата среда в която работи бетона (от групата на бетона) и изискванията към бетона за якост.

Таблица 3.1

Технически спецификации за цименти

БДС 16568-86	Цименти. Термини, определения и класификация
БДС EN 197-1:2001	Цимент. Част 1: Състав, спецификация и критерии за съответствие на обикновени цименти
БДС 7267-77	Портландцимент сулфатостойчив
БДС 7390-87	Цимент нискотермичен
БДС 8996-71	Портландцимент тампонажен
БДС 12017-74	Цимент цветен. Класификация. Технически изисквания, методи за изпитване
БДС 12100-89	Портландцимент бял

В табл. 3.1 са дадени действащите технически спецификации отнасящи се до циментите.

Основните параметри, характеризиращи свойствата на портландцимента са:

Якост. Основното свойство характеризиращо качеството на всеки цимент е неговата якост. По подобие на бетона за цимента се определя клас на цимента по якост на натиск.

Стандартна нормена гъстота се нарича това съдържание на вода (%) което трябва да се добави към цимента за да се получи определена консистенция на циментната паста. Колкото е по-малка нормената гъстота, толкова е по-малка водопотребността на бетонната смес, необходима за постигане на определена консистенция.

Начало и край на свързването. Времената на свързване са необходими за технология на бетонните работи (производство, транспорт

и полагане). Тези времена намаляват при повишаване на температурата и намаляване на водоциментното отношение.

Ситност на смилае. Ситността на смилае е свързана със скоростта на процесите на хидратация и се измерва чрез пресебен анализ или специфичната повърхнина на циментите.

Обемно постоянство. Този показател характеризира процесите на съсъхване и набъбване на цимента при втвърдяване.

Топлоотделяне (екзотермия). Хидратацията на цимента е свързана с отделянето на топлина. Топлоотделянето зависи от минералния състав на цимента, използваните добавки и ситност на смилае. Топлоотделянето е значително при много масивни конструкции, където трябва да се има пред вид.

Основните типове цимент съгласно европейските нормативи (БДС EN 197-1) са портландцимент, портландцимент с минерални добавки, шлаков, поцуланов и смесен цимент.

Стандартната якост на цимента е якостта на натиск, определена съгласно стандартните изисквания на възраст 28 дни. Циментите се подразделят на три класа по якост на натиск. Нормира се времето за начало на свързването. Времето за край на свързването не се нормира. В тези стандарти се нормира ранна якост на натиск на възраст 2 и 7 дни. Включени са два класа по ранна якост за всеки клас цимент по стандартна якост – клас с обикновена ранна якост и клас с висока ранна якост, означаван с R (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Механични и физични изисквания към циментите, дадени като характеристични стойности

Клас по якост	Якост на натиск, f_{ce} , МПа			Начало на свързване min	Обемно разширение по EN 196-3 mm
	Ранна якост		Стандартна якост 28 дни		
	2 дни	7 дни			
32.5		≥ 16	$\geq 32,5$	$\leq 52,5$	≤ 10
32.5 R	≥ 10				
42.5	≥ 10		$\geq 42,5$	$\leq 62,5$	
42.5 R	≥ 20				
52.5	≥ 20		$\geq 52,5$	≥ 45	
52.5 R	≥ 30				

Фракции за бетон. Под фракция се разбира насипен зърнест материал с определени граници на зърнометричния състав. Фракциите заемат най-голям обем от бетонната смес и оказват влияние на нейните свойства, на свойствата на втвърдения бетон и тяхната стойност. Фракциите за бетон могат да бъдат естествени, изкуствени или рециклирани от материал, използван преди това в конструкции.

В табл. 3.3 са дадени някои от действащите технически спецификации отнасящи се до фракциите за бетон наречени още добавъчни материали, агрегати или пълнители.

Таблица 3.3
Технически спецификации за фракции за бетон

БДС 169-81	Материали добавъчни едри за обикновен бетон. Класификация и технически изисквания
БДС 171-83	Пясък за обикновен бетон. Технически изисквания
БДС 2271-83	Пясък за строителни разтвори. Технически изисквания
БДС 10589-79	Материали добавъчни плътни за бетон. Правила за доставяне, приемане, съхранение и транспорт
БДС 16934-88	Материали строителни неорганични зърнести. Класификация, основни термини и определения

За обикновен бетон се използват естествени (каменни) фракции, които се подразделят на дребни фракции (пясък) и едри фракции (чакъл и трошен камък).

Пясък за обикновен бетон. Пясъкът е зърнест материал с едрина на зърната до 5 mm. Според начина на получаване на зърната пясъкът бива:

- естествен пясък - образуван в резултат на естествено разрушаване на твърди скали;
- трошен пясък - получен чрез изкуствено натрошаване на твърди скали.

Върху свойствата на бетона влияние оказват зърнометричния състав на пясъка и съдържанието на вредни примеси (отмиваеми частици, бучки глина, сулфати, слюда и органични примеси).

Таблица 3.4
Модул на едрина и зърнометричен състав на пясъка по БДС 171-83

Вид на пясъка	Модул на едрина FM	Преминало количество, в % по маса, през сито с отвори, в mm				
		2,5	1,25	0,63	0,315	0,16
Едър	3,5-2,9	75-85	45-65	20-40	5-15	0-3
Среден	2,9-2,3	85-95	65-85	40-60	15-25	3-8
Ситен	2,3-1,7	95-100	85-95	60-80	25-40	8-15

Забележки:

1. Когато пясъкът не отговаря на преминали количества на някои от групите, видът му се определя чрез модула на едрината.
2. Употребата на ситен естествен и трошен пясък и хвост се разрешава само след нужната обосновка.

Зърнометричния състав се определя от участието на зърна с дадена големина, изразено по маса или в процент от общото количество. Определя се чрез зърнометричен анализ. Оценката на зърнометричния състав се извършва по няколко показатели:

- съдържание на зърна по-големи от 5 mm, не повече от 10%. Нормира се и съдържанието на зърна под 0,16mm (табл.3.4).
- положение на зърнометричната крива спрямо стандартните области;
- модул на едрината. В зависимост от стойността на модула на едрината пясъкът се класифицира като едър, среден и ситен.

Едри фракции за обикновен бетон. Едрите каменни фракции за обикновен бетон са зърнест материал с едрина на зърната 5-150 mm. Те според произхода си се подразделят на:

- *естествен чакъл* – получен от естествено разрушаване на скали;
- *трошен чакъл* – получен чрез допълнително претрошаване на естествен чакъл или на по-едри късове от естествено разрушени скали;
- *трошен камък* – получен чрез изкуствено натрошаване на естествени скали.

Върху свойствата на бетона оказват влияние зърнометричният състав, съдържание на вредни съставни части (сулфати, отмиваеми частици, съдържание на продълговати и плоски зърна, бучки глина и вредни органични примеси) и други свойства (дробимост, износване и мразоустойчивост).

Зърнометричният състав на едрите фракции е следния в mm: 5-10, 5-15, 5-20, 5-30, 10-20, 15-30, 20-40, 30-60, 60-120 и 60-150. При едрите фракции от голямо значение е размерът на максималното зърно D_{max} . Той е равен на диаметъра на отвора на ситото, за което пълният остатък, определен при пресяването, не надвишава 5%. Избора на максималния диаметър на зърното на едрите фракции става по технически, икономически и технологични съображения.

Вода за направа на бетон. Водата е най-активния химически компонент, участващ заедно с цимента във всички процеси на структурообразуване на циментната паста и превръщането ѝ в бетон.

Изискванията към водата за направа на бетон са дадени в БДС EN 1008:2003. “Вода за направа на бетон. Изисквания за вземане на проби, изпитване и оценяване на годността на вода, включително на рециклирана вода от производството на бетон, като вода за направа на бетон”.

Водата за направа на бетон съгласно горния стандарт бива следните видове:

- вода за пиене – тази вода се разглежда като годна за направа на бетон и не трябва да се изпитва;
- рециклирана вода от производство на бетон – тази вода обикновено е годна за бетон, но трябва да отговаря на определени изисквания;
- подпочвена вода – тази вода може да е годна за направа на бетон, но трябва да се изпита;

- естествена повърхностна вода и промишлена отпадъчна вода – тази вода може да е годна за направа на бетон, но трябва да се изпита;
- морска или слабо солена вода – тази вода трябва да се използва за бетон без армировка или забетонирани метални части. Тя обикновено не е годна за производство на армиран или предварително напрегнат бетон. При бетон със стоманена армировка или забетонирани метални части определящ фактор е общото съдържание на хлориди в бетона.
- отпадъчна вода – тази вода не е годна за направа на бетон.

Ограничава се съдържанието във водата за бетон на хлориди, сулфати, алкалии и вредни примеси (захари, сулфати, нитрати, олово, цинк).

Рециклираната вода от производството на бетон включва следните видове:

- вода, която съдържа остатъци от бетон;
- вода, която се използва за почистване на вътрешността на стационарни бетоносмесители, автобетоносмесители и бетонпомпи;
- промишлена вода, която е използвана за рязане, шлифване и рязане с водна струя на втвърден бетон;
- вода извлечена от бетонна смес при приготвянето ѝ.

Стандарта въвежда понятието комбинирана вода. Комбинираната вода е смес от рециклирана вода от производството на бетон и вода от друг източник.

Рециклираната вода от производството на бетон или комбинирана вода може да се използва като вода за направа на бетон със или без армировка или забетонирани метални части, както и за предварително напрегнат стоманобетон, когато удовлетворява следните изисквания:

- 1) Допълнителното количество фини частици в бетона, които са резултат от ползването на рециклирана вода, трябва да бъде по-малко от 1% (m/m) от общата маса на фракциите за бетон.
- 2) Възможното влияние при използване на рециклирана вода трябва да се вземе под внимание при специални изисквания към бетона, например видим бетон, предварително напрегнат бетон, бетон с въвлечен въздух и бетон изложен на въздействие на агресивна околна среда.
- 3) Количеството на рециклираната вода трябва да се разпределя равномерно в дневната продукция.

