

ТЕХНОЛОГИЯ НА ОСНОВНОТО ПРОИЗВОДСТВО

4.1. Дозирание и смесване на материалите

Дозирание на материалите. Дозирането дава възможност за получаване на материални смеси в зададени пропорции. Операцията свързана с отмерване на дадено количество материал се нарича дозирание. При производството на бетонни смеси дозирането се прилага за отмерване на компонентите преди смесването им в бетоносмесителите. От точността на дозирание много зависи качеството на готовата продукция. Отклонението на количеството материал от зададената му пропорция се нарича точност на дозирането и се измерва в проценти.

Дозаторите могат да се класифицират по различни признаци (табл.4.1).

Таблица 4.1
Класификация на дозаторите

Класификационен признак	Видове
Характер на действие	Циклично Непрекъснато
Начин на отмерване	Обемно Тегловно
Начин на управление	Неавтоматично Автоматично

По принцип на действие дозаторите биват с циклично и непрекъснато действие. В дозаторите с циклично действие отмерването на дозата става в обемен или тегловен съд - бункер. След отмерването дозата материал се изсипва и цикъла на дозирание се повтаря отново. Дозаторите с непрекъснато действие представляват

по своята същност подавател или комбинация от подаватели, в които автоматически се поддържа постоянна производителност.

По начина на отмерване на материала дозаторите се делят на обемни и тегловни. Има и дозатори със смесено действие, когато единия материал се дозира обемно, а другия по маса, така че общата маса на двата компонента да съответства на зададената. По този начин се дозира керамзита и пясъка при производство на керамзитобетон. При това по обем се дозира керамзита.

Обемните дозатори за насипни материали са прости по конструкция, но не осигуряват необходимата точност на дозирание на компонентите на бетонната смес. Съгласно БДС 4718-84 се дозират леки фракции за бетон с точност до $\pm 5\%$. Допуска се дозирането по обем на фракции за обикновен бетон с точност до $\pm 5\%$ за бетони с клас по якост на натиск под В10. Ниската точност на обемните дозатори се дължи на непостоянните физико-механични свойства (плътност, влажност и др.) на насипните материали. Освен това, при цикличните дозатори точността съществено зависи от начина на запълване на дозаторния обем, височина и скорост на изсипване на материала в дозаторния обем, а при дозаторите с непрекъснато действие – от количеството на материала в бункера, под който е разположен дозатора. По тези причини при производството на

бетонни смеси обемното дозиране се използва при дозирането на течности (вода и добавки за бетона), което задоволява изискванията за точност благодарение относително постоянните физико-механически свойства при температура на въздуха 10-25 °С, т.е. в диапазона на изменение на температурата на бетоносмесителния блок.

Тегловните дозатори са снабдени със система за автоматично регулиране и сложна конструкция. Те дозират насипните материали с точност, удовлетворяваща изискванията на стандартите. По тази причина дозирането на цимента и фракциите се извършва само тегловно.

По начина на управление дозаторите са с неавтоматично и автоматично управление. Неавтоматичните дозатори изискват намесата на оператор по време на процеса на дозиране. Тези дозатори дават възможност за директно наблюдение на резултатите от претеглянето върху екран или разпечатка. Неавтоматичното управление е ръчно и дистанционно..

При автоматичното дозиране при цикличните дозатори всички операции, включително изсипването на материала в дозаторния бункер и разтоварването му, се извършва без участието на оператор.

Таблица 4.2

Точност на дозиране на материалите за бетон

Дозиран материал	БДС 4718-84	БДС EN 206-1:2002
Цимент	±2%	±3%
Вода	±2%	
Общо количество на фракциите	±3%	
Минерални добавки, използвани в количество > 5% от масата на цимента	±2%	±5%
Химични и минерални добавки, използвани в количество ≤ 5% от масата на цимента		
Забележка: Точност на дозиране е разликата между зададената стойност и измерената стойност.		

Дозаторите трябва да имат такива технически параметри, че на практика да бъдат получени и поддържани точностите на дозиране, посочени в табл. 4.2.

Изискванията към дозаторите се дават в EN 45501:1992. Всички подробности за проверка на точността са описани в стандарта, който дава също общите технически изисквания за проектирането и изпълнението на подходящи дозаторни устройства.

В EN 45501:1992 точността на дозаторите е класифицирана в четири класа:

- Клас (I) – специална точност;
- Клас (II) – висока точност;
- Клас (III) – средна точност;
- Клас (III) – обикновена точност.

Съгласно изискванията на БДС EN 206-1:2002 при производството на бетонни смеси за дозиране на цимент, фракции за бетон, вода, химични и минерални добавки се използват дозатори с клас на точност, най-малко (III).

Всеки един дозатор се характеризира със следните параметри:

E – максимален обхват;

e – деление на скалата;

n – брой деления на скалата $n = \frac{E}{e}$;

E_{min} – минимален обхват на дозатора за избягване на груба грешка.

Дозаторите с четвърти клас на точност (III) обикновена имат следните параметри: $e \geq 5 \text{ g}$; $100 \leq n \leq 1000$; $E_{min} = 10e$.

При производството на бетонни смеси броят на деленията на скалата да дозаторите трябва да бъде:

- за химични добавки - $n \geq 1000$;
- за цимент, фракции, вода и минерални добавки - $n \geq 500$.

Пример: Дозатор за цимент има обхват $E = 3000 \text{ kg}$ с деление на скалата $e = 5 \text{ kg}$. Броят на деленията $n = 3000/5 = 600 > 500$ и е в допустимата област за дозатори с клас на точност (III).

Максимално допустимите грешки съгласно EN 45501:1992 са регламентирани при начална проверка след инсталирането и по времена експлоатация (табл.4.3).

Таблица 4.3

Максимално допустими грешки на дозатори

За претеглена маса (m), изразена в деления (e) на скалата	Максимално допустими грешки	
	начална проверка	при експлоатация
Клас (III)		
$0 \leq m \leq 50e$	$\pm 0,5e$	$\pm 1,0e$
$50e \leq m \leq 200e$	$\pm 1,0e$	$\pm 2,0e$
$200e \leq m \leq 1000e$	$\pm 1,5e$	$\pm 3,0e$

Същност на процеса смесване. Качественото смесване на компонентите при производството на бетони и разтвори с определени показатели и свойства е един от важните фактори наред с правилния подбор и качество на изходните материали и тяхното точно дозиране.

Смесването е процес на образуване на еднородни системи чрез привеждане в тесен контакт на насипни материали, течности или газове. Смесването на насипни материали, течни, силно пластични и други среди се осъществява по механичен, хидравличен, пневматичен и други методи (начини). Най-разпространен е механичният начин на смесване. Машините използвани за това се наричат смесители.

