

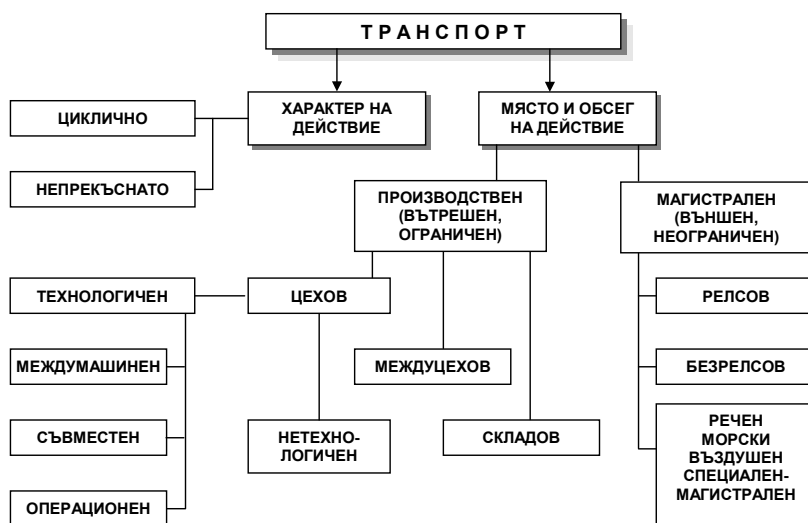
ТРАНСПОРТНО ОБСЛУЖВАНЕ НА ПРОИЗВОДСТВОТО НА БЕТОННИ СМЕСИ

2.1. Общи положения

Транспорт – същност, класификация и значение. При производството на бетонни смеси постоянно се извършва преместването на материали в различни точки на равнината и пространството. При това обсегът на преместването на материалите варира в широки граници – от метри до стотици километри.

Съвкупността от действия, свързани с преместването на материалите, е прието да се нарича *транспорт*. В зависимост от вида на транспортните пътища, мястото и обсега на действие и характера на движение транспортът като процес се категоризира в отделни качествени групи, които до голяма степен предопределят техническите средства за извършването му.

На фиг. 2.1 е представена схема на обобщена характеристика на транспорта. Както се вижда от нея, транспортът се дели на групи в зависимост от обсега и мястото на действие и от характера на движението.



Фиг. 2.1. Обобщена характеристика на транспорта

Техническите средства за транспорт са извънредно разнообразни. На фиг. 2.2 е представено най-обобщено групиране на транспортните средства, използвани при производството на бетонни смеси. Използвано е основното деление съгласно схемата на характеристиката на транспорта с ограничен обсег и транспорта с неограничен обсег на действие. Основен белег, който определя качествата и разновидностите на транспортните средства за промишлен транспорт е характерът на действието. Според него те се делят на транспортни средства с циклично и непрекъснато действие. При

магистралния транспорт това деление не е от значение, като тук основна характеристика е вида на пътното трасе. За доставка на материали и готова продукция при производството на бетонни смеси основно приложение от магистралния транспорт намира автомобилния транспорт.



Фиг. 2.2. Технически средства за механизация на транспортни, подземно-транспортни и товаро-разтоварни процеси

Въпреки че схемата обхваща определено производство, се вижда голямото разнообразие на машини и съоръжения от тази област. Тук са включени някои товарачни машини и спомагателни съоръжения, облекчаващи натоварването и разтоварването.

Транспортната система е организирана общност от машини и съоръжения, управлявана по начин да осъществява материалните потоци при производството на бетонни смеси. Транспортната система включва: транспортна характеристика на материалите, транспортен процес и технически средства.

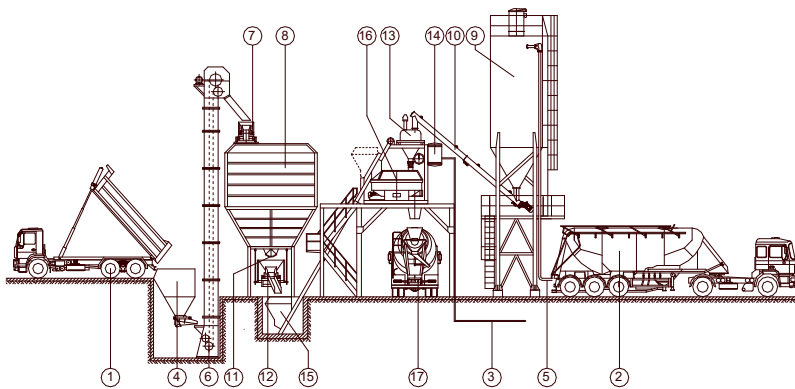
Ролята на транспортната система не се ограничава само в простото пренасяне на материалите в производствения процес. Транспортът има голямо значение за непрекъснатото и ритмично протичане на производствения процес, което от своя страна определя ефективността на процеса.

На фиг. 2.3 е показана операционна схема на производството на бетонни смеси от хоризонтална бетоносмесителна система. От схемата се вижда голямото количество транспортна техника и спомагателни съоръжения.

Ролята на транспортната система при производството на бетонни смеси се увеличава и поради някои особености на производството: използването на

големи количества насипни материали, с голяма относителна маса, полутечна готова продукция, която не подлежи на складиране и изисква доставка точно на време. Всичко това създава материални потоци с различна интензивност и повишава изискванията към транспортната подсистема и нейната съгласуваност с другите подсистеми. Съгласуваните действия на транспортната подсистема предполага:

- съгласуване на транспорта с ритъма на производство и потребление;
- намаляване броя на претоварванията;
- съгласуване на някои процеси с вида на външния транспорт;
- съгласуване работата на транспортните , подемно-транспортните и товаро-разтоварни средства.



Процес Операция	Материали Продукт	Транспортно средство	Технологични	
			машина	съоръжения
Доставяне	фракции	самосвал (1)		бункер (4)
	цимент	циментовоз (2)		
	вода	гръбопровод (3)		
Подаване за складиране		пневмопровод (5)		
		коф. елеватор (6)		
		лент. транспорт. (7)		
Складиране				бункери (8)
				силози (9)
Подаване за дозиране		винтов транспортър (10)		вибризатор (11)
Дозиране			дозатор за фракции (12)	
			дозатор за цимент (13)	
			дозатор за вода (14)	
Подаване за смесване		гръбопровод		
		скип (15)		
Смесване				бетоносмесител (16)
Експедиция	бетонна смес	Автобетоно- смесител (17)		

Фиг. 2.3. Операциона диаграма на хоризонтална бетоносмесителна система

Транспортна характеристика на материалите. Под транспортна характеристика на даден материал се разбира съвкупността от всички физико-химични, механични и технологични свойства, които определят начините и средствата за неговото преместване и съхранение.

Някои от тези свойства са описани по-долу. Материалите за производство на бетонни смеси се отнасят към групата на насипните. Насипните товари заемат средна група между твърдите и течните тела, характерна с ограничена подвижност на частиците една спрямо друга. Те се съхраняват и транспортират в свободно насипно състояние.

Някои параметри, определящи транспортната характеристика на цимента, пясъка и едрите фракции са дадени в табл. 2.1, 2.2 и 2.3.

Едрина (зърнометричен състав) на насипния товар се нарича количественото или процентното разпределение на частиците му по големина. Големината на частиците (късовете, зърната) се характеризира с трите взаимноперпендикулярни размера, измерени така, че единият от тях (размерът a) да бъде най-големият за съответния къс. Дадена проба на насипен товар се състои от различни по големина късове, най-големите от които ще имат размер a_{\max} , а най-малките - a_{\min} . Едрината на даден насипен товар се определя чрез *ситов анализ* – последователно пресяване на проба от материала през сита с последователно намаляващи отвори. Отношението $a_{\max} : a_{\min}$ определя *степената на еднородност* на насипните товари по едрина на късовете. Въз основа на това съотношение материалите се подразделят на: сортирани материали – при които $a_{\max} : a_{\min} \leq 2,5$ и несортирани материали – при които $a_{\max} : a_{\min} > 2,5$.

Сортирани материали са тези, които са преминали през предварителна обработка - пресяване или трошене със следващо пресяване. Несортираните материали в повечето случаи са в състояние, при което са получени при добива. При производството на бетонни смеси се използват сортирани материали.

Съобразно едрината на насипните товари се определят минималните допустими широчини на транспортърите и размерите на техните елементи, размерите на улеи, бункерни отвори и др.

В много случаи освен едрината е от значение и *формата на късовете* на материала (неправилна многостенна, призматична до игловидна с остри ръбове, неправилна кръгла, люсповидна, пръчковидна, нишковидна и др.). Формата на късовете влияе върху избора на наклона на транспортърите.

Специфично и обемно тегло. Специфичното тегло γ в N/m^3 означава теглото на сухия насипен материал, отнесено към единица от чистия му обем. Под обемно тегло γ_o в N/m^3 се разбира теглото на материала, отговарящ на единица свободно насипан обем. Между специфичното тегло и плътността съществува зависимостта: $\gamma = \rho \cdot g$, съответно $\gamma_o = \rho_o \cdot g$, където g е земното ускорение.

Обемните тегла на насипните товари се използват за изчисляване на съпротивленията при движение и при якостните оразмерявания.