Спомагателни материали за бетон

Спомагателните материали могат да участват в производството на бетонни смеси, без да са нейна материална основа, като ѝ придават определени качествени свойства. Това са т.н специални добавки към бетона и строителните разтвори. Тук се разглеждат само добавки за бетон и добавки за оцветяване на цимента, бетона и разтворите (оцветители, пигменти).

Добавки за бетон. Добавките за бетон са органични, неорганични или смесени добавки за циментови бетони, използвани в малки контролируеми количества (до 5% сухо вещество от масата на цимента), за да подобрят свойствата на бетонната смес и/или качествата на втвърдения бетон.

Освен количеството друго ограничаващо условие на приложение на добавките е тяхната цена. Това налага проверка на условието за ефективност на дадена добавка, т.е. да се сравни получения ефект от добавката (резултата) с направения разход. По тези причини е редно провеждането на предварителна проверка за всеки конкретен случай на приложение на химични добавки за бетон и разтвори.

Основните стандарти за добавките са:

- БДС 14069-82. Добавки за бетон. Класификация. Технически изисквания
- БДС EN 934-2:2001 – Химични добавки за бетон, разтвор и инжекционен разтвор. Част 2. Химични добавки за бетон. Определения, изисквания, съответствие, маркиране и етикетиране.

Химическите добавки се класифицират по технологичен признак, т.е. съобразно главния технически ефект, който те предизвикват при влагане в бетоните. Те оказват влияние върху реологичните свойства (водонамаляващи, въздуховъвличащи), върху свързването и втвърдяването на бетона (ускоряващи, забавящи) и върху физичните свойства (противозамръзващи, уплътняващи) на бетонната смес и бетона.

Използват се също така и комплексни добавки, които оказват влияние върху няколко свойства на бетонната смес и/или втвърдения бетон, чрез изпълнение на повече от едно от основните действия, описани по-горе.

Основно действие на комплексна добавка е отделно действие на добавката, което е посочено като такова от производителя. Допълнително действие на комплексна добавка е това, което е посочено като такова от производителя.

В табл. 3.5 е дадена класификация на добавките за бетон съгласно БДС 14069-82 според действието им върху свойствата на циментовото тесто, бетоновата смес и втвърдения бетон.

Производителите на добавки са длъжни да обявяват съдържанието на захари, хлориди, инхибитори и сулфати в добавката.

Определянето на състава на бетона с химически добавки може да се извърши по методиките дадени в [36, 98].

Използването на химически добавки за бетон води до постигането на някои от следните ефекти:

- намаляване разхода на цимент;
- намаляване разхода на енергия при топлинно обработени бетони чрез съкращаване продължителността или понижаване температурата на топлинната обработка;
- съкращаване сроковете за декофриране при нормално втвърдяване;

- подобряване технологичните свойства на бетонната смес;
- повишаване якостта, водопопиваемостта, корозионната устойчивост и дълготрайността на бетона;
- съкращаване или премахване на мерките при зимно бетониране.

Таблица 3.5

Класификация на химическите добавки за бетон съгласно БДС 14069-82

Вид на добавката	Основно действие
Пластифициращи (водонамаляващи): а) обикновени; б) суперпластификатори	Намаляват водопотребността на бетонната смес за получаване на дадена консистенция; увеличават плътността и якостта на бетона
Въздуховъвличащи	Въвличат допълнително въздух и осигуряват неговото по-fino и равномерно разпределение в бетонната смес; подобряват мразоустойчивостта на бетона
Ускоряващи: а) с нормално свързване б) с ускорено свързване	Ускоряват втвърдяването на бетона; намаляват времето за постигане на дадена якост
Забавящи	Увеличават времето на свързване на цимента; забавят нарастването на якостите на бетона в ранна възраст
Противозамръзващи	Понижават температурата на замръзване на бетонната смес; осигуряват втвърдяването на бетона при ниски положителни и отрицателни температури
Уплътняващи	Намаляват водопропускливостта; увеличават якостта на бетона
Пластифициращо-въздуховъвличащи	Действат като пластифициращите добавки; предизвикват въздуховъвличане в бетонната смес (ограничено)
Ускоряващо-пластифициращи	Ускоряват втвърдяването на бетона; действат пластифициращо
Забавящо-пластифициращи	Забавят втвърдяването на бетона; действат пластифициращо

Пигменти. Пигментите са материали с определен цвят от минерален и органичен произход, неразтворими във вода и в органични разтворители. Използват се за производство на цветни тротоарни плочи. Използването на пигменти за цветни бетонни смеси дава възможност да се създават неограничен брой разцветки.

По произход пигментите биват естествени и изкуствени. Естествените пигменти се получават при проста механична обработка на природни материали, докато изкуствените се добиват при много сложни химични процеси.

Пигментите основно са: бели, жълти, сини, зелени, кафяви, червени, черни, метални (бронз), органични и светещи. Те притежават следните свойства: светлинна, химическа и атмосферна устойчивост, цвятова интензивност и температурна устойчивост.

Количеството на използваните пигменти трябва да осигури необходимия цвят и не трябва да понижава активността на цимента. Различните пигменти различно влияят на активността на цимента. В табл. 3.6 е даден ориентиран разход на пигменти.

Таблица 3.6
Ориентировъчен разход на някои пигменти

Пигмент	Цвят	Технически свойства на пигмента		
		Киселинна устойчивост	Цветова интензивност	Разход на пигмента, % от масата на цимента
Охра	Жълт	Слаба	Средна	10 - 12
Убра натурална	Кафяв	Слаба	Ниска	10 - 12
Умбра печена	Тъмнокафяв	Слаба	Висока	10 - 12
Оловен миниум	Червен	Средна	Средна	10 - 12
Мумия	Червен	Слаба	Средна	10 - 12
Манганов окис	Черен	Слаба	Средна	10 - 12
Графит	Сив	Висока	Средна	4 - 6
Хромов окис	Зелен	Средна	Средна	5 - 6
Ултрамарин	Син	Ниска	Висока	5 - 8

По-долу са дадени кратки характеристики на цитираните пигменти.

Охра - природен пигмент, глина с жълт цвят, който в зависимост от количеството на железния окис (11-18%) има различен оттенък (жълт до жълтокафяв). По-високото съдържание на манганов окис ѝ придава по-тъмен цвят.

Умбра - натуралната умбра е с цвят на кафява до зеленикавокафява охра, а печената е тъмнокафява. Получава се от глини, които съдържат 48 и повече % железен окис и 7-14% манганов окис.

Оловен миниум - цветът му е яркооранжев до червен. Той е един от най-тежките пигменти и е отровен.

Мумия естествена - това е земна червена боя от глина, съдържаща не по-малко от 35% железни окиси, които дават нейния червен цвят. Тя е евтин пигмент с добра цветова интензивност и висока светлоустойчивост.

Мумия изкуствена – червен пигмент, който се приготвя чрез нагриване на железен сулфат и креда или варовик. По цвят бива светла и тъмна. Има добра цветова интензивност и висока светлоустойчивост.

Манганов окис - черен пигмент, който се получава от естествени манганови руди.

Графит - природен пигмент с черен цвят и метален блясък със съдържание на въглерод до 92%. Графитът има висока температурна и киселинна устойчивост.

Хромов окис - зелен пигмент с много голяма светлоустойчивост, добра цветова интензивност и температурна устойчивост; не се изменя под действието на киселини, основи и серни съединения. По тази причина той може да се смесва с други пигменти, независимо от техния химичен състав.

Ултрамарин - цветът му зависи от съставните компоненти и може да бъде от светло- до тъмно син. Ултрамаринът има средна

светлоустойчивост, но много добра топло- и алкалоустойчивост. Издръжлив е на действието на основи, но се разрушава от киселини.

3.2. Същност и задачи на снабдяването

Снабдяването е процес на управление на материални потоци при удовлетворяване на производствените потребности на бетоно-смесителната система, включващ процедурите по закупуване, транспорт и складиране на материални ресурси.

Закупуването на материални ресурси включва определянето на производствените и други потребности по срокове, количества и спецификации, водене на преговори и избор на доставчици, сключване на договори и възлагане на доставки, входящ контрол за количеството и качеството на материалните ресурси. *Транспортирането* е свързано с избора на вида транспорт и транспортната схема, поддържането на собствени и/или ползването на наети превозни средства, извършването и/или контрола на товаро-разтоварни, спедиторски и превозни дейности. *Складирането* обхваща избора на броя, вида и разположението на складовете, експлоатацията на складовете, отчетността, опазването и контрола на складовите наличности.

Основната цел на снабдяването е гарантирано обезпечаване на организацията с необходимите видове, количество и качество материални ресурси при определените изисквания и доставчик, точно на време, на определеното място и по договорената цена при минимални разходи за тяхното придобиване.

Тази цел определя *двете основни задачи* на снабдяването:

- осигуряване на *количествените и времеви параметри* на доставките;
- минимизиране на *разходите* по доставките и съхранението.

От основните задачи на снабдяването произтичат две групи контролируеми параметри:

- *количествени и времеви характеристики* на доставките - отразяват се в *контролен график на доставките*, в който се определят количествата и сроковете за снабдяване с различните материали;
- *размер на разходите* по снабдяването – основна роля има *коэффициентът за относителен дял на разходите за снабдяване* изчислен на база на вложените материални ресурси към общите производствени разходи. Спомагателна роля имат *коэффициентите за относителните дялове на разходите за придобиване, транспорт и съхранение* в общите разходи на снабдяването.

Функции на снабдяването:

- определяне и изучаване на източниците и доставчиците на материални ресурси;
- определяне на потребностите от материални ресурси;
- вземане на решение за закупуване;

- определяне на количествата и сроковете на доставките и контрол върху тях;
- управление на запасите;
- отчет и контрол на договорните отношения по снабдяването.

Основен документ на снабдяването е **програмата за снабдяване**. Тя се изготвя в три части:

- 1) основни показатели на снабдяването и контролен график на доставките;
- 2) мероприятия за осигуряване на реализацията на основните показатели и контролния график на доставките;
- 3) бюджет и график на доставките.