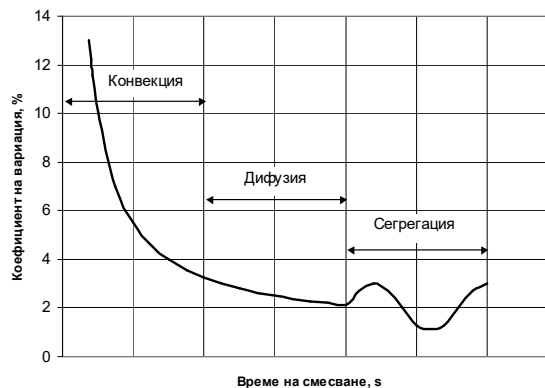
Механизма на смесване е доста сложен, зависи от голямо количество фактори и главно от конструкцията на смесителя и режима на работа. Смесването е състои от следващите механически операции:

- преместване на група частици от едно място на друго, така нареченото **конвекционно** смесване;
- преразпределение на частиците при тяхното преместване, така нареченото **дифузионно** смесване;
- съсредоточаване на частиците в отделни места на смесителя, така наречената **сегрегация** (разслояване) на частиците (фиг. 4.1).

На практика качествата на смесването се оценява по коефициента на вариация на якостта на натиск на пробни образци. Този коефициент има средна стойност 13,5%.

Смесването като процес означава, че от материали с различна форма, размери и произход се образува хомогенна смес. За нейното образуване са необходими определени динамични параметри като път, скорост и време.

За равномерно разпределение на компонентите на сместа в общия обем на бъркалото е необходимо да им се предадат такива траектории на движение, които да осигуряват максимална възможност за тяхното пресичане. Това е възможно когато частиците на отделните компоненти имат различно по скорост и направление движение. Движението на частиците с смесителя е въртящо и постъпателно около дадена ос в определен момент.



Фиг. 4.1. Зависимост на коефициента на вариация на бетона от времето на смесване

Методи за смесване и видове смесители. Избора на метод за смесване зависи от изискванията предявени към режима на смесване и вида на сместа. Различават се следните методи на смесване:

Гравитационно смесване – извършва се във въртящи се смесителни барабани, на вътрешната повърхност на които по винтова линия са закрепени лопатки. При въртенето на барабана сместа от лопатките, а също и от силите на триене се повдига на определена височина след което пада в долната част на барабана. За осигуряване на еднородност на сместа са необходими 30-40 цикъла на издигане и падане на сместа в барабана.

За осигуряване на свободно движение на сместа в барабана неговия обем трябва да бъде 2,5-3 пъти по-голям от обема на сместа. Скоростта на въртене не е голяма, тъй като в противен случай центробежните инерционни сили ще противодействат на свободното движение на сместа.

Към предимствата на гравитационните смесители се отнасят простотата на конструкцията, възможност за смесване на пълнители с максимална едрина (120-150 мм), незначително износване на работните органи (лопатките), малка енергопоглъщаемост, простота на обслужване и експлоатация и ниска себестойност на готовите смеси.

Основните им недостатъци са: необходимост от продължително време (средно 90 сек) за разбъркване на сместа; не могат да се произвеждат всички видове бетонни смеси (земновлажни с $w/c < 0,5$ и леки бетони с порести фракции); сравнително ниско качество на приготвената смес.

Принудително смесване – принудителното смесване се извършва по три начина: с помощта на въртящи се лопатки, при въздействие с вибрационни импулси и струйно смесване.

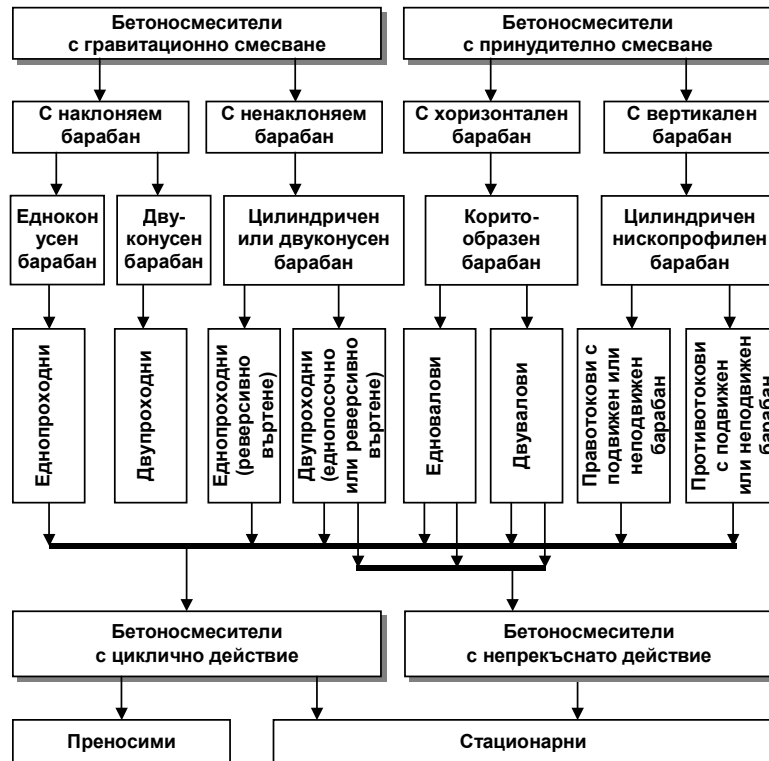
Въртящи лопатки на хоризонтални или вертикални валове смесват компонентите на бетонната смес по много сложни траектории а също така способстват за непрекъсната смяна на адсорбиралото свързващо вещество върху частиците на пълнителите, което от своя страна повишава еднородността на сместа и якостните показатели на бетона, а също и икономисва цимент. Към предимствата на този метод се отнасят още и възможността да се произвеждат смеси със всякаква формуемост, малка продължителност на бъркане и следователно висока производителност на смесителите. Към недостатъците на метода се отнасят: висока енергопоглъщаемост, бързо износване на работните органи, висока себестойност на готовите смеси и ограничения по отношение на големината на едрия пълнител.

Смесителите могат да се класифицират по различни признаци (фиг. 4.2). По предназначение смесителите се подразделят на: **бетоносмесители** за производство на различни видове бетони (обикновени, леки, газобетони, пенобетони, керамзитобетони, полимербетони и др.), **разтворосмесители** за производство на строителни разтвори и **автобетоносмесители** за транспорт на бетонни смеси.