Таблица 2.1

Транспортна характеристика на цимента

Показатели		Означ.	Стойн.
Специфична маса (плътност)	цимент без добавки	ρ_{ce}	3,1 t/m ³
	цимент с добавка до 20% и шлакопортланд цимент		2,9 t/m ³
	поцуланов цимент		2,8 t/m ³
Обемна маса (плътност)	в свободно насипано състояние	ρ_{ose}	0,9-1,2 t/m ³
	в уплътнено състояние		1,6 t/m ³
Подвижност на цимента	Ъгъл на вътрешно триене	θ	37°
	коэффициент на вътрешно триене	$f = \text{tg}\theta$	0,5-0,9
	Ъгъл на естествения откос в покой	β_o	43°
	Ъгъл на естествения откос в движение	β	38°
Коефициент на външно триене	по стомана	μ_s	0,67
	по гума	μ_g	0,76
	по бетон	μ_c	0,90
Коефициент на напълване		k_u	0,95

Влажност. Насипните материали съдържат в себе си вода по различен начин: *химически свързана вода*, *хигроскопична влага* от въздуха и *външна влага*. Външната влага е *молекулярна* когато обвива частиците на материала с тънка водна ципа и се задържа към тях от кохезионни сили и *гравитационна*, когато запълва кухините между частиците.

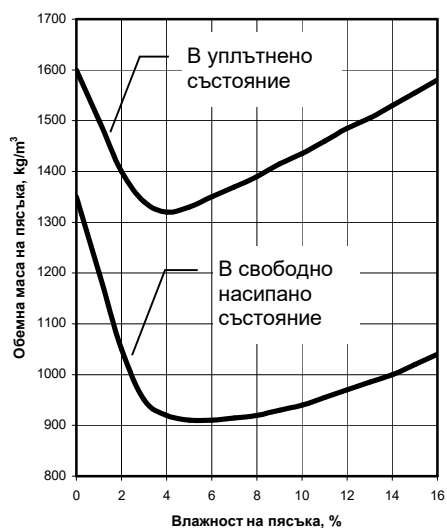
Насипните материали са *сухи*, когато съдържат само химически свързана вода, което се постига в сушилни уредби.

Насипните материали са *въздушно сухи*, когато съдържат химически свързана вода и хигроскопична влага. Това става при съхранението им защитени от атмосферни влияния.

Насипните материали са *влажни* когато съдържат външна влага. Тя бързо се ощежда при транспорт и съхранение и в тях остава само молекулярната влага.

Влажността влияе много на обемната маса на пясъка (фиг.2.4). Това обстоятелство трябва да се отчита при работа с показателя обемна маса на пясъка.

Подвижност на насипните материали. Насипните материали имат ограничена подвижност вследствие на значителни сили на триене и сцепление. Степента на подвижност се характеризира с *коэффициента (f)*, респ. *Ъгъла на вътрешно триене θ* , $f = \text{tg}\theta$ и



Фиг. 2.4. Зависимост на обемната маса от влажността на пясъка

напрежението изразяващо *сцеплението* на частиците на материала помежду си.

Друг важен показател за подвижността на насипните товари е *ъгълът на естествения откос* β_o , т.е. *ъгълът на наклона към хоризонталната равнина*, която се получава при свободно изсипване на насипния материал (без изсипване от височина).

При изсипване на материала от височина или при движение, *ъгълът на естествен откос намалява* – установява се динамичен *ъгъл на естествения откос* $\beta < \beta_o$. При насипване на материала от височина 1 m $\beta \approx 0,7\beta_o$. При различните видове транспортъори динамичния *ъгъл на естествения откос* има различни стойности.

Коефициент на външно триене. При плъзгането на насипни товари по твърди плоскости трябва да се преодолеят съпротивления, които се отчитат с коефициента на външно триене μ . При решаване на различни задачи основно се използват коефициентите на триене на материалите по стомана μ_s , по гума μ_g и бетон μ_c . Съществува известна зависимост между коефициента на вътрешно и външно триене f и μ . Ориентировъчно може да се приеме:

$$\mu_s = 0,75f; \quad \mu_g = 0,85f; \quad \mu_c = f; \quad (2.1)$$

Таблица 2.2

Транспортна характеристика на пясък

Показатели		Означ.	Стойн.
Специфична маса (плътност)	речен пясък	ρ_{fa}	2,60 t/m ³
	морски пясък		2,64 t/m ³
	кварцов пясък		2,65 t/m ³
Обемна маса (плътност)	при влажност 5%	ρ_{ofa}	1,42 t/m ³
	при влажност 15%		1,65 t/m ³
Подвижност на пясъка	ъгъл на вътрешно триене	θ	35°
	коефициент на вътрешно триене	$f = \operatorname{tg}\theta$	0,6-0,8
	ъгъл на естествения откос в покой	β_o	45°
	ъгъл на естествения откос в движение	β	30°
Коефициент на външно триене	по стомана	μ_s	0,54
	по гума	μ_g	0,65
	по бетон	μ_c	0,72
Коефициент на напълване		k_u	0,89

Коефициент на напълване. Третирането (обработване, манипулиране, складиране) на насипните материали е свързано със заемането на определен обем. Степента на запълване на този обем от даден материал се характеризира с коефициента на напълване.

Абразивност. Това свойство на насипните товари е от значение за износването на работните елементи на машините. Степента на абразивност зависи от твърдостта, формата и размерите на отделните късове.

Абразивността на материала се проявява особено неблагоприятно при относително движение между материал и работен елемент на транспортър (в местата на хранване и разтоварване), при стените на бункерите, при дъната на самосвалните каросерии и вагони, както и при транспортъри, работещи на принципа на влачене на материала в улей (греблови, винтови, гравитационни и др.).

Като противомярка срещу абразивността на материалите обикновено се избира подходящ начин на транспортиране, облицоване с износоустойчиви плоскости, подобряване на уплътненията и др.

Таблица 2.3

Транспортна характеристика на чакъл и трошен камък

Показатели		Означ.	Стойн.
Специфична маса (плътност)	трошен камък от гранит	ρ_{ca}	2,67 t/m ³
	трошен камък от базалт		2,64 t/m ³
	трошен камък от варовик		2,60 t/m ³
	трошен камък от пясъчник		2,45 t/m ³
	речен чакъл		2,60 t/m ³
Обемна маса (плътност)	трошен камък от гранит	ρ_{oca}	2,0 t/m ³
	трошен камък от базалт		1,8 t/m ³
	трошен камък от варовик		1,6 t/m ³
	трошен камък от пясъчник		1,5 t/m ³
	речен чакъл		1,8 t/m ³
Подвижност на едрите фракции	Ъгъл на вътрешно триене	θ	42°
	коэффициент на вътрешно триене	$f=tg\theta$	0,8-1,0
	Ъгъл на естествения откос в покой	β_o	45°
	Ъгъл на естествения откос в движение	β	30°
Коефициент на външно триене	по стомана	μ_s	0,63
	по гума	μ_g	0,72
	по бетон	μ_c	0,85
Коефициент на напълване		k_u	0,89

Слягане. Слягането е свойство на някои материали да намаляват своята подвижност при по-продължително престояване в натрупано състояние – например при складиране на дебели пластове, при съхранение в бункери, силози и др. Опасността от слягане се увеличава с увеличаване на дебелината на пласта и влажността на материала. Най-много слягат долните пластове, което може да доведе до неприятни последствия, например при бункерите и силозите – до сводообразуване (задръстване) и неизтичане на материала. За борба срещу това явление при бункери за слягащи се материали се използват различни устройства (механични, пневматични, вибрационни и др.), които разрохкват материала и подпомагат изтичането му.

Лепливост. Някои насипни материали, особено във влажно състояние, полепват здраво към работните елементи на машините и затрудняват действието им, като налагат в много случаи специални съоръжения и устройства за почистване.

Могат да се набележат и други свойства на насипните товари, като корозионност, пожароопасност и взривоопасност, трошливост, хигроскопичност, отделяне на вредни газове, склонност към замръзване при ниски температури и др., всяко от които изисква да се вземат съответни подходящи мерки при транспорт и съхранение.

Транспортен процес. Транспортният процес беше определен като съвкупност от последователни операции по товарене, транспортиране и разтоварване на материалите. Така транспортния процес се състои от следните частични процеси:

Натоварване – съвкупност от последователно свързани операции по преместването на товарите от местата на производство, постоянно съхраняване или временно натрупване до транспортните средства и поставянето им в тях.

Транспортиране – съвкупност от последователно свързани операции по целенасочено преместване на товарите в пространството, което не е свързано с изменение на техните физически свойства и качества.

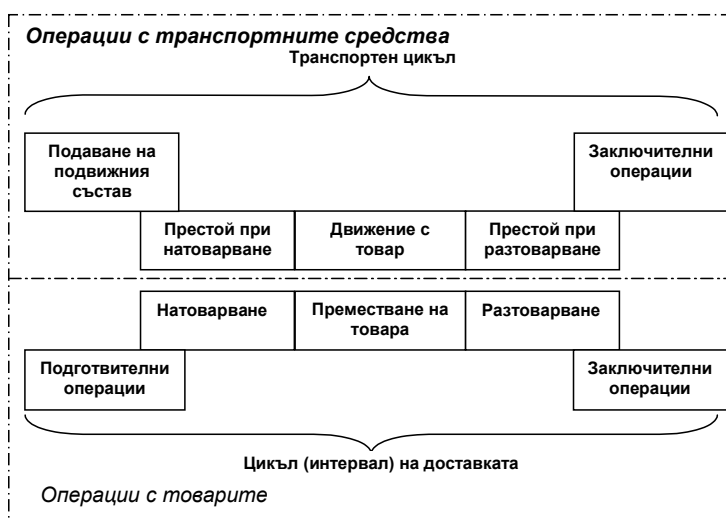
Разтоварване – съвкупност от последователно свързани операции по свалянето на товарите от транспортните средства и преместването им до местата за временно натрупване, постоянно съхранение или потребление.