Изисквания към подсистемата снабдяване:

- осигуряване на непрекъснат поток от материали;
- управление на запасите;
- поддържане на ниво на качеството на подаването на материалите;
- работа с доставчиците;
- минимизация на разходите от тази дейност;
- осигуряване на конкурентоспособност на организацията.

Надеждност на снабдяването – гарантиране непрекъснатостта на производството между две поредни доставки.

3.3. Закупуване на материали

Определяне на потребностите от материали. Въз основа на производствената програма за произвежданите видове бетон се определят видовете материали за бетон и параметрите на тези материали, като вид и клас на цимента, видове фракции със зърнометричния им състав и т.н.

Потребностите от материали се прогнозират и планират с помощта на две основни групи методи:

□ **определяне на потребностите въз основа на производствена програма.** Потребността от материали се определя въз основа на бъдеща производствена програма. Така определени тези потребности образуват величината на първоначалната потребност от материали за производство. По-нататък на основа на първоначалните потребности се изчислява обема на доставките.

Основен параметър тук е интензивността на потребностите на отделните видове материали (λ_i). Те се определят въз основа на интензивността на потреблението от бетонни смеси (λ_c) и съответните разходни норми. Интензивността на потребление на бетон се определя съгласно гл. V.

Интензивностите на потребление на отделните видове материали се изчислява по формулата:

$$\lambda_i = \lambda_c \cdot q_i \cdot k_{wi} \quad (3.1)$$

където

λ_i е интензивност на потребление от даден материал;

λ_c – интензивност на потребление от бетон;

q_i – нормата за разход на съответния материал за 1 m^3 бетон;

k_{wi} – коефициент на технологични загуби на съответният вид материал.

За технологични изчисления могат да се приемат следните формули за определяне на интензивностите на потребление от материали за бетон:

• цимент $\lambda_{ce} = 0,3.\lambda_c, t/m^3$ (3.2)

• дребни фракции $\lambda_{fa} = 0,5.\lambda_c, m^3/m^3$ (3.3)

• едри фракции $\lambda_{ca} = 0,75.\lambda_c, m^3/m^3$ (3.4)

Разходите на отделните материали за единица продукция могат да се вземат и от съответните рецепти за различните видове бетонни смеси.

□ **определяна на потребностите въз основа на разхода на материали.**

Дадения метод се основава на предположението, че разхода на материалите за минали периоди и бъдещите потребности от тях зависят от някои неизвестни, но принципно неизменящи се величини. По такъв начин, на основа на анализ на разхода за материали през минали периоди се изясняват закономерностите и основния прогнозен тренд, включително и сезонните колебания. Изхождайки от тези закономерности, с помощта на различни методи се прогнозира потребностите от материали за даден период.

Избор на доставчик. След като са определени потребностите от материали и изискванията към тях се пристъпва към избор на доставчик. Важността на проблема не е само в големия брой доставчици на пазара, а в необходимостта доставчика да бъде надежден партньор на производителя в реализацията на неговата стратегия. Основните етапи за решаване на тази задача са:

➤ **Изготвяне на списък с възможни доставчици.** При събиране на информация за възможните доставчици се използват следните методи: обявяване на конкурс, изучаване на рекламни материали, посещения на изложби и панаири, кореспонденция и лични контакти с възможни доставчици. В резултат на изброените мероприятия се изготвя списък на потенциалните доставчици, който постоянно се обновява и допълва.

➤ **Анализ на потенциалните доставчици.** Съставения списък с потенциални доставчици се анализира въз основа на специални критерии, позволяващи да се осъществи подбор на приемливи доставчици. Броя на тези критерии може да бъде от порядъка на няколко десетки. Обикновено се отчита цената и качеството на доставяните материали, а също и надеждността на доставките, под което се разбира спазване от доставчика на изискванията по сроковете на доставка, асортимент, качество и количество на доставяните материали.

Други критерии, които могат да се вземат предвид при избора на доставчик са:

- отдалеченост на доставчика;
- срокове на изпълнение на текущи и извънредни доставки;
- наличие на резервни мощности в доставчика;
- система за управление на качеството в доставчика;
- финансово положение на доставчика.

В резултат на анализа на списъка с потенциални доставчици се оформя списък на конкретни доставчици, с които се провеждат пред договорни срещи.

Таблица 3.7

Пример за изчисляване рейтинга на доставчиците

Критерий за избор на доставчик	Коеф. на тежест	Стойност на критерия (до 10)	Оценка
Надеждност на доставката	0,30	7	2,1
Цена	0,25	6	1,5
Качество на материалите	0,15	8	1,2
Условия на плащане	0,15	4	0,6
Възможности за извънредни доставки	0,10	7	0,7
Финансово състояние на доставчика	0,05	4	0,2
Общо	1,00		6,3

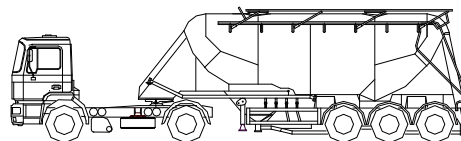
⇒ **Оценка на резултатите от работата с доставчиците.** На избора на доставчик съществено влияние оказват резултатите от пред договорните срещи. За това се разработва специална скала на оценките (табл.3.7), която позволява да се изчисли рейтинга на доставчиците.

Доставяне на материалите. Под доставка на материалите (дистрибуция) се разбира придвижването им от доставчика до бетоносмесителната система (потребителя). Основна задача на дистрибуцията е максимална икономия на всички ресурси по веригата “доставчик-организация” при осигуряване на необходимото качество на материалите (вж. гл. V). Тази дейност може да се извършва пряко или чрез търговски посредници (агенти или специализирани дистрибутори).

Основно напоследък за доставка на материалите за бетонна смес се прилага автомобилен транспорт, който с повишената си товароносимост е конкурентен на железопътния.

Транспортирането на цимента при автомобилния транспорт се извършва със специализирани автомобили наречени **циментовози**. Циментовоза представлява полуремарке, с монтирана на него цистерна, теглено от седлови влекач. Всички видове циментовози се разтоварват от пневматични уредби със сгъстен въздух от собствени компресори. В момента съществуват две принципни системи автоциментовози - със задно и долно разтоварване.

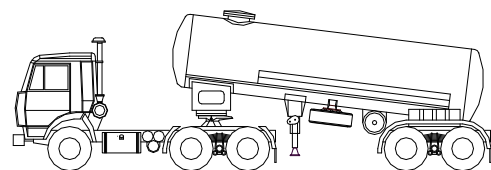
Циментовозите с долно разтоварване (фиг. 3.1) имат един, два или три конусни сектори на цистерната с отвор надолу, което облекчава разтоварването чрез гравитацията. Отгоре цистерната има 2-4 отвора с херметични капаци за гравитационно зареждане. Зареждането може да се извършва и под налягане. Разтоварването се извършва само под налягане 0,2 МРа. Циментовозите са комплектовани с гофрирани шлангове с накрайници съответно за въздух и цимент. За улесняване на операциите имат стационарна стълба отзад и пътека в горния край със съваеми перила при транспорт.



Фиг. 3.1. Автомобил циментовоз с долно разтоварване

Циментовозите със задно разтоварване от своя страна биват две разновидности: с наклонена цистерна и с повдигаема цистерна.

При циментовозите с наклонена цистерна, последната е монтирана под ъгъл спрямо посоката на разтоварване от 7° – 9° (фиг. 3.2). Отгоре цистерната има един или два люка за натоварване, затворени с херметични капаци. Вътре цистерната е оборудвана с откоси аероулеи. За натоварване на циментовоза в неговата цистерна предварително създават вакуум чрез присъединяване на маркуч към нагнетяващия щуцер на компресора, монтиран на влекача и задвижван от скоростната му кутия. След това смукателното устройство се потапя в цимента и се отваря кранът. От разликата в наляганията цимента влиза в цистерната и я напълва до нивото, определено с датчик-нивомер.



Фиг. 3.2. Автомобил циментовоз с аеродъно

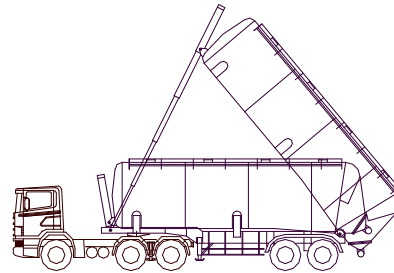
Цимента се разтоварва чрез подаване на съгъстен въздух в цистерната, който под налягане 0,5 МРа постъпва едновременно вътре в цистерната чрез аеродъното и чрез дюзата на изходящия щуцер в задната част на цистерната. За предотвратяване на влизането на цимент, въздухопроводите са снабдени с обратни клапани. Аеродъното представлява улей от метална мрежа, покрита с няколко слоя пореста памучна тъкан. Прониквайки под налягане чрез порите, въздуха се смесва с цимента, в резултат на което въздушно циментната смес започва да тече по наклонените плоскости на аеродъното към разтоварващия отвор, където се увелича от въздуха излизащ от дюзата, и чрез гъвкав гофриран маркуч се подава към мястото на складиране.

Циментовозите с повдигаема цистерна (фиг. 3.3) представляват полуремарке с цяла рама. Цистерната е подпряна на определени опори и в задния край е окачена шарнирно. С помощта на хидравличен цилиндър

цистерната се повдига на определен ъгъл, което облекчава разтоварването от задния отвор. Отгоре цистерната има определен брой люкове за натоварване, които се обслужват от пътека и стълба в задния край.