По метода на смесване бетоносмесителите се подразделят на бетоносмесители с **гравитационно смесване** и бетоносмесители с **принудително смесване**.

В бетоносмесителите с **циклично действие** изходните материали се смесват на отделни порции. Този начин на смесване позволява да се регулира продължителността на смесване в зависимост от състава на сместа и обема на смесителя, т.е. да се произвеждат смеси от различни класове. В смесителите с циклично действие отначало се подава 20-25% от направната вода след което се добавя заедно цимена и пълнителите и се продължава с останалите 80-75% вода. След определено време на смесване готовата смес се изсипва от смесителя. Така смесителя е готов за повтаряне на цикъла.

В бетоносмесителите с *непрекъснато действие* изходните компоненти се зареждат, смесват и разтоварват непрекъснато. Прилагат се при масово производство на смеси от един клас.



Фиг. 4.2. Класификация на бетоносмесителите

Според степента на подвижност бетоносмесителите се подразделят на *подвижни* (обикновено с обем на барабана до 165 l) предназначени за малки обеми работа и *стационарни* като машини за производство на бетонни смеси в бетоносмесителни системи.

Техническите параметри на бетоносмесителите имат значение при създаването на бетоносмесителни системи или за ориентиране при избора на такива. Основните технически параметри на бетоносмесителите са :

- **работен (товарен) обем** - част от геометричния обем на барабана, която се използва за зареждане на материалите - $u, l (m^3)$;
- **обем на замеса** - количеството бетонна смес, произведена в един операционен цикъл на даден смесител, или количеството, произведено за 1 min, от смесител с непрекъснато действие - q, m^3 ;
- **добивен коефициент** - отношението на обема на замеса към работния обем на смесителя

$$r = \frac{q}{u} \quad (4.1)$$

Добивния коефициент зависи от вида на приготвяната смес и при липса на данни може да се ползват следните стойности:

$r = 0,67$ за обикновени бетони и леки конструктивни бетони;

$r = 0,75$ за леки конструктивно-топлоизолационни бетони;

$r = 0,80$ за разтвори.

• **маса на замеса** – произведение на обема на замеса и обемната маса на бетонната смес

$$m_q = q \cdot \rho_{oc}, \quad \text{kg.} \quad (4.2)$$

• **производителност** – производителността на бетоносмесителите е съществен технически показател. За реализирането на дадена производителност влияят редица фактори, които зависят от начина на действие на смесителя. Така при бетоносмесителите с циклично действие производителността зависи от вместимостта на барабана (обема на замеса) и броя на работните цикли за един час. Техническата норма на производителността ще бъде

$$Q = q \cdot n_c, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (4.3)$$

Обема на замеса при работен обем на смесителя изразен в литри е

$$q = \frac{u \cdot r}{1000}, \quad \text{m}^3 \quad (4.4)$$

а броя на работните цикли в час

$$n_c = \frac{3600}{t_c} \quad (4.5)$$

където t_c е работния цикъл на бетоносмесителя в s;

Като заместим в (4.3) за техническата производителност се получава

$$Q = 3,6 \frac{u \cdot r}{t_c}, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (4.6)$$

Работният цикъл на бетоносмесителя се определя по формулата:

$$t_c = \sum_{i=1}^4 t_i = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (4.7)$$

където

t_1 е времето за зареждане на смесителя, s;

t_2 – време за смесване, s;

t_3 – време за разтоварване на смесителя, s;

t_4 – време за връщане на смесителя в изходно положение или затваряне на затвора, s.

Тук са включени основното време за смесване и помощни операции по зареждане и разтоварване на бетоносмесителя с циклично действие. Времето за смесване обикновено се дава в паспорта на смесителя. При липса на данни може да се ползват данните дадени табл. 4.4, 4.5 и 4.6.

Таблица 4.4*Продължителност на обслужващите операции в цикъла на смесване*

Наименование	Условия		Означение	Стойност, s
Време за зареждане	Начин на зареждане	Скипов подежник	t_1	20-25
		Бункер		10-15
Време за разтоварване	обръщащи или наклонящи се смесители		t_3	10-20
	смесители с принудително смесване със затвор на дъното			15-25
Време за връщане на смесителя в изходно положение или за затваряне на затвора			t_4	10-15

Таблица 4.5*Минимална продължителност на смесването на обикновени бетонни смеси*

Работен обем u литри	Бетоносмесители с гравитационно действие			Бетоносмесители с принудително действие
	Клас по консистенция, cm			
<750	0-2	3 - 8	> 8	50
750-1500	90	75	60	50
>1500	120	105	90	50
>1500	150	135	120	50

Таблица 4.6*Минимална продължителност на смесването на леки бетонни смеси*

Обем на замеса в литри	Продължителност на смесването, s, при средна плътност на бетона, kg/m ³			
	> 1600	1400-1600	1000-1400	< 1000
<750	105	120	150	180
750-1500	120	150	180	210
>1500	135	180	210	240

Забележки:

1. Стойностите за продължителностите на смесване са дадени за бетонни смеси с леки порести пълнители с клас по консистенция K₂ с мярка на слягане 2 до 8 cm.
2. За бетонни смеси с клас по консистенция K₃ и K₄ продължителностите на смесване се намаляват съответно с 15, 30, 45 и 50 s.
3. За смеси с клас по консистенция K₁ продължителностите на смесване се увеличават съответно с 15, 30, 45 и 60 s.

Експлоатационната норма на производителността на бетоносмесител с циклично действие се определя формулата

$$Q_{mix} = 3,6 \frac{u \cdot r}{t_c} k_{th}, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (4.8)$$

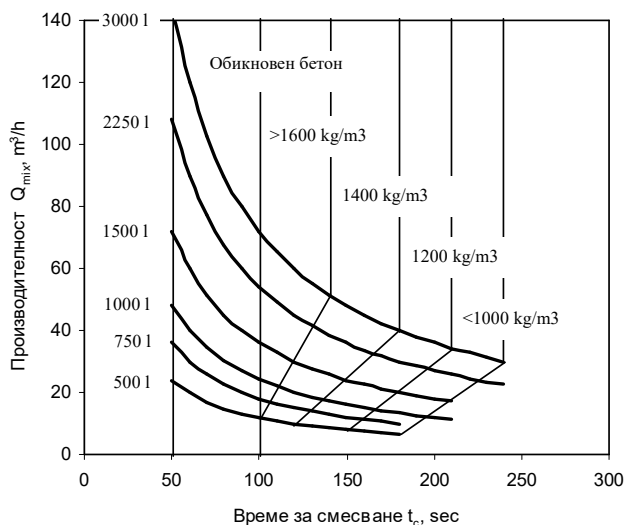
Коефициента за използване по време (коефициент на непрекъснатост) се определя по табл. 4.7.