Товаренето и разтоварването включват следните основни операции:

- хващане (загребване, поемане и др.) на товара;
- повдигане, завъртане и хоризонтално движение на товара;
- освобождаване (спускане, изсипване и др.) на товара

Освен тези основни операции се извършват редица помощни операции като: поставяне и сваляне на подложки, клинове стойки и др. в транспортните средства, отваряне и затваряне на люковете и вратите на вагоните, сваляне и вдигане капаците на камионите, платформите и др.

При машините за непрекъснат транспорт операциите по натоварване, транспорт и разтоварване се извършват непрекъснато във времето.



Фиг. 2.5. Представяне на транспортния процес

При транспортните средства с циклично действие транспортния процес може да се разглежда двустранно - от гледна точка на операциите свързани с подвижния състав (транспортните средства) и с операциите свързани с предмета на превоз (товарите) [30].

Съвместното разглеждане на операциите с товарите и транспортните средства (фиг.2.5) показва, че транспортния процес е многоелементен. Основен негов елемент е преместването на товарите.

Съвкупността от задължителни елементи натоварване, преместване и разтоварване на товара (елементи на операциите с товара) съответно отговарят на престоя на подвижния състав при натоварване, движение с товар и престой при разтоварване (елементи на операциите с транспортното средство). Тези елементи на операциите с товара и транспортното средство, изпълнявани съвместно, се предшества от подготвителни операции с товара - натрупване и оформяне на партия и с транспортното средство - подаване към мястото на товарене. Рационалната организация на транспортния процес изисква съгласуване на действията на транспортните средства и операциите по обработка на товарите, така, че да се получи единен технологичен процес.

Продължителността на транспортния цикъл при транспортиращи машини с циклично действие се определя по формулата

$$t_c = t_a + t_e + 60 \frac{v_u + v_o}{v_u \cdot v_o} l \quad (2.2)$$

където

t_a – време за натоварване, min;

t_e – време за разтоварване, min;

l – транспортно разстояние, km;

v_u, v_o – скорости на движение с товар и без товар, km/h.

Времето за натоварване се определя от параметрите на транспортната машина товаровместимост (u), коефициента за нейното използване (k_u) и експлоатационната производителност на натоварващата машина или съоръжение (Q) по формулата

$$t_a = \frac{u \cdot k_u}{Q} \quad (2.3)$$

Времето за разтоварване се определя аналогично. Вместо със скоростите на пълното и празно транспортно средство може да се работи с показателя средна скорост, техническата скорост на автомобила и др.

2.2. Машини за непрекъснат транспорт

Същност и класификация. Към машините за непрекъснат транспорт се числят в основни линии всички видове транспортъори (конвейери), както и инсталациите за пневматичен и хидравличен транспорт. Характерен белег на тези машини е, че пренасяните товари образуват по цялата дължина на транспортното трасе един постоянно движещ се поток. При насипни товари потокът може да бъде във вид на непрекъснат плътен пласт (например

транспортиране на материали върху лента) или във вид на отделни, следващи една след друга порции (транспортиране в кофички). Единичните товари се транспортират наредени на определена стъпка, близо един до друг. При пневматичните и хидравличните транспортни уредби товарите се пренасят в постоянен поток от въздух или вода. Някои допълнителни характерни особености на машините за непрекъснат транспорт са:

- постоянно транспортно трасе;
- еднопосочно транспортиране (по изключение двупосочно, кръгово или с реверсиране на движението);
- захранване и разтоварване без прекъсване на работното движение;
- централно задвижване от едно място (по изключение многодвигателни задвижвания)

Основно предимство на машините за непрекъснат транспорт е високата им производителност, резултат от принципа на тяхното действие.

Машините за непрекъснат транспорт се класифицират по конструктивни белези и по принцип на действие на:

- транспортъори с теглителен елемент;
- транспортъори без теглителен елемент;
- пневматични уредби;
- хидравлични уредби;

Характерна особеност на транспортъорите с теглителен елемент е движението на материала заедно с теглителния елемент. От тях се разглеждат лентовите транспортъори и кофъчни елеватори. При механичните транспортъори без теглителен елемент постъпателното движение на материала се реализира чрез въртеливо (винтови транспортъори) или колебателно движение на работния механизъм на машината. При пневматичните и хидравличните транспортни уредби материалът се премества по тръбопровод с помощта на движещ се флуид (въздух, вода).

Производителност на транспортъорите. Производителността на транспортъорите се определя от количеството материал на линеен метър от транспортъора и скоростта на материала:

$$Q = 3600 \cdot q' \cdot v, \quad \text{к-во/h} \quad (2.4)$$

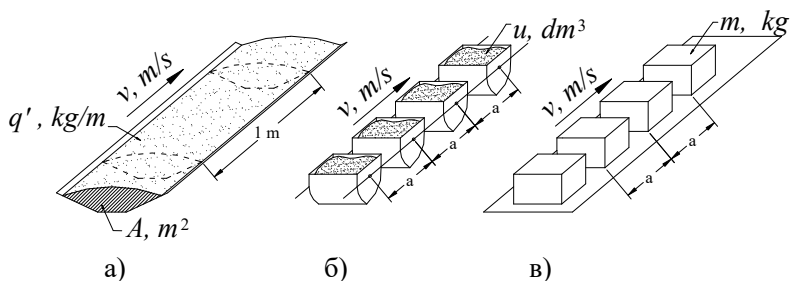
В зависимост от вида на транспортъора насипните товари се транспортират в непрекъснат поток (фиг.2.6,а) или на отделни порции, движещи се на определено разстояние една от друга (фиг.2.6,б). Единичните товари се транспортират положени или окачени на определено разстояние един от друг (фиг.2.6,в).

Количеството материал на линеен метър от транспортъора за различните схеми на фиг. 2.6. се определя по формулите:

$$q' = A, \quad \text{m}^3/\text{m} \quad (2.5)$$

$$q' = \frac{u}{a}, \quad \text{dm}^3/\text{m} \quad (2.6)$$

$$q' = \frac{m}{a}, \quad \text{kg/m} \quad (2.7)$$



Фиг. 2.6. Схема за определяне на производителността на транспортъори

Като се заместят горните величини в (2.1) се получават следните изрази за производителността на транспортъори:

$$Q = 3600.A.v, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.8)$$

$$Q = 3,6.\frac{u}{a}.v, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.9)$$

$$Q = 3,6.\frac{m}{a}.v, \quad \text{t/h} \quad (2.10)$$

От горните уравнения за определяне на производителността се вижда, че тя зависи преди всичко от два основни фактора – скоростта, с която се движат материалите, и напречното сечение на материала, или геометричния обем на носещите елементи и разстоянието между тях. От уравнението се вижда също така за разлика от транспортните машини с циклично действие, че производителността при транспортъорите не зависи от дължината на транспортното трасе.

Необходима мощност за задвижване. В най-общият случай транспортирането на товарите е свързано с преместването им в хоризонтално и вертикално направление. При това денивелацията може да бъде положителна или отрицателна, т.е. точката, в която транспортъорът се разтоварва, може да бъде по-високо или по-ниско от точката, в която той се захранва (фиг.2.7).

При движение на транспортъора е необходима да се преодолеят всички съпротивления W и тангенциалната компонента на теглото на товара Gt . При това положение теглителната сила на задвижващия вал на транспортъора ще бъде

$$F = W \pm Gt, \quad \text{N} \quad (2.11)$$

Знакът “+” е валиден при транспортиране нагоре (денивелация $+h$ и ъгъл на наклона $+\delta$), а знакът “-” е валиден при транспортиране надолу (денивелация $-h$ и ъгъл на наклона $-\delta$).

Съпротивленията при движение на товара имат различен произход и видове. За определянето им може да се използва специфичното съпротивление w , което представлява отношението на всички съпротивления W на транспортъора към нормалната компонента на теглото на полезния товар Gn , т.е.

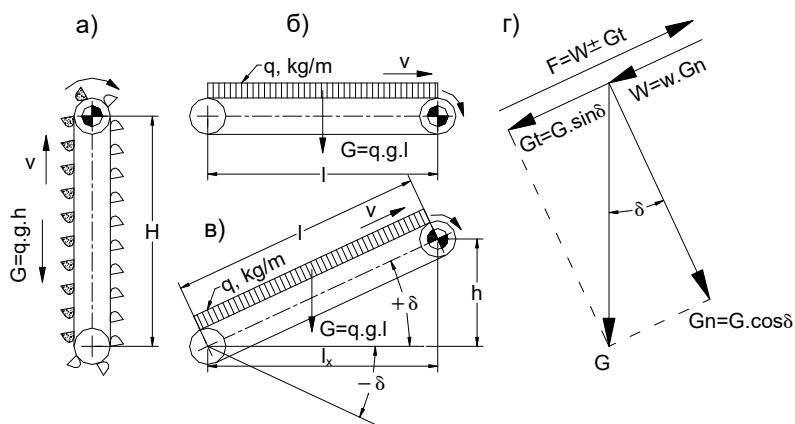
$$w = \frac{W}{Gn} \quad (2.12)$$

За ориентировъчни технологични изчисления може да се работи със следните стойности на специфичното съпротивление:

- лентови транспортъри $w = 0,03 \div 0,06$
- винтови транспортъри $w = 1,2 \div 4,0$.