Основния параметър на циментовозите е вместимостта на цистерната, изразена чрез геометричния обем (u, m^3). Като се вземе пред вид обемната маса на цимента и неговия коефициент на напълване за товарносимостта на циментовоза получаваме:

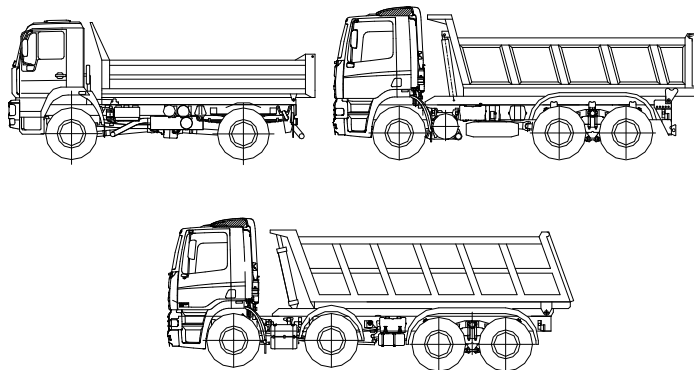
$$m_c = u \cdot k_u \cdot \rho_{осе}, \quad t \quad (3.5)$$



Фиг. 3.3. Автомобил циментовоз с повдигаема цистерна

Транспортирането на фракциите за бетон при автомобилния транспорт се извършва със специализирани автомобили наречени *самосвали*. Самосвала представлява превозно средство с монтирана на него метална каросерия с механизъм за саморазтоварване.

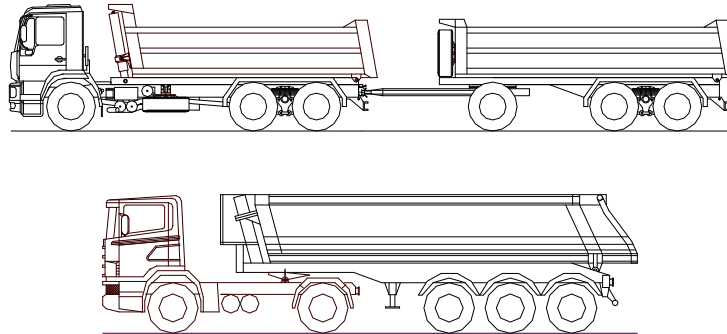
Съществува голямо разнообразие на видовете самосвали по отношение на конструкцията, вместимост на каросерията и проходимост. В зависимост от използваното шаси самосвалите биват единични автомобили-самосвали, ремаркета и полуремаркета самосвали. По икономически съображения самосвалите се произвеждат на базата на серийни автомобилни шасита, ремаркета и полуремаркета без съществени изменения.



Фиг. 3.4. Автомобили самосвали на стандартно автомобилно шаси

Увеличаването на товарносимостта на самосвалите става за сметка на увеличаване на броя на осите. Това става по два начина: чрез увеличаване броя на осите на автомобилните шасита (фиг. 3.4) и чрез използване на ремаркета и създаване на автомобилни състави (фиг.3.5) и използване на самосвални полуремаркета и създаване на съчленен състав (фиг.3.5).

Увеличаването броя на осите на автомобилните шасита, т.е. създаването на многоосни шасита води до подобряване устойчивостта, управляемостта и проходимостта им.



Фиг. 3.5. Автомобилен състав с ремаркета самосвали

Товарните състави (автомобилни и съчленени) имат съществени конструктивни и експлоатационни недостатъци, въпреки тяхното непрекъснато усъвършенстване. Те са слабо маневрени, имат малка устойчивост и проходимост на земни пътища. Голямата собствена маса на автовлака не му дава и особени предимства в товарносимостта спрямо многоосните автомобили самосвали.

При горните обстоятелства избора на вида на самосвала зависи от конкретните условия на експлоатация по отношение на количества на превозваните материали, пътни условия, условия в пунктовете за натоварване и разтоварване и т.н.

При проектиране организацията на транспорт на фракции за бетон е необходимо правилно да се определи възможната степен на натоварване на автомобилите самосвали. При механизирано натоварване на фракциите се образува пирамидално надвишение над височината на самосвалната каросерия. Височината на тази пирамида зависи от ъгъла на естествения откос на превозвания материал. При каменните фракции този ъгъл може да се приеме 30° . Различаваме геометричен, уплътнен и номинален обем на самосвалната каросерия. Геометричният обем се определя по вътрешните размери на каросерията:

$$u_o = b.l.h, \quad \text{m}^3 \quad (3.6)$$

където

b , h и l са съответно вътрешни широчина, височина и дължина на каросерията, m.

Уплътнения обем представлява обема на материала в стръскано състояние без шапка, и се определя по формулата

$$u_s = u_o.k_u, \quad \text{m}^3 \quad (3.7)$$

където k_u е коефициент на напълване за съответния материал.

Номиналният обем се определя като към уплътнения се прибави обема на пирамидата по формулата:

$$u = u_o \cdot k_u + \frac{b^2 l}{8}, \quad \text{m}^3 \quad (3.8)$$

Номиналният обем фактически представлява обема на превозвания материал, който при пълно използване на товарносимостта се определя от обемната маса на материала по формулата:

$$u = \frac{m_c}{\rho_o}, \quad \text{m}^3 \quad (3.9)$$

От тук за товарносимостта получаваме израза

$$m_c = b.l(h.k_u + 0,125.b)\rho_o, \quad \text{t.} \quad (3.10)$$

От израза се вижда, че товарносимостта на определен самосвал зависи основно от обемната маса на материала, което обстоятелство трябва да се отчита при натоварване на самосвалите. Претоварването води до превишаване на осовото натоварване на шасито и нарушаване на нормативните осови товари на пътищата и пътните съоръжения.

3.4. Складиране на материалите

Предназначение на складовете. Складовете служат за приемане на материалите и превръщането им в производствени запаси като по този начин регулират разликата между циклите на доставка, транспорт и производство. Складовете се създават в началото и края на транспортните потоци или производствени процеси за временно акумулиране на материали и съвременно снабдяване на производството с материали в нужните количества.

Складовете при производството на бетонни смеси играят важна роля в общия технологичен процес на производството, те поддържат ритъма на производството. Поради това от техническото ниво и организация на работа на складовете зависи организацията, общия ритъм и ефективността на производствения процес.

Във складовете се извършва преобразуване на материалния поток по количествени, времеви и физически характеристики. По такъв начин целта за създаване и функциониране на всеки склад се състои в това да приема от транспорта материалния поток с едни параметри, да го преработва и предава на друг транспорт с други параметри при минимални разходи.

По такъв начин склада може да се разглежда като техническо съоръжение в което се извършват операции по складиране и преместване на материали с цел преобразуване на материалните потоци (геометрическо, физическо, времево).

Характеристиките на входящия материален поток в склада се формират под влиянието на специфичните особености на работата на доставчиците на материали и характеристиките на транспорта, доставящ

материалите на склад. Параметрите на входящия материален поток в склада зависят от предназначението на склада, характеристиките и спецификата на работа на транспорта, доставящ материалите в склада на потребителя, а така също от технологията и организацията на складиране.

Обобщено може да се каже, че складовете са:

- регулатори на производствения процес чрез акумулиране на материали и компенсирание на неритмичността;
- преобразуватели на параметрите на материалните потоци за удовлетворяване на производствените потребности.

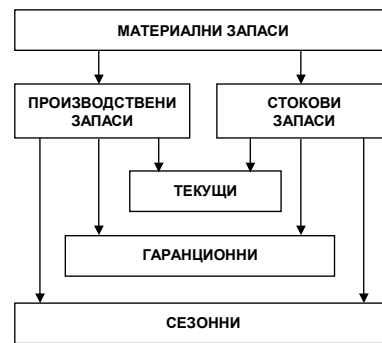
Обработката на материалите в производствените складове се явява част от общата технологична схема на производството и в същото време всеки склад има относителна самостоятелност (свои помещения, машини, технология на складиране и др.). Производството на бетонни смеси започва от складовете за материали и завършва с временно складиране (акумулиране) на готовата продукция в разходни бункери в размер на няколко замеса.

Производствени запаси. Производствените запаси са част от материалните запаси (фиг.3.6) и представляват материални ресурси предназначени за производствено потребление, намиращи се в организацията. Запасите от материални ресурси имат за цел да осигурят непрекъснатост на производството.

Производствените запаси [109] по функционален признак биват текущи, гаранционни, сезонни и др. **Текущият запас** е предназначен да осигурява производството с материали за бетон в периодите между две поредни доставки. **Гаранционният запас** е предназначен да осигури производството с материали за бетон в случаите на нарушение на нормалния ритъм на доставките. **Сезонният запас** е предназначен да осигурява производството при влияние на сезонни фактори. В бетоносмесителните системи обикновено се поддържат текущи и гаранционни запаси.

Управлението на запасите трябва да поддържа такова равнище на производствените запасите, което да **осигурява непрекъснатост на производствения процес при минимални разходи за тяхното подържане**. Това става чрез въздействие върху параметри за управление на запасите. Тези параметри за управление на запасите са:

- **параметри на потребностите** (разхода): интензивност на потребностите (λ), функция на потребностите $\alpha(t)$, временни



Фиг. 3.6. Основни видове материални запаси

характеристики на дискретни потребности (интервал между две последователни потребности);

- **параметри на заявката:** величина на заявката (q_r), момент на заявката (t_r) или т.н. точка на заявката, интервал на заявката (интервал от време между две поредни заявки) (τ_r);
- **параметри на доставката:** размер на доставката (q_s), момент на доставката (t_s), интервал на доставката (интервал от време между две поредни доставки) (τ_s), време на забавяне на доставката;
- **равнище на запаса** в склада: общ (Q), текущ (Q_{ws}), гаранционен (Q_{ss}) и среден запас (\bar{Q}).

Три от тези параметри са основни – общ запас, точка на заявката (ROP) и гаранционен запас.