Таблица 4.7

Коефициент за използване по време (коефициент на непрекъснатост)

Календарно време	Час		Ден			Година	
	1 h=60 min= =3600 s	t_d h	1	2	3	D_k	365
Организационно-технически прекъсвания	t_o %	0,08	t_o %	0,13		D_{cr}	9
Режимни прекъсвания						D_r	104
-почивни дни		-			-	D_h	12
-празнични дни		-			-		
Време за производство							240
Коефициент на непрекъснатост	K_{th}	0,92	K_{td}	0,87		K_{ty}	0,66

Производителността на бетоносмесителите е правопрпорционална на работния обем и обратно пропорционална на работния цикъл. Производителността пада при производството на леки бетонни смеси (фиг.4.3.).



Фиг. 4.3. Зависимост на производителността на бетоносмесителите от работния обем и вида на бетонната смес

Производителността на бетоносмесители с непрекъснато действие се определя от количеството бетонна смес на линеен метър от коритото и скоростта на преместване на сместа към разтоварващия отвор. Техническата норма на производителността при тези смесители е

$$Q_0 = 3600 \cdot q' \cdot v, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (4.9)$$

Тя зависи от редица фактори, като бройна смесителните валове, диаметър на смесителния апарат, обороти на валовете, брой лопатки в една стъпка

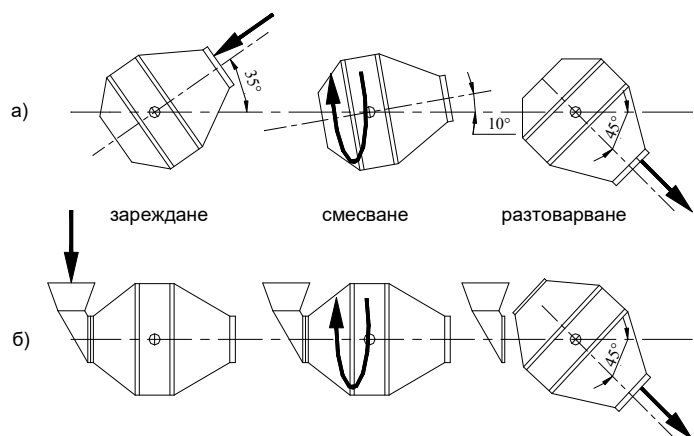
на винтовата линия, проекция на лопатките и др. Тази характеристика се дава от производителя в каталозите. Експлоатационната норма се изчислява по формулата:

$$Q_{mix} = Q_0 \cdot k_t, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (4.10)$$

4.2. Бетоносмесители с циклично действие

Бетоносмесители с гравитационно смесване и циклично действие. Те се подразделят на два основни типа: наклоняеми (фиг.4.4) и ненаклоняеми (фиг.4.5).

В зависимост от конструкцията на барабана наклоняемите бетоносмесители се делят на смесители с едноконусен (крушообразен) барабан (фиг.4.4.а) и смесители с двуконусен барабан (фиг.4.4.б). При едноконусните барабани зареждането на компонентите и изсипването на сместа става от една страна, т.е. те са еднопроходни. Смесителния барабан може да заема три положения: зареждане, смесване и разтоварване.



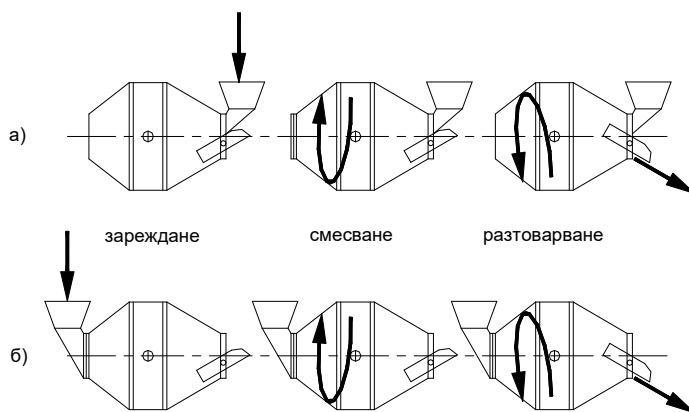
Фиг. 4.4. Бетоносмесители с гравитационно смесване и наклоняем барабан

При смесителите с двуконусен барабан зареждането става от единия отвор, а разтоварването, от противоположния отвор. Барабана се наклонява при разтоварването.

Коефициента на използване на геометричния обем (отношение на обема на замеса към геометричния обем на барабана) на наклоняемите бетоносмесители се увеличава с увеличаване на ъгъла на наклона на неговата ос. За барабани с ъгъл на наклон на оста $0-7^\circ$ този коефициент е 0,23-0,25, а при увеличаване ъгъла на наклона до $15-16^\circ$ коефициентът достига 0,44-0,46. По-нататъшното увеличение на наклона на барабана постепенно влошава качеството на смесване.

В зависимост от конструкцията на барабана ненаклоняемите бетоносмесители се делят на смесители с цилиндричен барабан и смесители с двуконусен барабан. Същите от своя страна могат да бъдат еднопроходни и двупроходни. На фиг. 4.5 са показани двуконусни барабани съответно еднопроходни (фиг. 4.5.а) и двупроходни (фиг.4.4.б). При тези смесителите въртенето на барабана обикновено е реверсивно. Зареждането и смесването става при въртене на барабана в една посока, а разтоварването при въртене в противоположна посока. Зареждането на материалите става от едната страна, а изпразването от противоположната.

Трябва да се отбележи, че в гравитационните смесители с цилиндричен барабан смесването на материалите става само за сметка на падането на материалите от лопатките, докато в бетоносмесителите с конусовиден барабан процеса на смесване се интензифицира за сметка на плъзгане на материалите по наклонената плоскост от периферията към центъра.



Фиг. 4.5. Бетоносмесители с гравитационно смесване и ненаклоняем двуконусен барабан

Конусните и крушовидни обръщаеми барабани се изпразват по-бързо от цилиндричните реверсивни или с разтоварващ улей. Двуконусните еднопорходни реверсивни барабани с разтоварващ улей са намерили приложение при автобетоносмесителите.

Броя на оборотите на барабана на гравитационните бетоносмесители в минута е близко до $n = 15/r$, където r е най-големия радиус на барабана в m. Скоростта на въртене на барабана не трябва да се увеличава над паспортната, тъй като нарастващото влияние на центробежните сили води до сепарация на материалите и намаляване на интензивността на смесване поради притискане на компонентите към стената на барабана.