Имайки пред вид горното за теглителната сила получаваме

$$F = G(w \cdot \cos \delta \pm \sin \delta), \text{ N} \quad (2.13)$$



Фиг. 2.7. Схема за изчисляване на мощността

а – вертикален транспортъор (елеватор); б – хоризонтален транспортъор;
в – наклонен транспортъор

Теглото на товара е определя от линейната маса q , земното ускорение g и дължината на транспортъора l

$$G = q \cdot g \cdot l, \quad \text{N}$$

Общата мощност за задвижване на транспортъора изразена чрез работата на теглителната сила за единица време ще бъде

$$P = \frac{F \cdot l}{t}, \quad \text{W} \quad (2.14)$$

Като вземем пред вид, че

$$\frac{h}{l} = \sin \delta \quad \text{и} \quad \frac{l_x}{l} = \cos \delta \quad (2.15)$$

За задвижващата мощност получаваме

$$P = \frac{q \cdot g \cdot l}{t} (w \cdot l_x \pm h), \quad \text{W} \quad (2.16)$$

Изразяваме масовата производителност $Q_m = 3,6 \cdot q \cdot v$, t/h, $g = 9,81$, m/s² и за сумарната мощност получаваме израза

$$P = \frac{Q_m}{367} (w \cdot l_x \pm h), \quad \text{kW} \quad (2.17)$$

Тъй като мощността е определена за двигателния вал, необходимата мощност на електродвигателя трябва да се изчисли по формулата

$$P_e = \frac{Q_m}{367\eta} (w.l_x \pm h), \quad \text{kW} \quad (2.18)$$

където η е механичният КПД на задвижващия механизъм ($\eta = 0,95 \div 0,98$ за цилиндрични предавки).

Лентови транспортъори. Лентовите транспортъори са най-разпространените машини за непрекъснат транспорт. Те се срещат като самостоятелно работещи машини, като съставни елементи на подемно-транспортни системи, като градивни елементи на лентови дозатори, товарачи с непрекъснато действие и др. При производството на бетонни смеси лентовите транспортъори се използват за пренасяне на фракции за бетон и бетонна смес.

Лентовите транспортъори като транспортно средство имат следните предимства: приложими за почти всички насипни и единични товари; голяма производителност и транспортна дължина; малки енергийни и експлоатационни разходи; проста и евтина конструкция; голяма експлоатационна надеждност; безопасна и безшумна работа; лесно управление и автоматизация.

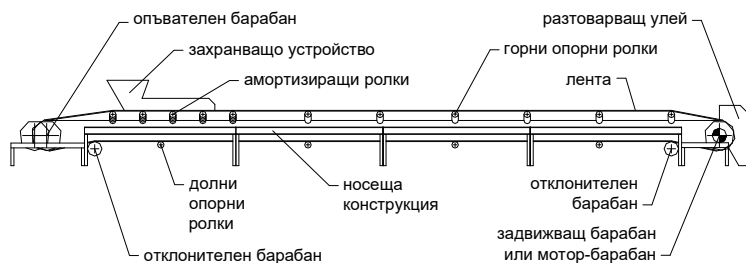
По-съществени недостатъци на лентовите транспортъори са: ограничен наклон на трасето; чувствителност спрямо високи температури, химически и абразивни въздействия; скъпо струващо капсулиране (защита на транспортъора от околната среда или на околната среда от запрашаване).

Лентовите транспортъори могат да се класифицират по различни признаци (табл. 2.4)

Универсалният лентов транспортъор (фиг.2.8) се състои от безкрайна лента, която се задвижва от барабана на задвижващата станция и се опъва от барабана на опъвателната станция или междинно опъвателно устройство. Между двата барабана лентата се поддържа от горни и долни ролкови опори и отклонителни барабани. Насипният материал се подава от захранващото устройство, което калибрира и центрира материалния поток по работния клон на лентата. В някои случаи лентовият транспортъор може да има две и повече захранващи устройства.

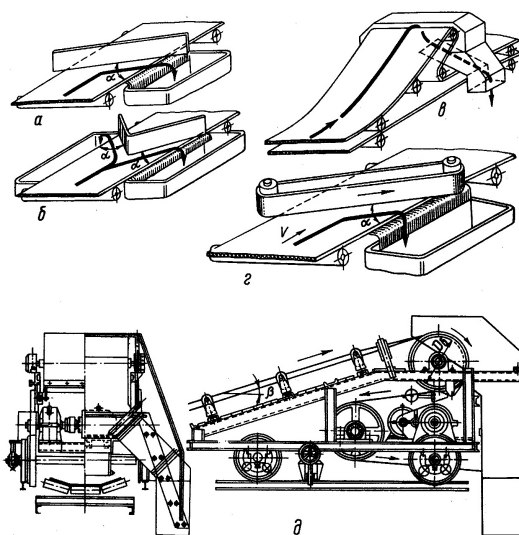
Таблица 2.4
Видове лентови транспортъори

Класификационен признак	Видове
Мобилност	Стационарни Преместваем Подвижни
Според предназначението	Универсални Специални
Според типа на лентата	С гумено-текстилна лента С стоманена лента С мрежеста лента С текстилна лента
Конфигурация на трасето	Хоризонтални Наклонени Комбинирани
Според профила на лентата	С прав профил на лентата С коритообразен профил



Фиг. 2.8. Схема на универсален лентов транспортър

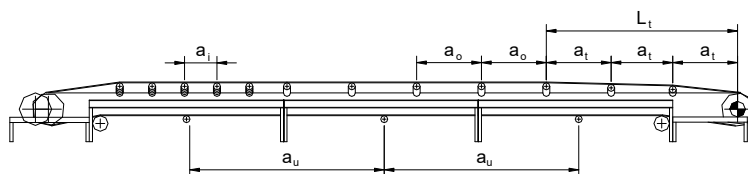
Лентовият транспортър има носеща конструкция от пръти, тръби или ламаринени профили, на която се монтират съставните елементи на транспортъра.



Фиг. 2.9. Схеми на разтоварващи устройства

Разтоварването му става принудително в избрано място по трасето – чрез специално разтоварващо устройство или гравитационно в края на лентата. От разтоварващите устройства се изисква да отделят материалния поток от работната повърхност на лентата, да го предпазят от разпиляване и да го насочат с помощта на улей към мястото за разтоварване. За разтоварване по трасето се използват (фиг.2.9) едностранен (а) и двустранен (б) плугов разтоварител, двубарабанно разтоварващо устройство (в), за насипни материали и разтоварваща лента (г) за единични товари.

Разполагането на ролковите опори по трасето на транспортъора е показано на фиг. 2.10., а стойностите на дистанциите – в табл. 2.5.



Фиг. 2.10. Разположение на ролковите опори по трасето

Таблица 2.5
Дистанции на ролковите опори

Широчина на лентата	a _o , при обемна маса на материала t/m ³			a _u	a _i	a _t
	< 1,2	1,2-2,0	> 2,0			
mm	m	m	m	m	m	m
300	1,65	1,50	1,40	3,00	1/2a _o	1,00
400						
500						
650						
800	1,50	1,35	1,25			
1000	1,35	1,20	1,10			
1200	1,20	1,00	0,80			
1400						

Основните технически параметри на лентовите транспортъори са стандартизирани и данни за тях са дадени в табл. 2.6.

Таблица 2.6
Основни параметри на лентовите транспортъори

БДС 6009	Широчина на транспортната лента	mm	400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2250, 2500, 2750, 3000
БДС 6009	Номинална скорост на лентата	m/s	0,1; 0,16; 0,25; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8
БДС 7523	Диаметър на ролките	mm	63, 89, 108, 133, 159, 194, 219, 245
БДС 7823	Диаметър на барабаните	mm	200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1400

Технологичното изчисляване на лентовите транспортъори се извършва по приблизителни методи, като за целта са необходими следните изходни данни:

- интензивност на потока за транспортиране λ m³/h;
- вида на транспортирания материал с неговата транспортна характеристика – обемна маса ρ_o и динамичен ъгъл на откоса β° ;

- трасето на транспортъора с неговата обща дължина l , денивелация h и наклон δ° ;
- експлоатационни условия – параметри на работното време, условия на работа, начини за товарене и разтоварване, специални условия.

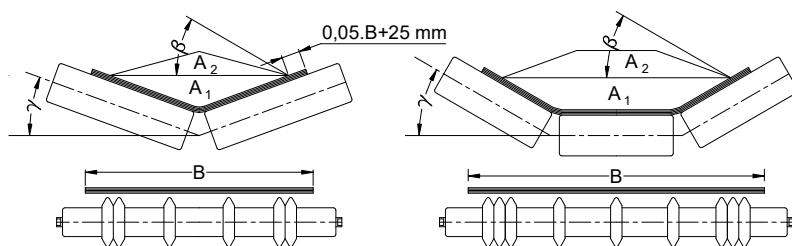
Търсените резултати при технологичното оразмеряване на транспортъорите са широчина на лентата B и мощност на задвижващия двигател P_e .