Определянето на **текущият запас** може да стане при наличие на стойностни параметри по формула за оптимално количество. Определянето му по технически параметри става по формулата:

$$Q_{ws} = \lambda \times \tau, \quad (3.11)$$

където

λ е интензивността на потребление на материала;

τ - срок за запасяване, който при производството на бетонни смеси може да се приеме като определена част от работните часове на ден t_d , т.е.

$$\tau = k_\tau \cdot t_d \text{ и } k_\tau = 0,5 - 2.$$

Текущите запаси от материали за бетон се определя както следва:

$$Q_{ce} = \lambda_{ce} \times \tau_{ce} = \lambda_{ce} \times k_{\tau_{ce}} \cdot t_d, \quad t \quad (3.12)$$

$$Q_{fa} = \lambda_{fa} \times \tau_{fa} = \lambda_{fa} \times k_{\tau_{fa}} \cdot t_d, \quad m^3 \quad (3.13)$$

$$Q_{ca} = \lambda_{ca} \times \tau_{ca} = \lambda_{ca} \times k_{\tau_{ca}} \cdot t_d, \quad m^3 \quad (3.14)$$

За компенсация на възможни колебания в потребностите и времето за изпълнение на заявката в посока на увеличение се създава **гаранционен запас**, използван по време на доставката. Големината на гаранционния запас зависи от: средната потребност от материални ресурси за единица време, средното време за изпълнение на заявката, колебания на потребности и време за доставка, изискваното ниво за обслужване на производството.

Величината на гаранционният запас се определя по методите на математическата статистика и теория на вероятностите при наличие на определена извадка от наблюдения. С достатъчна за практиката точност той може да се определи като част от текущия запас около 25%:

$$Q_{ss} = 0,25 \cdot Q_{ws}, \quad (3.15)$$

При което размера на общият запас ще бъде:

$$Q = Q_{ws} + Q_{ss} = 1,25 \cdot Q_{ws} \quad (3.16)$$

Правилното определяне величината на материалните запаси позволява:

- осигуряване ритмичното подхранване на бетоносмесителната система с необходимите материали за бетон за изпълнение на производствената програма;
- съкращаване разходите по съхранението на материалите и намаляване на загубите;
- предотвратяване образуването на излишни и свръхголями запаси и с това ускоряване на тяхната обръщаемост;
- определяне размерите на складовете и съответната механизация;
- рационално организиране работата на складовото стопанство за ритмично и непрекъснато снабдяване на бетоносмесителната система.

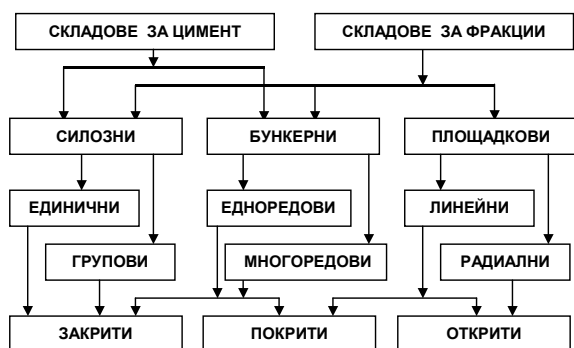
Класификация на складовете. Складовете могат да бъдат класифицирани по различни признаци: по вида на товарите, предназначение, подчиненост, товарооборот, време за съхранение, технология на складиране, степен на механизация и автоматизация, вид на строителната част, използвано оборудване и др.

Складовете на бетоносмесителната система се отнасят към специализираните складовете за материали (фиг.3.7) и биват *складове за цимент* и *складове за фракции*.

Според строително-техническото решение складовете биват:

- открити и закрити за пълнители;
- силози за пълнители и цимент;

В зависимост от вида на носещата строителна конструкция закритите складове могат да бъдат стоманени и стоманобетонни. От гледна точка на пожарната опасност складовете са категория Д за съхраняване на негорими вещества и материали в студено състояние.



Фиг. 3.7. Видове складове в бетоносмесителна система

Основни задачи при проектиране на складовата подсистема:

- избор на вида на склада;
- определяне вместимостта на склада;

- избор на подемно-транспортната система на склада;
- разработване на планировката на склада;
- технология на складиране и описание на процедурите при складиране.

Складов процес. Складирането като процес най-общо се състои от следните основни операции: *приемане, складиране и подаване*. Тези операции имат следното съдържание (табл. 3.8)

Приемането на материалите се извършва на специална площадка в склада извън зоната на съхранение. То включва операциите свързани с контрола за тяхното количество и качество по придружаващите ги документи и подаването им към зоната на съхранение.

Количественото приемане на материалите се извършва по документи, като при необходимост е възможно да използват различни видове вагонни кантари или автомобилни кантари.

Таблица 3.8
Състав на складовия процес

Операции	Съдържание
Приемане	1. Количествено приемане 2. Качествено приемане 3. Подаване на материалите за складиране
Складиране	1. Подаване в съответния сектор (бункер, силос) за съхраняване 2. Контрол по време на съхраняване
Подаване	1. Подаване на материалите от съответния сектор (бункер, силос) 2. Транспорт на материалите до бетоносмесителната система

Качественото приемане на материалите се провежда при тяхното постъпване в потребителя. Входящ контрол на постъпилите от доставчика материали се извършва за установяване съответствието им с изискванията на нормативните документи, договорите за доставката им и техническата документация (вж. гл. VI).

Подаването на материалите от разтоварището в склада се извършва гравитачно или с различни подемно-транспортни средства в зависимост от технологичната схема.

Складирането е процес свързан със съхраняването на материалите осигуряващи нормалния ход на производството. То се извършва в различни складове.

Подаването на материалите от секторите (силозите) се осъществява в зависимост от технологичната схема и начина за транспортиране до бетоносмесителната система.

Начини на складиране на материалите. Складирането на материалите за бетон се извършва главно по два начина: складиране на фигури и складиране в обемни съоръжения.

Складиране на фигури. Този начин на складиране при производството на бетонни смеси се прилага за фракциите за бетон. Складирането на насипни материали на фигури се извършва на отводнени площадки с трайна настилка. Образуването на тези фигури става чрез пробутване (булдозер, челен товарач), изтегляне (скреперна уредба) или насипване (лентов транспортър, специални машини). Изземването на материала от фигурата става по гравитационен начин през отвори на складовата площадка и подаване на съответното транспортно средство.

Наклонът на откосите на фигурите (фиг.3.8) зависи от начина на образуване и има следните стойности:

$\alpha = 30^\circ$ - при пробутване и изтегляне на материала;

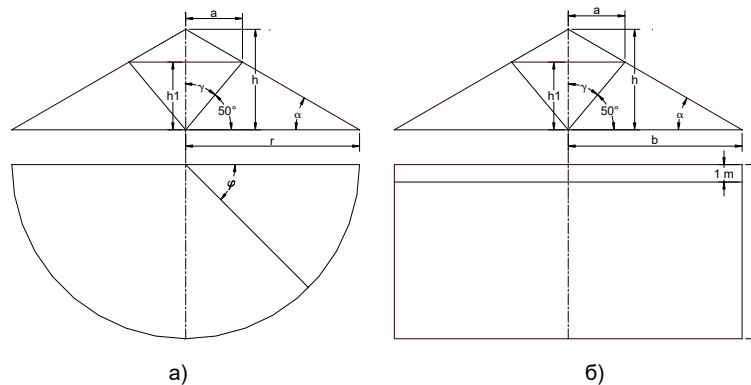
$\alpha = 40^\circ$ - при насипване на материала.

Наклонът на гравитачното изтичане на материала практически се приема с $5 - 10^\circ$ повече от ъгъла на естествения откос на материала.

Общият обем на фигурата се състои от активен запас (V_A) и пасивен запас (V_P):

$$V = V_A + V_P, \text{ m}^3 \quad (3.17)$$

Активният запас е обемът складиран материал, който може по гравитационен начин да изтече през отворите за изземване. Пасивният запас е обемът от складиран материал, който може да се използва от производството на бетонни смеси само след съответно пробутване или изтегляне.



Фиг. 3.8. Складиране на насипни материали на фигури

Обхвата на активния запас зависи от ъгъла на изтичане и се определя от изразите:

$$a = h l \cdot \text{tg} \gamma \quad (3.18)$$

$h l = (r - a) \cdot \text{tg} \alpha$ - при радиална фигура;

$h l = (b - a) \cdot \text{tg} \alpha$ - при линейна фигура.

Откъдето получаваме:

$$a = \frac{tg\alpha.tg\gamma}{1+tg\alpha.tg\gamma}.r - \text{при радиална фигура}; \quad (3.19)$$

$$a = \frac{tg\alpha.tg\gamma}{1+tg\alpha.tg\gamma}.b - \text{при линейна фигура}. \quad (3.20)$$

Фигурите имат определена форма и най-общо са два вида: радиални и линейни. От това зависи определянето на складовата вместимост. Основните геометрични параметри на фигурите са:

- h - височина на фигурата, m;
- r - радиус на фигурата, m;
- $2b$ - широчина на фигурата, m;
- l - дължина на фигурата, m;
- φ - ъгъл на обхвата на фигурата, ...°;

Вместимостта на радиалната фигура се определя като се взема предвид коефициента на напълване на материала (k_u) по формулата:

$$V_R = \frac{\pi r^2}{3}.h.\frac{\varphi}{360}.k_u, \quad m \quad (3.21)$$

Оформянето на тези фигури става чрез пробутване или изтегляне при което $\alpha = 30^\circ$. За фракциите за бетон $k_u = 0,89$, височината на фигурата

$$h = r.tg\alpha, \quad m \quad (3.22)$$

Тогава за обема на радиалната фигура получаваме израза

$$V_R = 0,54.r^3.\frac{\varphi}{360}, \quad m \quad (3.23)$$

Величината на активния запас (вместимост) при радиалната фигура

$$V_{RA} = \frac{\pi a^2}{3}.h.\frac{\varphi}{360}.k_u, \quad m^3 \quad (3.24)$$

При $\alpha = 30^\circ$, $\gamma = 40^\circ$ $a = 0,33.r$, тогава

$$V_{RA} = 0,06.r^3.\frac{\varphi}{360}, \quad m^3 \quad (3.25)$$

От горния израз се вижда, че размера на активния запас на радиалната фигура е около 10% от общата вместимост.