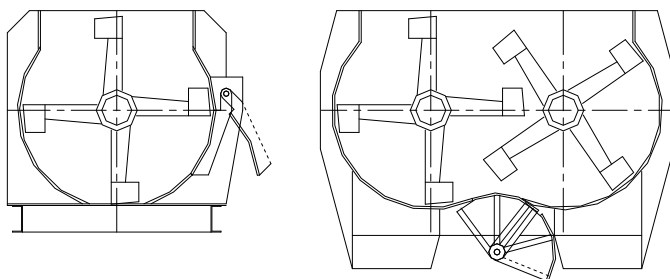
На процеса на смесване в гравитационните смесители оказва влияние също формата, ъгъла на наклон, разположението и височината на смесителните лопатки. Неправилен избор на тези параметри може да

доведе до задържане на материал по тях, който не се включва в процеса на смесване.

Бетоносмесители с принудително смесване и циклично действие. Бетоносмесителите с принудително смесване и циклично действие се състоят най-общо от смесителен съд, смесителен апарат и задвижващ механизъм. Всички известни конструкции на смесителите с принудително действие могат да се разделят на две групи: с коритообразен смесителен съд с хоризонтално разположени един или два смесителни вала (фиг. 4.6) и с вертикален барабан и вертикално разположени един или няколко смесителни вала (фиг. 4.8).

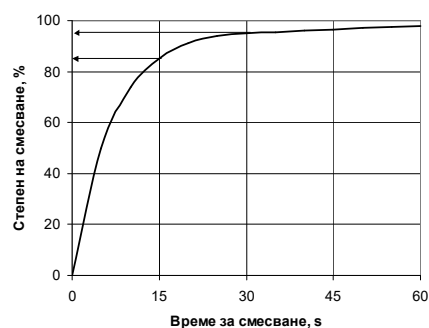
Бетоносмесителите с един хоризонтален смесителен вал имат цилиндричен или овален смесителен съд, през центъра на който преминава смесителния вал с твърдо закрепени на него лопатки. Изсипването на готовата смес става чрез завъртане на смесителния съд около вала или чрез затвор в страничната стена на смесителния съд.

Едноваловите бетоносмесители с обръщаем смесителен съд се използват предимно за малки типоразмери. Този тип бетоносмесители се произвеждат основно от немската фирма “Elba-Werk Mashinen GmbH” и американската “BESSER” (прил. 18).



Фиг. 4.6. Смесители с принудително смесване и хоризонтални валове

Немската фирма “BHS-Sonthofen” (прил. 19) произвежда двувалови хоризонтални смесители от 1888 год. Смесителните лопатки са разположени по винтова линия при което се получават сложни траектории на компонентите на бетонната смес и се постига качествено смесване за кратко време. По данни на фирмата още през първите 15 s сместа достига степен на смесване 85%, а през следващите 15 s – 95% (фиг.4.7).

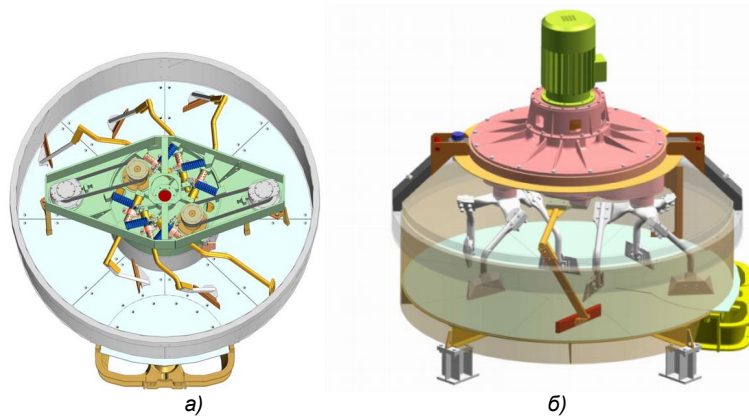


Фиг. 4.7. Степен на смесване по данни на фирмата “BHS-Sonthofen” - Германия

Многото цикли на смесване за час са възможни в резултат на това краткотрайно смесване.

В смесителите с принудително действие с вертикален вал забъркваната смес извършва въртящо движение под действието на лопатките или смесителния барабан или и на двете едновременно. В тези конструкции на смесителите преобладаващо значение имат хоризонталните премествания, а влиянието на силата на тежестта е ограничена. Този начин на смесване е най-ефективен. В същото време смесителите от този вид са много метало- и енергопъгльщаеми.

При бетоносмесителите с вертикални смесителни валове стремежа за усложняване на траекториите на движение на материалите е водило до различни комбинации на движенията на смесителния апарат и смесителния съд. Създадени са така наречените противотокови бетоносмесители с въртене в противоположни посоки на смесителния апарат и барабан. Тези системи са доста сложни и противотоковото смесване е търсено в друга посока, а именно усложняване движенията на смесителния апарат.



а) б)
Фиг. 4.8. Планетарни бетоносмесители

Бетоносмесителите с неподвижен смесителен барабан по отношение на смесителния апарат са две системи: смесителен апарат с долно задвижване наречен турбинен (фиг.4.8,а) и смесителен апарат с горно задвижване наречен роторен (фиг.4.8,б). Тези две системи имат вариантено решение с планетарен механизъм за подобряване на смесването.

4.3. Бетоносмесители с непрекъснато действие

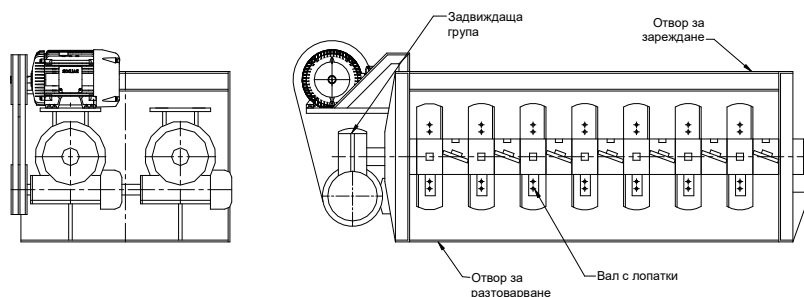
Бетоносмесителите с непрекъснато действие се подразделят на смесители с гравитационно действие и смесители с принудително действие.