За изчисляване на производителността на лентовите транспортъори при насипни товари се използва основно формулата за обемна производителност:

$$Q = 3600 \cdot A \cdot v, \quad \text{m}^3/\text{h}$$

В тази формула основните параметри са напречното сечение на материала и скоростта на лентата. Ако приемем скорост на лентата $v = 1 \text{ m/s}$, ще получим израз за производителността, който зависи от сечението на транспортъора и параметрите на материала:

$$Q_1 = 3600 \cdot A, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.19)$$



Фиг.2.11. Схеми на напречни сечения на материала

Напречното сечение на материала върху лентата $A = A_1 + A_2$ се изчислява по геометрични данни (фиг.2.11). Горното сечение A_2 е кръгов сектор с централен ъгъл β° , който е динамичният ъгъл на откоса на материала. Долното сечение A_1 зависи от формата на стандартизираните ролкови опори. В приложение 7 са направени изчисления на производителността Q_1 за скорост 1 m/s при различни напречни сечения, ъгли на наклон на ролките и динамичен ъгъл на откоса на материала.

За изчисляване на експлоатационната норма на производителността се отчитат следите параметри на условията на работа:

- влияние на наклона на транспортъора чрез коефициент на наклона k_δ (фиг. 2.12);
- степен на напълване на напречното сечение чрез коефициент k_a , който зависи от начина на зареждане на материала ($k_a = 0,8 \div 0,9$).
- използване на транспортъора по време чрез коефициент k_{th} .

При това положение за производителността получаваме:

$$Q_{BC} = 3600 \cdot A \cdot v \cdot k_{\delta} \cdot k_a \cdot k_{th} = Q_1 \cdot v \cdot k_{\delta} \cdot k_a \cdot k_{th}, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.20)$$

Скоростта v и максималния ъгъл на наклон δ на лентата при производството на бетонни смеси се избира в зависимост от вида на транспортирания материал по табл. 2.7.

Производителността трябва да удовлетворява интензивността на материалния поток, при което

$$\lambda = Q_1 \cdot v \cdot k_{\delta} \cdot k_a \cdot k_{th}, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.21)$$

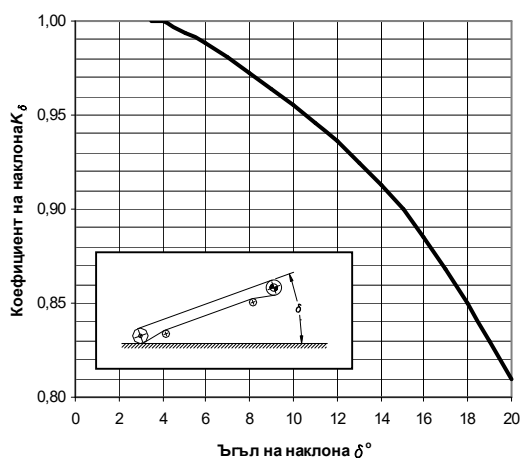
откъдето получаваме

$$Q_1 = \frac{\lambda}{v \cdot k_{\delta} \cdot k_a \cdot k_{th}}, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.22)$$

За даден материал и конфигурация на напречното сечение от приложение 7 избираме най-близкото число за Q_1 и съответната широчина на лентата.

Мощността на вала на двигателя за задвижване на лентовия транспортър

$$P_e = \frac{Q_{BC} \cdot \rho_o}{367\eta} (w \cdot l_x \pm h), \quad \text{kW} \quad (2.23)$$



Фиг. 2.12. Коефициент на наклона

Таблица 2.7

Препоръчителни скорости и наклон на транспортъра

Вид на материала	v , m/s	δ°
Чакъл и пясък	1,6	18
Баластра, керамзит	1,6	13 – 15
Бетонна смес пластична	1,0	
-при спускане		10
-при изкачване		15
Бетонна смес земновлажна	1,0	
-при спускане		12
-при изкачване		18

Винтови транспортъри. Винтовите транспортъри са предназначени за транспортиране на лекоподвижни прахообразни и зърнести материали на разстояния до 40 m. При производството на бетонни смеси се използват предимно за хоризонтален и вертикален транспорт на цимент и по-рядко на бетонна смес.

Винтовите транспортъри могат да се класифицират по различни признаци (табл.2.8). Наклонените транспортъри се прилагат при праволинейни трасета, наклони от 0 до 45 градуса и дължина до 20 m. Същите се прилагат и като хоризонтални благодарение на специалната ставна връзка на входните и изходни отвори.

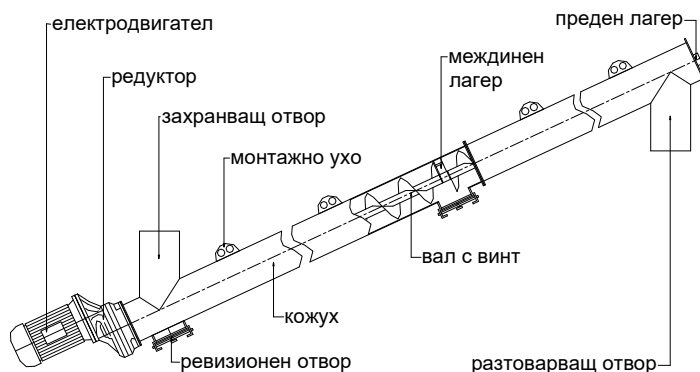
Вертикалните винтови транспортъори се прилагат при пълнене на силозите. Задвижването на винта става в горния му край. За да се получи постъпателно движение на материала нагоре, е необходимо силата на триене между него и стените на тръбата, която се получава вследствие на центробежната сила, да бъде по-голяма, отколкото силата на триене между материала и винта.

Транспортъорите за цимент са с плътни винтове и тръбен кожух. Коритообразния (полуцилиндричен) кожух се използва при хоризонтални транспортъори.

По-долу се разглеждат само наклонени винтови транспортъори за цимент. Винтовите транспортъори са транспортъори без теглителен елемент. Общият им вид е показан на фиг. 2.13.

Таблица 2.8
Класификация на винтови транспортъори

Класификационен признак	Видове
Разположение на остта на транспортъора	Хоризонтални Наклонени Вертикални
Вид на винта	Плътен Лентов Лопатъчен
Вид на кожуха	Тръбен Коритообразен



Фиг. 2. 13. Общ вид на винтов транспортъор

Работния орган на винтовия транспортъор е вал с винт монтиран в тръбен кожух. Вала на винта лежи на крайни и междинни лагери и се привежда в движение от задвижваща група, състояща се от електродвигател и редуктор. Отдолу на тръбния кожух под междинните лагери има ревизионни отвори. В двата края на тръбния кожух се монтират отвори за зареждане и разтоварване, а отгоре същия има по две монтажни уши на секция от кожуха. Материала, постъпващ в кожуха през захранващия отвор се движи линейно напред подобно на гайка, която е осигурена срещу въртене. На въртенето на материала се противопоставят собственото му тегло и силата на триене между него и кожуха.

Винтовият транспортъор може да се захранва във всяка точка по дължина на трасето чрез директно насипване на материала в кожуха. Необходимо е само количеството на подавания материал да съответства на производителността, за която е проектиран транспортъорът, за да гарантира

подходящо пълнене на кожуха. В нормални условия на работа, без опасност от голямо претоварване (задръстване с материал), дозирането на подавания материал може да става с дисков затвор или секторен затвор.

Разтоварването на винтовите транспортъори се осъществява най-често посредством шибърни затвори с ръчно или механично задвижване.

Връзката на хранящата и разтоварващ отвор се осъществява чрез фланцова или муфена връзка. Дължината на зареждащия и разтоварващ отвор са дадени в приложение 8, които са проектирани в зависимост от наклона на оста на транспортъора

Технологичното изчисляване на винтовите транспортъори се извършва по приблизителни методи, като за целта са необходими следните изходни данни:

- интензивност на входящия поток в транспортъора λ m³/h;
- вида на транспортирания материал с неговата транспортна характеристика – обемна маса ρ_o и динамичен ъгъл на откоса β° ;
- трасето на транспортъора с неговата обща дължина l , денивелация h и наклон δ° ;
- експлоатационни условия – параметри на работното време, условия на работа, начини за товарене и разтоварване, специални условия.

Търсените резултати при технологичното оразмеряване на транспортъорите са диаметъра на винта D и мощност на задвижващия двигател P_e .

За изчисляване на техническата норма на производителността на винтовите транспортъори се използва формулата за обемна производителност:

$$Q = 3600 \cdot A \cdot v, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.24)$$

В тази формула основните параметри са напречното сечение на материала A (m²) и скоростта на материала по оста на винта v (m/s).

Напречното сечение на материала изразено чрез геометричното сечение на транспортъора е:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} k_d, \quad \text{m}^2 \quad (2.25)$$

където D е диаметъра на винта в m;

$k_d = 0,85$ - коефициент отчитащ загубата на напречно сечение от вала.