Вместимостта на линейната фигура се определя за един линейен метър по формулата:

$$V_L = b.h.k_u, \quad m^3 \quad (3.26)$$

Като се вземе пред вид, че $h = b.tg\alpha$ и $k_u = 0,89$ за вместимостта на линейната фигура получаваме

$$V_L = 0,89.b^2.tg\alpha, \quad m^3 \quad (3.27)$$

Величината на активния запас (вместимост) при линейната фигура

$$V_{LA} = 0,89.a.h, \quad m^3 \quad \text{или} \\ V_{LA} = 0,89.a.b.tg\alpha, \quad m^3 \quad (3.28)$$

$$\text{където } a = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \gamma}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \gamma} \cdot b$$

Складиране в обемни съоръжения. Обемните съоръжения са саморазтоварващи се съоръжения за кратковременно или продължително съхранение на насипни материали. Наричат се бункери или силози в зависимост от някои особености отразени по-долу. Тези съоръжения се състоят от две части: вертикална и скосена (фиг.3.9). Вертикалната част в зависимост от напречното сечение бива пирамидална или цилиндрична, а скосената част съответно пресечена пирамида или конус.

Основните геометрични параметри на тези съоръжения са:

- размери на напречното сечение на вертикалната част

A - дължина, m;

B - ширина, m;

D - диаметър, m;

F - площ на напречното сечение, m^2 ;

$$F = A \cdot B, \text{ m}^2; \quad F = \frac{1}{4} \pi D^2, \text{ m}^2;$$

- размери на отвора за разтоварване

a - дължина, m;

b - ширина, m;

d - диаметър, m;

f - площ на напречното сечение, m^2 ;

$$f = a \cdot b, \text{ m}^2; \quad f = \frac{1}{4} \pi d^2, \text{ m}^2$$

- обеми на съоръжението

VH - обем на вертикалната част;

$$VH = F \cdot H, \text{ m}^3 \quad (3.29)$$

Vh - обем на скосената част;

$$Vh = \frac{1}{3} h (F + f + \sqrt{F \cdot f}), \text{ m}^3 \quad (3.30)$$

Височината на скосената част се определя по формулата

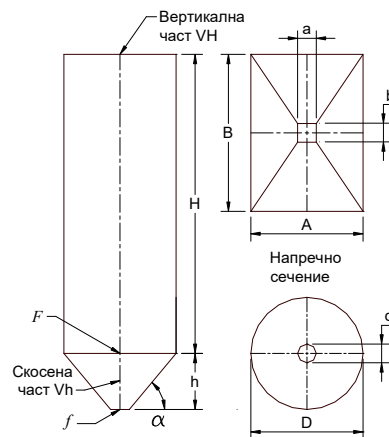
$$h = \frac{1}{2} (D - d) \operatorname{tg} \alpha, \text{ m} \quad (3.31)$$

Като ъгълът на скосената част се приема по-голям от ъгъла на естествения откос на материала $\alpha = \beta_0 + (5 \div 10)^\circ$.

Обемните съоръжения представляват механични транспортъри, в които материала се придвижва под действие на силата на теглото на материала. Интензивността на потока материал изтичащ от тях се определя по формулата за транспортъри с непрекъснато действие

$$\lambda = 3600 \cdot f \cdot v, \text{ m}^3/\text{h} \quad (3.32)$$

v - скоростта на изтичане на материала, m/s;



Фиг. 3.9. Геометрия на обемни

Скоростта на изтичане на материала се определя по формулите:

$$v = k\sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}, \quad \text{m/s} \quad \text{при нормално изтичане};$$

$$v = k\sqrt{2 \cdot g \cdot h}, \quad \text{m/s} \quad \text{при хидравлично изтичане}$$

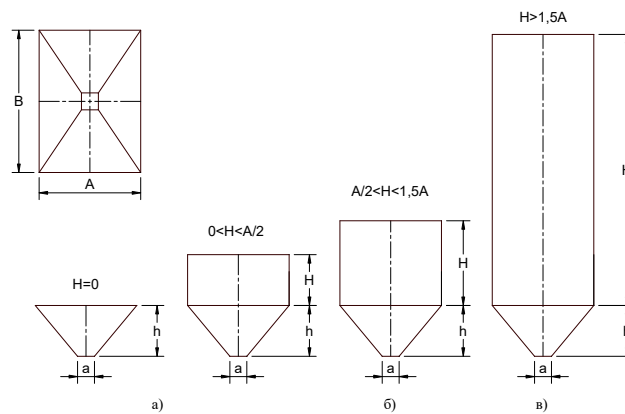
където

k е коефициент на изтичането, определен практически; $k = 0,22$ при прахообразни материали; $k = 0,4$ при едрозърнести и $k = 0,6$ при дребнозърнести материали

R - хидравличен радиус на изходящия отвор, равен на отношението на неговата площ f към периметъра му p ;

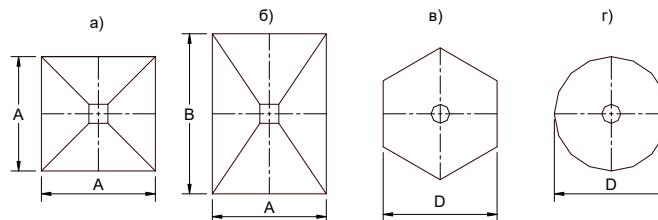
h - височина на материала в бункера.

Бункерите и силозите се различават по височината на вертикалната част, като условната граница за бункерите е приета 1,5 пъти от по-малкия размер в план (фиг.3.10).



Фиг. 3.10. Обемни съоръжения – вертикални разрези
а) ниски бункери; б) висок бункер; в) силос

Според геометрията в план обемните съоръжения биват **квадратни, правоъгълни, многоъгълни и кръгли** (фиг.3.11). Квадратното и правоъгълно сечение се прилагат основно при бункерите. Кръглото сечение се използва при циклони, силози, дозатори и др. Многоъгълните сечения се използват при силози където е необходимо вътрешно разпределение на сектори.



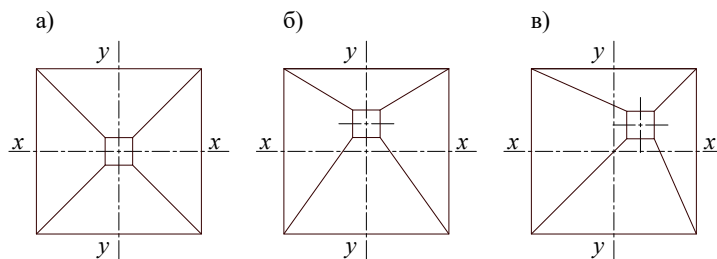
Фиг. 3.11. Напречни сечения на обемни съоръжения

Друга особеност на бункерите е горната открита повърхност, откъдето става зареждането им с материали, докато силозите са затворени отгоре. Имайки пред вид горното се приемат следните определения.

Бункер се нарича саморазтоварващо се обемно съоръжение с височина на вертикалната част до 1,5 пъти от по-малкия размер в план или от диаметъра. Те се използват в начални и крайни технологични постове при транспортиране на материали, в местата на претоварване, а също така се използват като складови обеми, осигуряващи ритмична работа на преместваеми или мобилни бетоносмесителни системи.

Силоз се нарича саморазтоварващо се обемно съоръжение с височина на вертикалната част 1,5 пъти по-голяма от по-малкия размер в план или от диаметъра. При производството на бетонни смеси се използват за складиране на материалите (цимент и фракции). Основно се използват при складиране на цимента.

В зависимост от разположението на изходния отвор в план бункерите се подразделят на **симетрични** - при наличие на две оси на симетрия, **частично симетрични** - при наличие на една ос на симетрия и **несиметрични** (фиг.3.12).



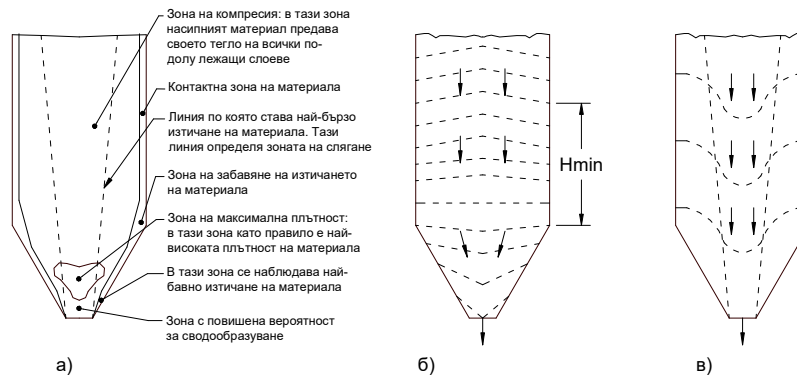
Фиг. 3.12. Разновидности на бункери по местоположение на отвора за разтоварване

Основно се прилагат призматично-пирамидалните бункери с правоъгълно или квадратно сечение и симетрично разположение на изходния отвор. За пълно разтоварване на бункера ъглите на наклона на стените трябва да съответстват на физическите свойства на насипния материал. При това равнината на хлъзгане, прекарана през долната точка на вертикалната част при пределно напълване, трябва да пресича свободната повърхност на насипния материал вътре в бункера.

Изходния отвор на бункера по правило се прави квадратен. Размерите му се определят от технологични изисквания. Допуска се прилагането на правоъгълни изходни отвори със съотношение на размерите не по-голямо от 0,6, при което светлата площ на отвора трябва да е 10-20% по-голяма от площта необходима за квадратен отвор. За прахообразни и дребнозърнести материали площта на изходния отвор трябва да бъде минимум $0,09 \text{ m}^2$, което отговаря на размери 300/300 mm.

Разтоварването на материалите от бункери и силози е свързано с редица явления, показани на фиг. 3.13,а. Самото изтичане на материала може да бъде следното: хидравлично (фиг.3.13,б) когато се движи целия материал намиращ се в бункера, нормално (фиг. 3.13,в) при която се премества материала, намиращ се над изходния отвор, и смесено. Това зависи от наклона на стените и размерите на отвора. За да се осъществява хидравлично изтичане на материала, нивото трябва да бъде:

$$H_{\min} = (0,75 \div 1,0)D$$



Фиг. 3.13. Схеми за разтоварване на бункери и силози

За облекчаване на изтичането на материала се използват различни способности като вибрация или аериране, а за предотвратяване на произволното изтичане се използват затвори или питатели.