Бетоносмесителите с непрекъснато действие и гравитационно смесване се използват за производство на пластични бетонни смеси със слягане над 3-4 см в бетоносмесителни системи с непрекъснато

действие. Такъв бетоносмесител се състои от рама, барабан и задвижваща група. Сухите компоненти на сместта и водата се подават непрекъснато в смесителния барабан от едната страна. Отвътре смесителния барабан е облицован и снабден с лопатки, които смесват материалите и постепенно ги придвижват към разтоварващия край на барабана.

Продължителността на смесването, т.е. пребиваването на сместа в барабана се регулира чрез изменение на ъгъла на лопатките.

Бетоносмесителите с принудително смесване и непрекъснато действие (фиг.4.9) са предназначени за производство на пластични и земновлажни бетонни смеси, а също и за строителни разтвори и се монтират на преместваеми и стационарни бетоносмесителни системи. Тяхното приложение е рационално при масово производство на бетон или разтвор от един клас.



Фиг. 4.9. Бетоносмесител с непрекъснато действие

Смесителите с принудително смесване и непрекъснато действие се изпълняват като хоризонтален коритообразен смесителен барабан с хоризонтални смесителни валове (най-често два), на които са монтирани винтови лопатки или отделни лопатки, които са разположени една спрямо друга на 45° или 90° , със съответна промяна на стъпката. При въртене на смесителния вал лопатките разбъркват сместа и я преместват към разтоварващия отвор. За интензифициране на процеса на смесване и задържане на сместа последната двойка лопатки работи обратно на другите.

Отначало дозираните сухи материали се подават през приемния отвор на смесителя и започва тяхното сухо смесване. След това в края на зоната за сухо смесване се подава водата и започва мокрото смесване с едновременно придвижване на сместа към изходния отвор и от там в разходния бункер.

Наличието на разходен бункер дава възможност за се използва бетоносмесителя с непрекъснато действие за подаване на бетонна смес в транспортни средства с периодично действие (самосвали, бетоновози, автобетоносмесители и др.).

4.4. Производствена мощност на бетоносмесителна система

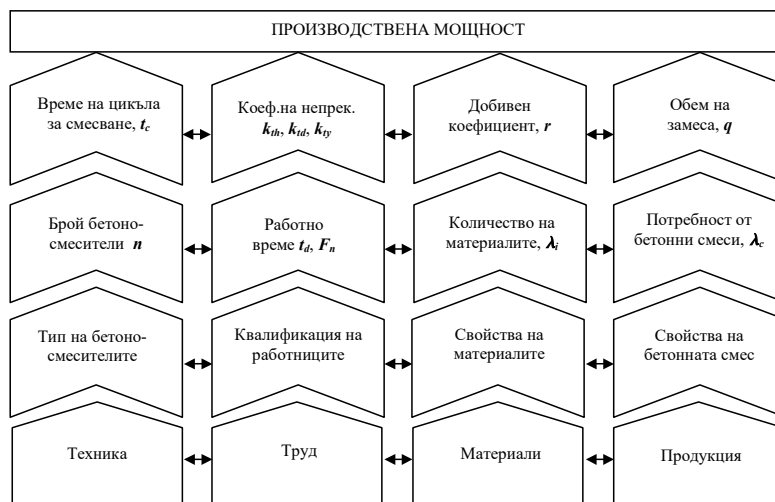
Производствена мощност на бетоносмесителна система е максимално възможното годишно производство на бетонни смеси в съответствие с проектираната специализация и режим на работа, при най-пълно използване на производствените ресурси, с отчитане на възможностите за прилагане на съвременна технология и организация на производството.

Съществуват различни названия на производствената мощност: “планова”, “фактическа”, “действаща” и др. Тези термини се отнасят към степента на използване на производствения потенциал на организацията при производството на дадена продукция. По мое мнение трябва да се различават две основни понятия: “производствена мощност” и “проектна мощност”. Предмет на разглеждане тук е проектната мощност. Проектната мощност се определя при условна номенклатура от бетонни смеси и номинален фонд от време за работа. По тази причина тя се отличава от действащата производствена мощност.

На производствената мощност оказват влияние:

- готовата бетонна смес с нейните технологични свойства и потребности;
- материалите за бетон с техните свойства и разходни норми;
- труда на производствените работници – изразен чрез работното време като негова мярка;
- техниката - по видове и количества и основно бетоносмесителите.

Във взаимна връзка и обусловеност тези фактори определят фонда работно време, технологичния цикъл и продукцията от него и количеството на основната техника (фиг.4.10).



Фиг. 4.10. Фактори, влияещи на производствената мощност

Производствената мощност се определя от дневната производителност на бетоносмесителите.

$$PC = 365 \cdot Q_d \cdot k_{ty}, \text{ m}^3/\text{год} \quad (4.11)$$

където

Q_d – дневната производителност на бетоносмесителната система, $\text{m}^3/\text{ден}$;

k_{ty} – коефициента на използване на работното време в година.

Тъй като продължителността на смените при трисменен режим на работа не е еднаква (табл.4.7) следва да се определя не сменната, а дневната производителност по формулата

$$Q_d = Q_{mix} \cdot n \cdot t_d \cdot k_{td}, \text{ m}^3/\text{ден} \quad (4.12)$$

където

Q_{mix} – часова производителност на един бетоносмесител, m^3/h ;

n – брой на бетоносмесителите в системата;

t_d – работни часове в денонощие (8, 16, 23);

k_{td} – коефициента на използване на работното време в година.

От формулите се вижда, че производствената мощност зависи от режима на работа на системата, производителността на бетоносмесителните машини и техния брой.

Броя на смесителите се определя в зависимост от потребностите на бетонни смеси определени с изходните данни. Потребностите се определят като товарни потоци при което се отчитат неравномерностите на потреблението. Годишния товарен поток от бетонна смес е равен на годишното количество бетон което е по задание или предварителни проучвания.

$$\lambda_{cy} = C_y, \text{ m}^3/\text{год} \quad (4.13)$$

Определя се часовия товарен поток

$$\lambda_c = \frac{\lambda_{cy}}{365 \cdot k_{ty}} \cdot k_{vh}, \text{ m}^3/\text{час} \quad (4.14)$$

където

k_{vh} – коефициент на неравномерност на потреблението в час ($k_{vh} = 1,1$).

Броят на бетоносмесителите

$$n = \frac{\lambda_c}{Q_{mix}}, \text{ бр} \quad (4.15)$$

Така получения резултат се закръглява на по-голямото цяло число.