При стъпка на винта s в m и честота на въртене n в min⁻¹ скоростта по оста на винта може да се изрази с формулата

$$v = \frac{s \cdot n}{60}, \quad \text{m/s} \quad (2.26)$$

Стъпката на транспортъора се приема в зависимост от материала като част от диаметъра на винта. При транспорт на цимент $s=D$. Тогава

$$v = \frac{n \cdot D}{60}, \quad \text{m/s} \quad (2.27)$$

Като заместим изразите за напречното сечение и скоростта за производителността получаваме:

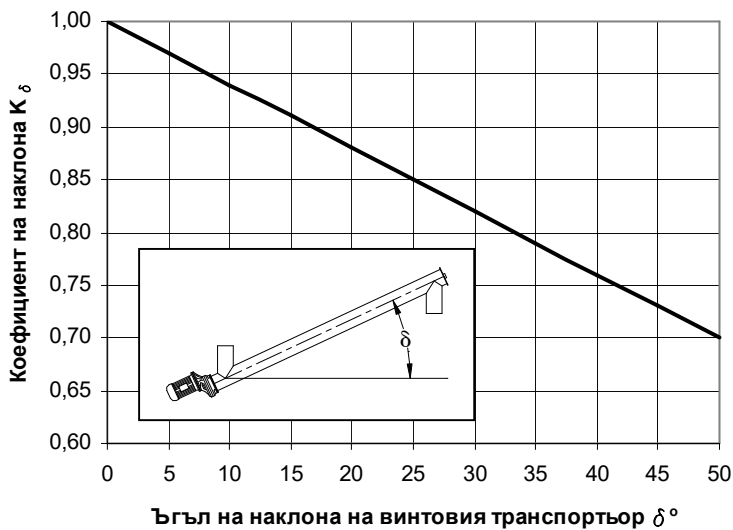
$$Q = 3600 \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{nD}{60} \cdot 0,85 = 40 \cdot D^3 \cdot n, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.28)$$

За изчисляване на експлоатационната норма на производителността се отчитат следните параметри на условията на работа:

- влияние на наклона на транспортъора чрез коефициент на наклона k_δ (фиг. 2.14);
- степен на напълване на напречното сечение чрез коефициент k_a , който зависи от начина на зареждане на материала ($k_a = 0,8 \div 0,9$).
- използване на транспортъора по време чрез коефициент k_{th} .

При това положение за експлоатационната норма на производителността получаваме:

$$Q = 40 \cdot D^3 \cdot n \cdot k_\delta \cdot k_a \cdot k_t, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.29)$$



Фиг. 2.14. Коефициент на наклона на винтови транспортъори

Горното уравнение дава обемната експлоатационна норма на производителността на винтов транспортъор. Основен параметър при винтовите транспортъори е масовата производителност, която се изчислява с обемната плътност на материала ρ_o , t/m^3 , и която ще означим по следния начин:

$$Q_{SC} = 40 \cdot D^3 \cdot n \cdot \rho_o \cdot k_\delta \cdot k_a \cdot k_t, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.30)$$

Основния геометричен параметър на винтовите транспортъори е диаметъра на винта D , който се определя от условието за равенство на производителността и интензивността на входящия материален поток:

$$Q_{SC} = \lambda = 40 \cdot D^3 \cdot n \cdot \rho_o \cdot k_\delta \cdot k_a \cdot k_t, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.31)$$

Откъдето за диаметъра на винта получаваме:

$$D = \sqrt[3]{\frac{\lambda}{40 \cdot n \cdot \rho_o \cdot k_\delta \cdot k_a \cdot k_t}}, \quad \text{m} \quad (2.32)$$

Така получения диаметър на винта се закръглява на по голямото число от редицата диаметри $D = 100; 125; 150; 175; 200; 250$ и 300 mm. С този диаметър се изчислява неговата производителност.

От планировката (фиг.2.15) се измерват отстоянията на силоза от отвора на дозатора за цимент x и y , котите на входния отвор на дозатора за цимент Hd и на изходния отвор на силоза Hs . Определяме хоризонт-талната проекция l_x на работната дължина l по формулата:

$$l_x = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \text{m}$$

Денивелацията между входящия и изходящ отвор на транспортъора z се определя по формулата:

$$z = Hd - Hs, \quad \text{m}$$

Работната височина на транспортъора

$$h = z + 2C, \quad \text{m}$$

където C е височината на отворите за зареждане и разтоварване.

С тези параметри определяме работната дължина на транспортъора

$$l = \sqrt{l_x^2 + h^2}, \quad \text{m}$$

Мощността на задвижващата група се определя по формулата

$$P = \frac{Q_{sc}}{367\eta} (w \cdot l_x \pm h), \quad kW \quad (2.33)$$

където специфичното съпротивление при транспорт на цимент може да се приеме $w=3,2$. По така изчислената мощност се избира съответния двигател-редуктор от прил. 9.

На фиг. 2.16 и в табл. 2.9 са дадени геометричните параметри на тръбни винтови транспортъори.

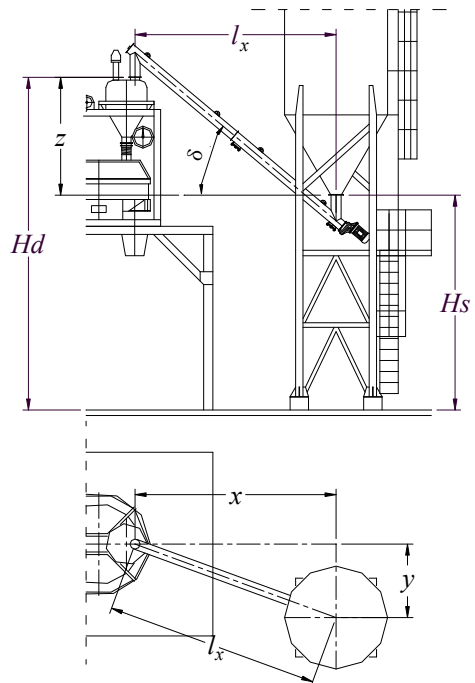
Общата маса на един тръбен винтов транспортъор може да се определи с достатъчна за практиката точност по следния начин (табл. 2.10)

$$m_{sc} = m_a + m_b + m_c, \quad \text{kg} \quad (2.34)$$

където

m_a – маса на двигател-редуктора и стандартен входящ цилиндричен отвор, kg;

m_b – маса на стандартен изходящ отвор и краен фланец с лагер, kg;



Фиг. 2.15. Присъединителни размери на винтов транспортъор

m_c – маса на тръбния кожух с неговите детайли, вала с винта и междинните лагери, kg;

$$m_c = m_1 l, \quad \text{kg}$$

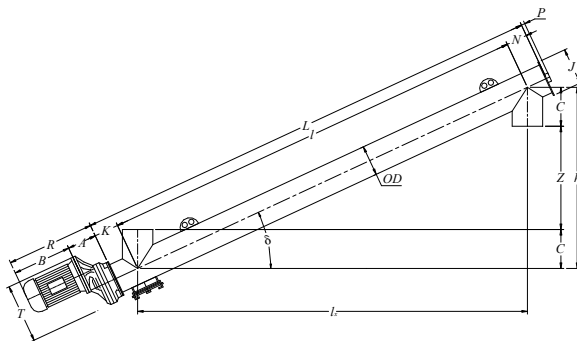
m_1 – линейна маса на тръбния транспортър, kg/m (табл. 2.10)

l - габаритна дължина на транспортъра, m.

Таблица 2.9

Геометрични параметри на винтови транспортъри

Типоразмер на винтовия транспортър	Външен диаметър на кожуха					
	OD, Диаметър на винта, mm					
	mm	D	P	N	K	J
114	114	100	56	120	140	190
139	139	125	56	120	140	190
168	168	150	40	140	160	250
193	193	175	40	150	170	250
219	219	200	40	160	180	275
273	273	250	40	180	220	330
323	323	300	40	220	220	405



Фиг. 2.16. Геометрични параметри на винтов транспортър

Елеватори. Еелеваторите са машини за непрекъснат транспорт по вертикални и силно наклонени трасета ($\beta < 60^\circ$). Намират приложение при производството на бетонни смеси за транспорт на прахообразни, зърнести и дребнокъсови нелепкави насипни материали, като цимент, пясък, чакъл, баластра и др.

Елеваторите могат да се класифицират по различни признаци (табл.2.11). Основно влияние върху конструкцията им оказват транспортираните материали, в зависимост от които те се разделят на елеватори за насипни товари (кофични елеватори) и за единични товари (люлкови, вилкови и др.).

Таблица 2.10

Схема и елементи на масата на винтов транспортър

Типоразмер	114	138	168	193	219	273	323
kW	ma, kg						
1,1	33						
1,5	37	55					
2,2	40	75					
3,0	45	81	81				
4,0		86	86	88			
5,5			131	135	140	150	
7,5			145	150	154	164	172
9,2				162	168	178	186
11,0					200	210	247
15,0						265	268
18,5						295	305
	mb, kg						
	5	6	10	12	16	20	23
	m1, kg						
	22	28	33	36	40	46	55

Според теглителния елемент елеваторите са два основни типа: лентови и верижни. Тук се разглеждат само елеваторите за насипни товари, т.е. кофични елеватори. Независимо от вида на теглителния елемент верига или лента, на който са закрепени отделните кофи, принципната конструкция на кофичния елеватор е една и съща (фиг.2.17). Задвижването на елеватора е винаги в горната му част (главата), а опъването в долната му част (петата). Всички движещи се части на елеватора са затворени в ламаринен кожух, който има три основни части: горна – с разтоварващ улей, долна – с приемен (захранващ) улей и междинни секции. Последните при големи елеватори секциите се правят двуръкавни. При малки елеватори кожухът е общ за двата клона.