3.5. Складиране на цимента

Цимента пристига в бетоносмесителната система в насипно състояние, което поставя специални изисквания към начините на неговото транспортиране, разтоварване и съхранение. Важно условие е защитата им от атмосферната влага при изпълнение на складовите операции, а също и херметизация на транспортните и приемни устройства, използване на прахоуловителни устройства.

Приемането на циментите става по количество и качество съгласно изискванията на гл. VI.

Складирането на цимента в насипно състояние в силози е предпочитан метод за складиране на цимент при производството на бетонни смеси. Широкото приложение на силозните складове при производството на бетонни смеси се обяснява с редица предимства на силозите: силозните корпуси се явяват компактни съоръжения с висок коефициент на полезния обем (0,80-0,95), които позволяват да се създават големи складови обеми при относително малки застроени терени. Това съществено облекчава разположението на силозните складове в

технологичната планировка. Много често ограничената носимоспособност на почвата ограничава височината на силозите.

Устройството на силозен склад е показано на фиг. 3.14. Най-общо той се състои от конструктивна и технологична част.

Конструктивната част включва стоманен силоз (стоманен цилиндър с конусно дъно), носеща стоманена конструкция и обслужващи съоръжения (площадки, стълби и парапети). Силоза се изработва с диаметри 2,25; 2,5; 2,8; 3,2; 3,6; 3,8 и т.н. m. Обикновено се изработва от цилиндрични сектори с височина 1,5-1,8 m.

Технологичната част се състои от: въздушен филтър; система за безопасност; системи за пълнене и разтоварване и система за контрол на запаса.

Зареждането на силозите се осъществява от горния край посредством механични и пневматични транспортъри.

Разтоварването на силозите се извършва през разтоварващи отвори на дъното. Най-разпространен и икономичен се явява гравитационното разтоварване. Системата за разтоварване се състои от съоръжения за облекчаване на разтоварването: отделни активиращи елементи или активиращо дъно и съоръжения за регулиране на материалния поток: различни видове затвори (сферичен, шибърен, дисков).

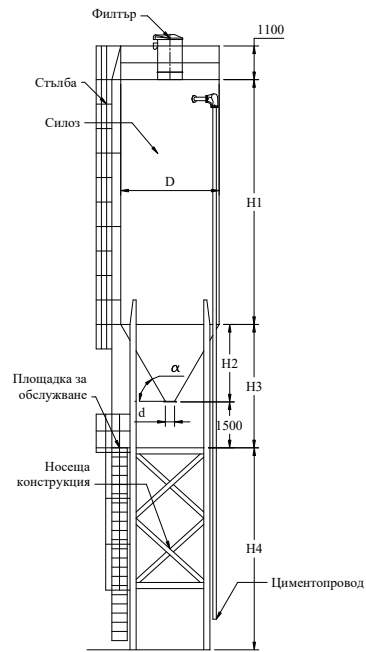
Благодарение на удобствата на зареждане и разтоварване и високото ниво на механизация на товаро-разтоварните операции този вид закрити складове се явяват най-съвършени в настоящето време. Липсата при силозите на свободна повърхност и използваните начини за зареждане и разтоварване осигуряват добро съхраняване на материалите и намаляване на загубите при съхранението.

Размерите на силозите за цимент зависят от потребностите на цимент. Необходимият запас се определя по формули 3.12 и 3.14 при $k_{cse} = 2$

$$Q_{ce} = 1,25 \cdot 0,3 \cdot \lambda_c \cdot 2 \cdot t_d = 0,75 \cdot \lambda_c \cdot t_d, \text{ t}$$

Вместимостта на силоза по обем се определя по формули 3.29, 30 и 31

$$V_{su} = Vh + VH, \quad \text{m}^3$$



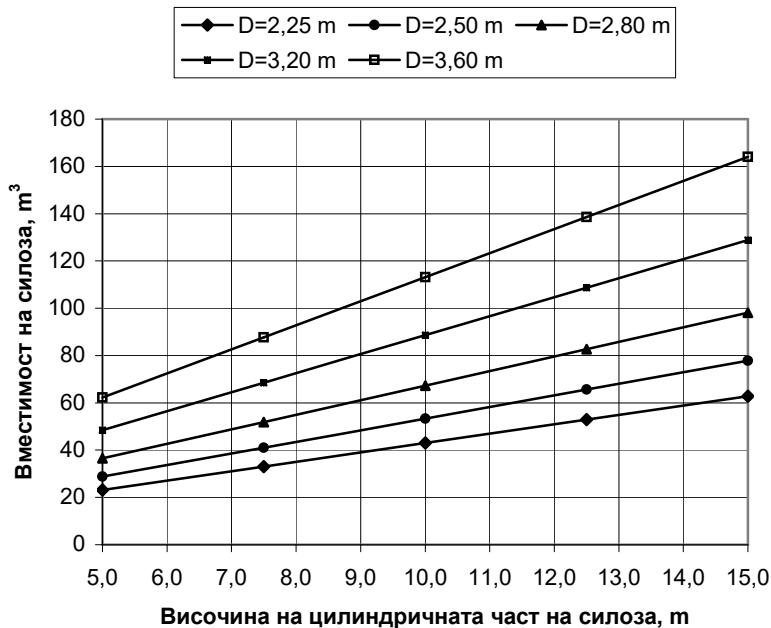
Фиг. 3.14. Общо устройство на стоманен силоз за цимент

Като се вземе пред вид обемната маса на цимента, вместимостта на силоза по маса се определя по формулата

$$V_{sm} = V_{su} \cdot \rho_{oce}, \quad t$$

Тогава броя на силозите трябва да удовлетворява условието

$$N_{sce} = \frac{Q_{ce}}{V_{sm}} \geq 2, \quad \text{бр.}$$



Фиг. 3.15. Графика за определяне вместимостта на силозите

Вместимостта на силозите по обем може да се определи графически от фиг. 3.15 в зависимост от диаметъра и височината на цилиндричната част.

Силозите трябва да бъдат монтирани на безопасно място и трябва да се проверяват редовно. Много е важно всички връзки да се пазят от втвърден цимент.

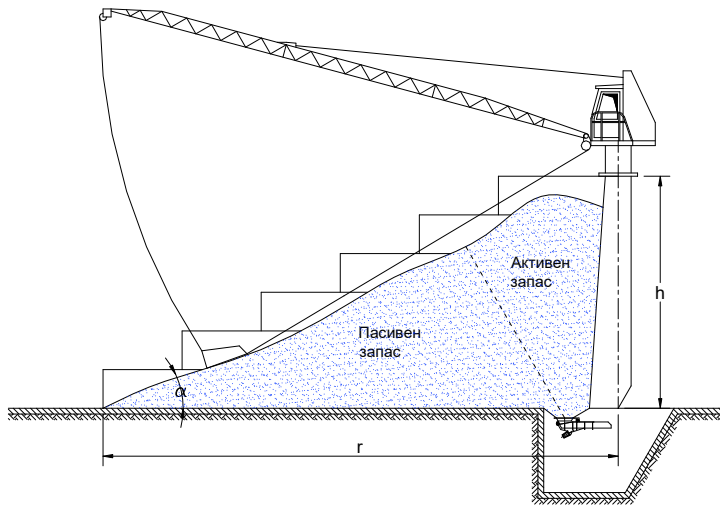
Силозите и линиите за доставяне трябва да са добре маркирани и да се вижда типа на цимента който те съдържат.

3.6. Складиране на фракциите

Приемането на фракциите за бетон става по количество и качество съгласно изискванията на гл. VI. Подаването на материалите от разтоварището в склада се извършва гравитачно или с различни подземно-транспортни средства в зависимост от технологичната схема. За складиране на пълнителите се използват следните типове складове: площадкови (радиални и линейни), бункерни и силозни. Линейните

складове са за големи складови обеми, поради което са подходящи за дистрибуционни складове. Тези складове не се разглеждат, а подробности за тях и тяхното оразмеряване могат да се намерят в [32], [34], [35], [86] и др.

Радиалните складове (фиг.3.16) се използват при доставка на фракциите със самосвали. Материалите се разтоварват направо в склада. Складовете се обслужват посредством скреперна уредба. Площта на радиалните складове представлява сектор най-често с централен ъгъл от 180° , по рядко 210° , 240° и 270° , а в изключителни случаи до 350° . Дозаторните отделения на бетоносмесителните цехове се разполагат плътно до и в известен степен под самия център на радиалните складове. По такъв начин използването на радиален склад предполага прилагането на двустъпална технологична схема за производството на бетонната смес.



Фиг. 3.16. Радиален склад за фракции за бетон

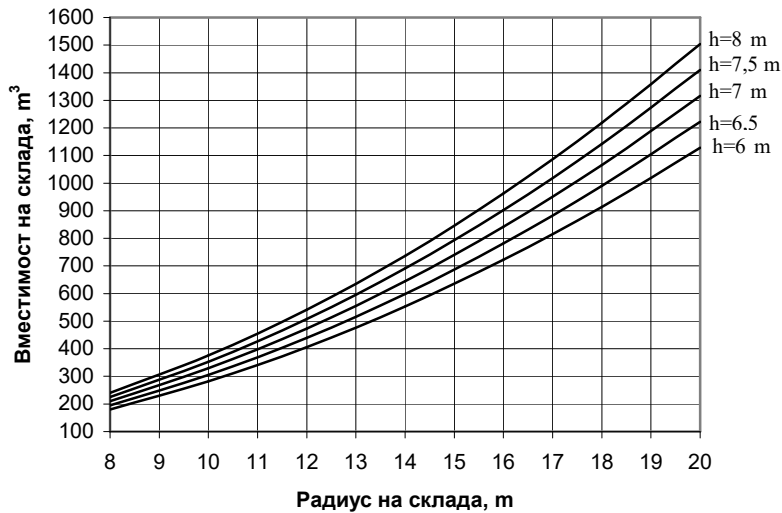
Тези складове имат следните предимства:

- малки капитални вложения;
- достатъчен активен запас за върховите моменти през смяната;
- значителен пасивен запас от 500 до 3000 m^3 ;
- бързо и евтино превръщане на пасивния запас в активен посредством обслужващата скреперна уредба (обикновено с капацитет 50 и повече m^3);
- широк фронт за разтоварване на самосвалите, доставящи фракциите за бетон.