Производствената мощност се определя от горните фактори, които могат да се групират на екстензивни и интензивни. Интензивните фактори се определят преди всичко от организационни мерки. Екстензивните фактори (полезна вместимост и брой на бетоносмесителите) влияят пропорционално на мощността. Тяхното влияние на производителността на бетоносмесителите в зависимост от вида на готовите смеси е показана

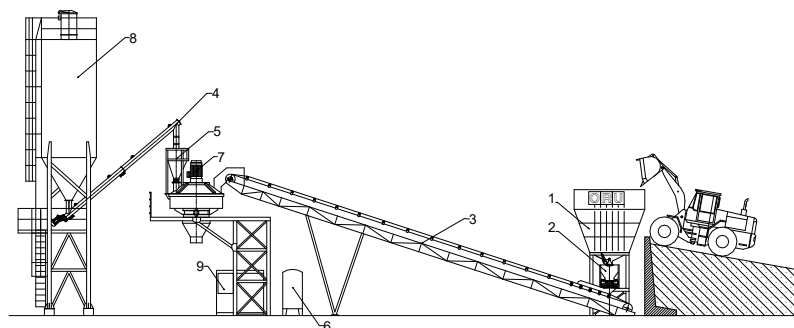
на фиг 4.3. Производителността пада при производството на леки бетонни смеси, което трябва да се има предвид при определяне на действителната годишна мощност, при положение на разнообразна производствена номенклатура от смеси.

4.5. Характеристика на основните технологични схеми

Както бе отбелязано в гл. 1 бетоносмесителните системи се подразделят на две групи: за производство на готови бетонни смеси и за производство на сухи бетонни смеси. Производството на сухи бетонни смеси е застъпено основно в Италия (92%), Великобритания (75%), Испания (70%), Португалия (15%). Малки мощности за сухи смеси съществуват в Чехия, Холандия и Норвегия. В останалите страни на Европейския съюз се произвеждат готови бетонни смеси. Съотношението в рамките на съюза за 2003 г. е 54,7:45,3% в полза на готовите бетонни смеси. Този висок процент на производството на сухи бетонни смеси се дължи на високия относителен дял на производството на бетонни смеси в страните произвеждащи сухи смеси. Италия, Великобритания, Испания и Португалия произвеждат около 60% от бетонните смеси в Европейския съюз.

Производство на готови бетонни смеси. При това производство технологичните схеми на производство основно са хоризонтална (двустъпална) и вертикална (едностъпална). Към първата се отнасят и мобилните бетоносмесителни системи, които напоследък намират все по-широко приложение.

На фиг. 4.11 е представена бетоносмесителна система на италианската компания ORU. Тя е типичен пример за преместваема бетоносмесителна система. Състои се от следните основни елементи: бункерен склад за фракции (1), лентов дозатор за фракции (2), наклонен лентов транспортър (3), винтов транспортър за цимент (4), тегловен дозатор за цимент (5), резервоар за вода (6), роторен планетарен смесител (7), силози за цимент (8) и кабина за управление (9).



Фиг. 4.11. Общо устройство на хоризонтална бетоносмесителна система

Складиране на фракциите. За складирането на фракциите се използва линеен бункерен склад. Той се състои от стоманена носеща конструкция и самоносеци бункери с междинни прегради. Бункерите се разтоварват чрез отвори със секторни затвори, управлявани от пневматични цилиндри.

За облекчаване на разтоварването се използва система TS 126 състояща се от един вибратор и определен брой позиции за монтиране при необходимост на съответен бункер.

Склада е снабден със система за измерване влагата на материалите с цел определяне на количеството вода, които трябва да се добави на всеки замес.

Таблица 4.8

Техническа характеристика на складовете за материали

Показатели	Мярка	Стойност
Склад за фракции		
Брой на бункерите	бр.	4
Брой на разтоварващите отвори	бр.	4
Брой пневматични цилиндри $\Phi 100$ mm	бр.	4
Вместимост на един бункер	m ³	20
Вместимост на една надстройка 1 m	m ³	10
Обща вместимост на склада	m ³	120
Компресор бутален едноцилиндров		
• дебит	l/min	462
• вместимост на балона за въздух	l	270
• максимално работно налягане	bar	9
• инсталирана мощност	kW	3
Наклонен лентов транспортър		
• дължина x широчина на лентата	m x m	16 x 0,650
• дистанция на опорните ролки	mm	400-800
• задвижващ барабан	mm	320 x 710 x 8
• опъвателен барабан	mm	320 x 710
• скорост на лентата	m/s	1,8
• производителност	m ³ /h	188
• инсталирана мощност	kW	9,2
Склад за цимент		
Силоз за цимент 1 бр		
• номинална вместимост	m ³	42,9
• максимална вместимост	t	60
• цилиндрична част – диаметър x дължина	m	2,4 x 10,9
• диаметър на разтоварващия отвор	mm	350
• диаметър на циментопровода	mm	114
• собствена маса	kg	2730
Наклонен винтов транспортър		
• външен диаметър на кожуха	mm	219
• дължина	m	12
• производителност	t/h	60
• инсталирана мощност	kW	11

Подаване на материалите. Фракциите се подават от склада в бетоносмесителния блок посредством наклонен лентов транспортър (табл.4.8). Той се състои от стоманена носеща конструкция, долен приеман бункер, ограден с предпазна решетка с височина 2,5 m.

Подаването на цимента от силоза до бетоносмесителя се извършва посредством винтов транспортър (табл.4.8).

Таблица 4.9

Техническа характеристика на дозаторите за материали

Показатели	Мярка	Стойност
Лентов тегловен дозатор за фракции		
Обхват	kg	10000
Обем на бункера	m ³	8,8
Лентов транспортър		
• дължина	mm	10400
• ширина	mm	800
Размер на барабаните		
• диаметър	mm	320
• дължина	mm	950
Скорост на лентата	m/s	1,03
Производителност	m ³ /h	216
Инсталирана мощност	kW	7,5
Дозатор за цимент		
Обхват	kg	600
Геометричен обемна бункера за дозиране	l	480
Дисков затвор		
• диаметър	mm	323
• инсталирана мощност	kW	0,27
Дозатор за вода		
Обхват	kg	300
Резервоар за домиране	l	340
Помпа за вода		
• дебит	l/min	480
• инсталирана мощност	kW	3

Дозиране на материалите. Дозирането на материалите се извършва от тегловни дозатори. Фракциите се дозират посредством лентов тегловен дозатор. Меренето се извършва от 4 тензометрични датчици. Подаването на фракциите в лентовия дозатор се регулира посредством отварянето на секторните затвори с пневматичните цилиндри. Пневматичната система се захранва със сгъстен въздух от бутален компресор.

Цимента се дозира от тегловен дозатор с три тензометрични датчика. Отдолу дозатора е снабден с дисков затвор с електропневматично задвижване. Чрез дисковия затвор цимента постъпва вмесителя.