Задвижването в горната част се монтира на конзола и включва мотор-редукторна група и подаващ съединител. В задвижващите механизми на елеваторите се вгражда електромагнитна спирачка и автоматично устройство срещу обратен ход.

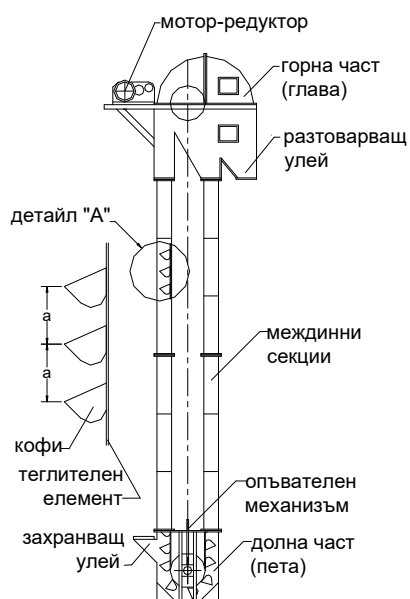
Опъвателните елементи на елеваторите са много облекчени, тъй като собствените тегла на подвижните части и долния вал с верижните колела (барабана) действат самоопъващо. Опъвателните устройства биват винтови, винтово-пружинни или лостови с тежести и опъват долния надлъжно местим лагер.

При елеватори с малка височина теглителният елемент не се нуждае от специални водачи в кожуха. При големи височини лентата се осигурява срещу напречни колебания посредством водачи, а веригата се води по цялата си дължина между два ъглови профила.

Кофите се различават конструктивно в зависимост от метода на разтоварване на елеватора. При центробежно разтоварване се прилагат кофи тип “АА” (табл.2.12). Те могат да се използват за лентови, едноверижни и двуверижни елеватори. Подходящи са за сухи, лесноподвижни, прахообразни и зърнести материали, или на дребни късове (цимент, пясък, чакъл). Монтират се винаги разединени една от друга.

Таблица 2.11
Класификация на елеваторите

Класификационен признак	Видове
Според вида на товарите	За насипни товари За единични товари
Според вида на носещия орган	Кофични Люлкови Вилкови
Според вида на трасето	Вертикални Наклонени
Според вида на теглещия елемент	Лентови Верижни

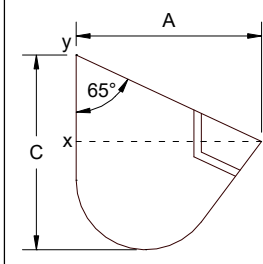


Фиг. 2.17. Схема на кофичен елеватор

При гравитационно разтоварване се прилагат кофи тип “MF” с остроъгълно дъно (табл.2.13) и с направляващ улей към долната стена. Монтират се винаги плътно долепени една до друга, като улеят, образуван от страниците на кофата и долната ѝ стена направлява материала при гравитационното му разтоварване. Могат да се свързват както към лента, така и към една или две вериги. Използват се за бавноходни вертикални или наклонени елеватори при транспорт на тежки, но лесно подвижни материали.

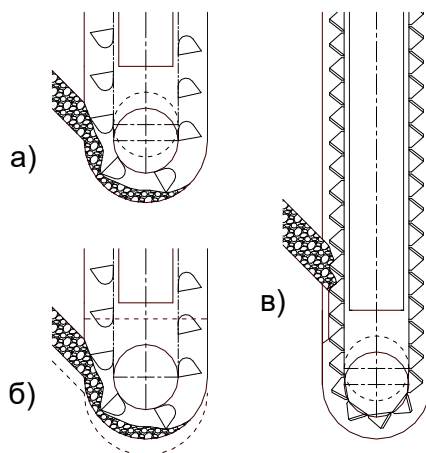
Таблица 2.12
Параметри на елеваторни кофи тип AA

Типо-размер	Размери, mm			Вместимост, dm ³		Маса, kg при $\delta=5$ mm
	B	A	C	x-x	x-y	
75	100	70	75	0.2	0.3	0.9
	125	90	95	0.4	0.6	1.4
100	150	100	110	0.6	0.9	1.8
	180	112	125	1.0	1.4	2.4
125	200	125	140	1.3	2.0	3.2
150	250	150	160	2.2	3.4	4.4
	280	150	160	2.4	3.8	4.7
	300	150	160	2.6	4.1	5.1
180	350	180	200	4.1	6.6	7.1
	380	180	200	4.4	7.0	7.5
	400	180	200	6.5	10.3	9.4
200	450	200	215	7.4	11.5	10.3
	500	200	215	8.2	12.8	11.2
	600	200	215	9.8	15.4	13.1



Основните размери на кофите са широчината B , отворът A и височината C , от която зависи и техният геометричен обем u , измерван по линията на пълнене $x - x$.

Пълненето на кофите при захранването на елеваторите зависи от няколко фактора: от вида на материала, от вида на кофите и разстоянието между тях, както и от разположението на захранващия улей. То може да става посредством загребване на материала от дъното на елеватора (фиг.2.18,а,б) или посредством директното му изсипване в кофите (фиг.2.18,в).



Фиг. 2.18. Начини за пълнене на кофите

Със загребване се пълнят предимно разединените една от друга кофи. Тъй като съпротивленията при загребване на материала натоварват силно връзката между кофите и теглителния елемент, което при лентовите елеватори е особено неблагоприятно, този начин на пълнене може да се приеме само при лесно подвижни прахообразни, зърнести или ситни материали. При това с

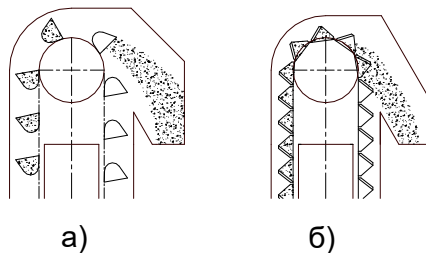
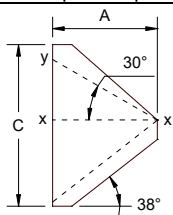
увеличение на дълбочината на кожуха под кофите делът на материала, който се загребва, става по-голям, а с това нарастват и съпротивленията. При нормално изпълнение на елеватора с неподвижна долна част на кожуха дълбочината му под кофите се променя с хода на опъване на долния барабан или верижни колела. В това отношение по-благоприятни са конструктивни изпълнения, при които опъването на теглителния елемент се осъществява посредством изместване на цялата долна част на кожуха (фиг.2.18,б), с което хлабината между кофите и кожуха остава винаги постоянна В такива случаи пълненето на кофите става обикновено смесено – една част от материала се насипва директно, а друга се загребва.

Директното насипване на материала в кофите се осигурява най-добре при долепени една до друга кофи и при разположение на захранващия улей в правата част на елеватора. При това в мястото на подаване на материала кофите трябва да се водят в зоната на улея плътно, с малки челни и странични хлабини. Това най-добре се постига при верижните елеватори, при които точното водене на веригите се решава лесно.

При пълненето на кофите материала трябва да се дозира точно, тъй като подаването на по-големи количества материал в сравнение със съответстващите на производителността на елеватора увеличават съпротивленията и могат да доведат до задръстване, респ. до изкривяване или откъсване на кофи, както и до скъсване на теглителния елемент. По тази причина елеваторите обикновено се захранват с различни видове подаватели или дозатори (вибрационни, секторни, лентови, винтови и др.), чрез които се регулира пълненето на кофите.

Таблица 2.13
Параметри на елеваторни кофи тип MF

Типо-размер	Размери, mm			Вместимост, dm ³		Маса, kg при $\delta=5$ mm
	B	A	C	x-y	x-x	
125	200	125	200	3.9	1.1	2.0
	250	125	200	4.6	1.4	2.5
150	225	150	235	5.4	1.9	3.3
	250	150	235	5.8	2.1	3.7
	280	150	235	6.2	2.3	4.1
	300	150	235	6.6	2.6	4.4
180	250	180	300	7.5	2.9	5.1
	300	180	300	8.4	3.5	6.2
	350	180	300	9.4	4.1	7.2
200	300	200	300	9.1	4.6	7.8
	350	200	300	10.1	5.4	9.2
	450	200	300	12.1	7.1	11.9
	500	200	300	13.1	7.6	13.3
250	450	250	380	16.4	10.7	18.7
	600	250	300	17.3	14.5	24.1
300	500	300	450	21.9	17.6	30.4
	600	300	450	25.1	21.1	36.7



Фиг. 2.19. Начини на разтоварване на кофите

Изпразването на кофите при разтоварването на елеваторите е възможно само в горната му част при обръщането на кофите около горния барабан или верижните колела. То става главно по два начина: *центробежно*, когато под действието на центробежните сили материалът се изхвърля директно в разтоварващия улей (фиг.2.19,а), и *гравитационно*, когато материалът се изсипва от кофите в улея под действието на собственото си тегло (фиг.2.19,б).