От друга страна те имат следните недостатъци:

- голяма открита повърхност;
- чувствителност към атмосферните и климатични условия;
- затруднена експлоатация при ниски отрицателни температури.

Използването на този тип складове е икономически изгодно при разход на пълнители от 2,5 до 400 m³ в смяна, т.е. при малките и средните бетоносмесителни цехове (с капацитет до 60 m³/h).



Фиг. 3.17. Графична зависимост за определяне на параметрите на радиалните складове

Вместимостта на радиалните складове може да се определи по формула 3.21, която за $\varphi = 180^\circ$ добива вида:

$$V_r = 0,47 \cdot r^2 \cdot h, \quad \text{m}^3$$

където

r е радиусът на складовата площ, m;

h - използвана височина на кулата на скреперната уредба, m;

φ - ъгъл на обхвата на складовата площадка, ($\varphi \leq 270^\circ$).

Размерите на склада зависят от потребностите на фракции. Необходимият запас от фракции за бетон се определя по формули 3.13 и 3.14 при $k_{\tau fa} = k_{\tau ca} = k_{\tau a} = 0,5$

$$Q_a = 1,25 \cdot 1,25 \cdot \lambda_c \cdot 0,5 \cdot t_d = 0,78 \cdot \lambda_c \cdot t_d, \quad \text{m}^3$$

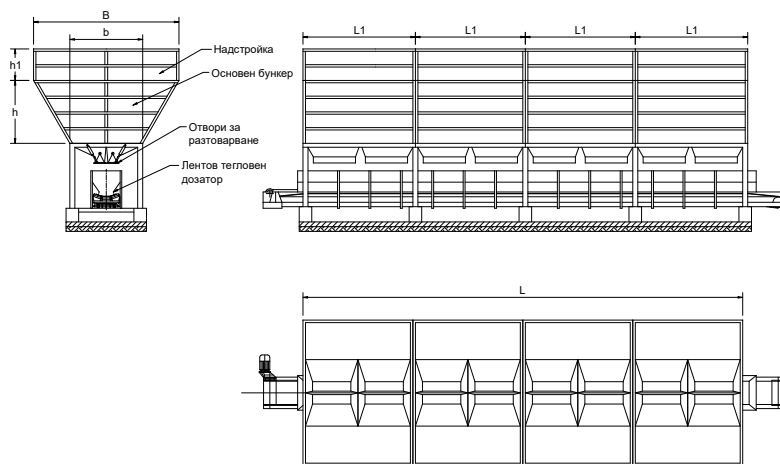
От зависимостта

$$V_r = Q_a = 0,47 \cdot r^2 \cdot h, \quad \text{m}^3$$

с помощта на графиката (фиг.3.17) се определят основните размери на радиалния склад.

Бункерни складове. Тези складове намират все голямо приложение в бетоносмесителните системи. Те се прилагат като модулни преместваеми системи и като постоянно изградени съоръжения за складиране. При тях цялата вместимост на склада е фактически активен запас.

Модулните бункерни складове се прилагат при преместваемите бетоносмесителни системи. Те се състоят от основни бункери с надстройки (фиг. 3.18.). Отворите за разтоварване на бункерите се оборудват със секторни затвори или вибрационни подаватели. Стандартно тези складове се комбинират със лентови тегловни дозатори. Последните се разполагат по цялата им дължина. Зареждането им се извършва чрез директно изсипване на материалите от самосвал посредством рампа, чрез лентов транспортър или елеватор.



Фиг. 3.18. Бункерен склад за фракции

Предимствата на линейните складове са:

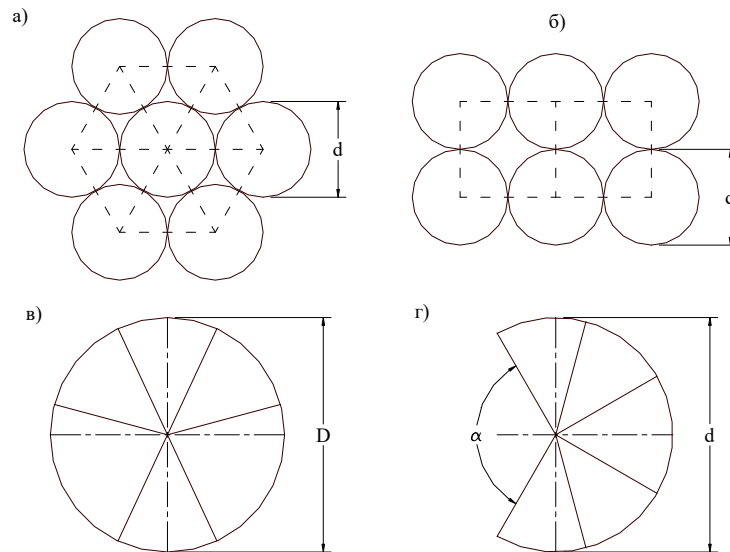
- изцяло активен запас;
- в сравнение с радиалните складове по-малка открита повърхност и по-малка чувствителност към атмосферните и климатични условия;
- при стационарни бетоносмесителни системи тези складове се изпълняват закрит тип;
- в бункерите, може да бъдат монтирани парни регистри за размразяване на материалите;
- ефективно използване на складовата площ.

Недостатъците на бункерните складове са:

- в сравнение с радиалните складове тези са по-скъпи;
- някои складове трябва да бъдат обслужвани от булдозер или автотоварач;

Силозни складове за фракции. По разположението на силоза спрямо бетоносмесителната система използваните силозни складове могат да бъдат разделени на две групи: първа група – силовът е разположен на терена (фиг.3.19,а,б,г) до бетоносмесителната система, и втора група - силовът е разположен над бетоносмесителната система (фиг. 3.19,в), при което играе роля и на разходен бункер. Различия в конструкциите на

силозните складове от двете групи няма - разликите са само в размерите на силозите.



Фиг. 3.19. Основни групи силосни складове за фракции

Конструктивно силосните складове са две групи. Първата група това са отделни силоси разположени в батерия (фиг.3.19,а,б) в един или няколко реда и пръстеновидно. При втората група силоса е един (фиг.3.19,в,г) разделен чрез вертикални прегради на сектори.

Разтоварищата биват за авто, жп. транспорт и комбинирано. От разтоварището до силоса фракциите се транспортират с лентов транспортър или с елеватор. При употреба на наклонен лентов транспортър разтоварището се разполага далеч от силоса. Разстоянието между разтоварището и бетоносмесителната система е право-пропорционално на височината на силоса. При употреба на елеватор разтоварището се разполага непосредствено до силоса, при което се получава добра компановка. Подаването на материалите в силосите се извършва с лента и разпределителен улей при пръстеновидните и секторни складове и разтоварни устройства или колички при линейните силосни складове.

Силосните складове притежават следните предимства:

- складовия запас е изцяло активен;
- независимост от атмосферни и климатични условия;
- много добри условия за автоматично отчитане на влажността на пясъка и съответно автоматично коригиране на количеството вода, добавяно при смесването на компонентите;
- възможност за подгряване на складираните материали;

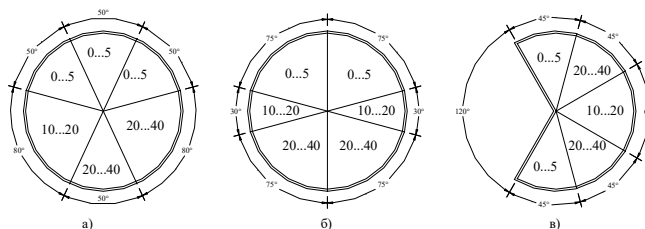
- малка заета площ, особено при използване на елеваторен транспорт;
- много добри условия за внедряване на пълна автоматизация на процесите и операциите, свързани със складирането на фракциите.
Недостатъците им са:
- значителни капитални вложения;
- изискват продължителна експлоатация на едно място;
- сравнително малък запас от пълнители за бетон;
- голяма височина на бетоносмесителната кула при разположение над нея.

Разделянето на силозите на сектори се извършва в зависимост от участието на отделните фракции в състава на бетона (табл.3.8). Примерно разпределение е дадено на фиг. 3.20.

Таблица 3.8
Състав на едрите фракции

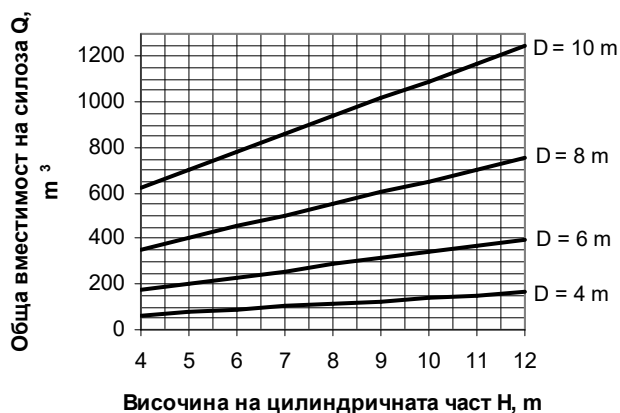
D _{max} , mm	5...10	10...20	20...40	40...60	60...150
10	100				
20	35	65			
40		40	60		
60		35	25	40	
150		15	15	25	45

Разделянето на сектори става в зависимост от това дали силоза е предназначен за един (фиг.3.20,а) или два бетоносмесителя (фиг.3.20,б). При силозен склад разположен до бетоносмесителната система, разделянето му е показано на фиг.3.20,в.



Фиг. 3.20. Схеми за деление на силозни складове за фракции

Оразмеряването на силозните складове се извършва по следния начин. Въз основа на определената величина на общия запас от фиг. 3.21 се определя диаметъра на силоза. Той се избира в зависимост от лицето на площадката на бетоносмесителното отделение, според височината и други съображения.



Фиг. 3.21. Зависимост на вместимостта на силоза от диаметъра и височината на цилиндричната част