Водата също се дозира от тегловен дозатор снабден с един тензометричен датчик. Резервоара за вода на дозатора е присъединен към водопровода и бетоносмесителя с тръбна разводка 2”.

Технически параметри на дозаторите за материали са дадени в табл. 4.9.

Бетоносмесителен блок. Смесването на материалите се извършва от бетоносмесител с принудително смесване, планетарен, роторен тип MS 1500/1000. Смесителят е с инсталирана мощност 45 kW и собствена маса 4300 kg. Снабден е с колектор с дюзи за впръскване на вода, контролен люк, горни капаци за обслужване и отвор за разтоварване с фуния.

Бетоносмесителят заедно с дозатора за цимент е монтиран на площадка носена от четири опорна стоманена конструкция. Площадката е обесопасена с предпазен парапет и има стълба за обслужване.

Система за управление. Тя се състои от кабина за управление, силово електрическо табло, компютърна конфигурация с принтер, измерител на консистенцията и диспечерска схема.

Кабината за управление е контейнерен тип с размери 4170x2400x2300 mm от стоманена конструкция с термопанели, осветителна и силова инсталация и климатик.

Силовото електрическо табло е снабдено с панел за ръчно управление при необходимост. При автоматичния режим на работа управлението се следи на схемата на монитора. Консистенцията се следи посредством ватметър въз основа на използваната мощност за смесване.

Максималната консумирана мощност е 120 kW.

Бетоносмесителната система може да бъде окомплектована със система за подгриване на водата и фракциите в склада.

Така описаната бетоносмесителна система може да има различни вариантни решения по отношение на различните елементи:

- склад за фракции – радиален или силозен;
- подаване на фракциите – кошов подежник, който едновременно е и дозатор за фракции;
- бетоносмесителен блок – открит или закрит тип в зависимост от климатичните условия.

На фиг. 4.12 е показана вертикална (едностъпална) технологична схема известна още под името “кула”. Нейните елементи са разположени по вертикалата от долу нагоре както следва: бетоноподаване, бетоносмесително отделение, склад за фракции, приемно отделение.

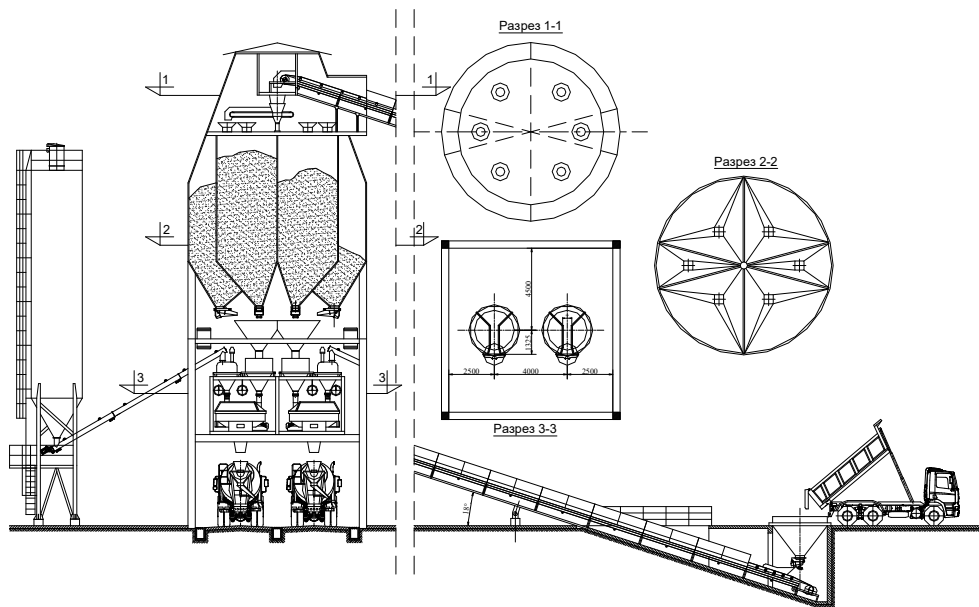
Бетоноподването се организира в зависимост от това дали системата произвежда само разносен бетон или подава смеси за индустриално производство на елементи. В последния случай се използват релсови самоходни бункери от различен тип, като съществува възможност и за зареждане на автобетоносмесители.

Бетоносмесителното отделение се компанова в зависимост от схемите на бетоноподаването. В него са разположени и дозаторите за фракции и цимент.

Склада за фракции е силозен тип като обема е разделен в зависимост от броя на смесителите и броя на използваните фракции. Подаването на фракциите се извършва посредством вибрационни питатели.

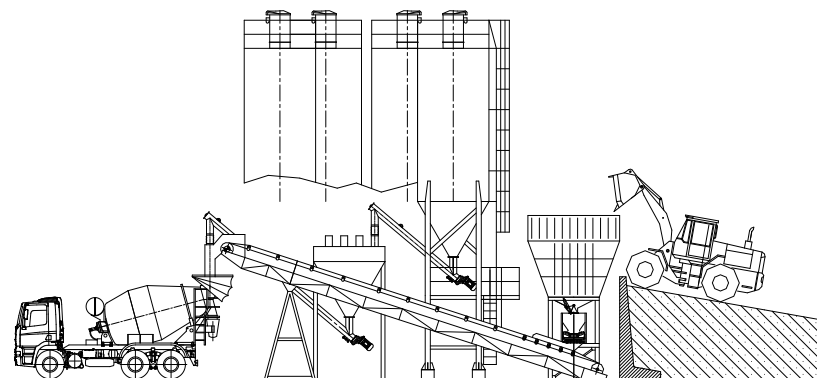
Приемното отделение служи за разпределяне на фракциите в отделните сектори на силоса. То се извършва от въртящ се лентов транспортър и по-рядко от въртяща течка.

Вертикалните технологични схеми се различават основно по начина на подаване на фракциите: лентов транспортър или елеватор. При използването на елеватор се получава по-компактна схема.



Фиг. 4.12. Вертикална бетоносмесителна система

Производство на сухи бетонни смеси. При това производство се прилага основно хоризонтална (двустъпална) технологична схема (фиг.4.13). При това производство основно внимание се отделя на опазване на околната среда при зареждане на автобетоносмесителя. Зареждането му със сухи материали е свързано с отделянето на прахови емисии, за чието улавяне се използват прахоуловителни ръкави или кабинни. Същите се свързват с пречиствателно съоръжение на въздуха, състоящо се от циклон и ръкавен филтър.



Фиг. 4.13. Бетоносмесителна система за сухи смеси