Технологичното изчисляване на елеваторите се извършва по приблизителни методи, като за целта са необходими следните изходни данни:

- интензивност на входящия поток в транспортъора λ , kg/m^3 ;
- вида на пренасяния материал с неговата транспортна характеристика – обемна маса ρ_o , t/m^3 и динамичен ъгъл на откоса β° ;
- височината на елеватора H , m;
- експлоатационни условия – параметри на работното време, условия на работа, начини за товарене и разтоварване, специални условия.

Търсените резултати при технологичното оразмеряване на елеваторите са размерите на кофата и мощност на задвижващия двигател.

Обемната производителност на елеватора се определя по формулата:

$$Q = 3,6 \frac{u}{a} \cdot v, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.35)$$

където

u е геометричния обем на една кофа, dm^3 ;

a - разстояние (стъпка) между отделните кофи, m;

v - скоростта на теглителния елемент, m/s.

Стъпката между кофите се определя по следните правила:

- при центробежно разтоварване: $a = (1,5 - 2,5) \cdot C$
- при гравитационно разтоварване: $a = C + (5 - 10) \text{ mm}$

Скоростта v на теглителния елемент при центробежно разтоварване се определя по формулата:

$$v = \omega \cdot R = \frac{2\pi \cdot n}{60} \cdot \frac{D}{2} = \frac{\pi \cdot D}{60} \cdot n, \quad \text{m/s} \quad (2.36)$$

Диаметъра D и оборотите n на задвижващия барабан (верижни колела) се избират по табл.2.14. При гравитационно разтоварване се ограничава максималния размер на скоростта, респективно минималния диаметър на барабана или верижните колела (табл.2.15).

Таблица 2.14

Обороти на барабана при центробежно разтоварване, n (min^{-1})

Типо-размер	Диаметър на барабана (верижни колела), mm										
	150	200	250	300	400	450	500	600	750	900	1000
75	85	77	71	66							
100			68	64	57						
125				62	55	53	51				
150					54	52	50	46			
180					53	51	49	46	42		
200							48	45	41	38	36
250								45	40	37	35

Таблица 2.15Обороти на барабана при гравитационно разтоварване, n (min^{-1})

Типо-размер	Размери, mm			a mm	D _{min} mm	n _{max} min ⁻¹
	B	A	C			
125	200	125	200	205	250	250
	250	125	200			
150	225	150	235	240	250	250
	250	150	235			
	280	150	235			
	300	150	235			
180	250	180	300	310	450	250
	300	180	300			
	350	180	300			
200	300	200	300	310	450	250
	350	200	300			
	450	200	300			
	500	200	300			

За изчисляване на експлоатационната норма на производителността се отчитат следите параметри на условията на работа:

- степен на напълване на кофите чрез коефициент k_u , който зависи от начина на зареждане на материала ($k_u = 0,8 \div 0,9$).
- използване на транспортъора по време чрез коефициент k_{th} .

Така за експлоатационната норма на производителността получаваме:

$$Q_{BU} = 3,6 \frac{u}{a} \cdot v \cdot k_u \cdot k_{th}, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.37)$$

Основния параметър на елеваторите е обема на кофата u , който се определя от условието за равенство на производителността и интензивността на входящия материален поток:

$$Q_{BU} = \lambda = 3,6 \frac{u}{a} \cdot v \cdot k_u \cdot k_{th}, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2.38)$$

От тук

$$u = \frac{Q_{BU} \cdot a}{3,6 \cdot v \cdot k_u \cdot k_{th}}, \quad \text{dm}^3 \quad (2.39)$$

По изчисления геометричен обем се определят основните размери на кофите – нейната широчина B и стъпката между тях. a . От таблиците се определят и другите два размера – отворът им A и височината C .

Мощността на задвижващия електродвигател се определя приблизително по формулата

$$P_e = \frac{Q_{BU} \cdot \rho_o}{367\eta} \cdot h, \quad \text{kW} \quad (2.40)$$

където

h е транспортната височина, m;

ρ_o - обемната плътност на материала, t/m^3 ;

2.3. Машини за цикличен транспорт

Общи положения. Машините за цикличен транспорт се характеризират с повтарящи се през определен интервал работни цикли и паузи между тях. Циклите на отделните видове транспортни средства са различни по времетраене и включват *натоварване, движение с товар* (пълен), *разтоварване* и *движение без товар* (връщане, празен) в изходно положение. При транспортния процес когато се налага промяна вида на транспортното средство се извършва така нареченото *претоварване*. Движението може да става в едната или в двете посоки, а транспортното трасе да е постоянно (релсов транспорт) или променливо (безрелсов транспорт). Също така тези транспортни средства могат да оперират с материала линейно, равнинно или пространствено.

При производството на бетонни смеси се използват основно следните подемно-транспортни машини с циклично действие:

- еднокосови товарачи;
- кари;
- самоходни бункери за бетон;
- кошови подемници.

Тези машини представляват една малка част от групата машини с циклично действие. По тази причина са дадени обобщено техните принадлежности към отделните видове по даден признак (табл.2.16).

Самоходните бункери и карите се използват главно за транспорт на бетон в рамките на предприятията от строителната индустрия. Тук са разгледани само товарачните машини и кошовите подемници

Таблица 2.16

Класификационна принадлежност на разглежданите машини

Класификационен признак от първи род	Класификационен признак от втори род	Разглеждани машини с циклично действие			
		Кари	Еднокосови товарачи	Бункери за бетон	Кошови подемници
Вид на транспортното трасе	Релсови			X	X
	Безрелсови	X	X		
Начин на опериране с материала	Линейно				X
	Равнинно				
	Пространствено	X	X	X	
Вид на извършвания процес	Транспортни			X	
	Подемно-транспортни	X	X		X

Еднокосови товарачи. Еднокосовите товарачи са самоходни, стрелови товаро-разтоварни машини с циклично действие и са предназначени основно за манипулиране на насипни товари подготвени на фигури както и на единични товари - дървени трупи, тръби, палети и др. Последното е възможно когато вместо кош се използват различни сменни приспособления: вилици, клещи, кука, двучелюстен кош и др.

При производството на бетонни смеси еднокошовите товарачи се използват в складовете за товарене на превозни средства при необходимост, пробутване на фракции за бетон или зареждане на бункери.

Еднокошовите товарачи могат да се класифицират по различни признаци (табл.2.17).

В световната практика най-голямо разпространение са получили фронталните товарачи на специално шаси. Те се отличават простота на конструкцията, универсалност по отношение на използване на сменни приспособления и унификация на типоразмерите по вместимост на коша (товароподемност).

Съществува една фамилия челни товарачи със задно окачване на стреловата система на колелен ход със странично завиване на принципа на верижните. Те са с малки габарит, обем на коша (до $0,5 \text{ m}^3$) и предназначени за товаро-разтоварни операции в ограничени пространства.

По-долу се разглеждат само челни товарачи на пневмоколелен ход. Те се състоят от базова машина и работно съоръжение (фиг.2.20). Базовата машина представлява специално шаси със ставна връзка на рамата. На предната част са монтирани предния мост и работното съоръжение. На задната част е разположена кабината за оператора и двигателя. Съвременните базови машини на товарачите се задвижват от дизелови двигатели с хидротрансмисии. Към трансмисията е куплирана и хидравличната помпа за управление на работното съоръжение. Работното съоръжение най-общо се състои от кош, стрела и опорна стойка (портал). Коша се присъединява чрез носач към стрелата и се управляват от лостова система с хидроцилиндри.

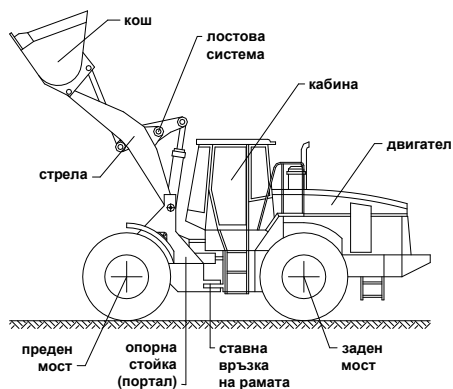
Основният работен орган на еднокошовите товарачи е обръщаемия кош. Съществуват различни конструкции кошове. Поради голямата разлика в обемните маси на насипните материали, се е наложила да се разработят няколко вида кошове – за тежък режим на работа (фиг.2.21,а), който е обикновено със зъби и за леки материали (фиг.2.21,б) с обемна маса под 1 t/m^3 .

Товароподемността се изразява с масата на материала, който товарачът може да манипулира за един работен цикъл. Товарачите имат гранична и номинална товароподемност.

Таблица. 2.17

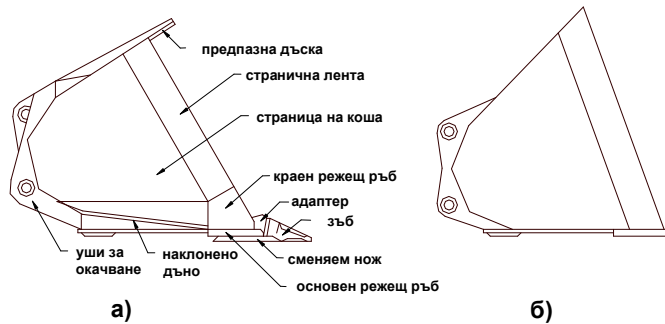
Видове еднокошови товарачи

Класификационен признак	Видове
Вид на ходовата част	Колелни Верижни
Кинематика на подемната уредба	С предно окачване Със задно окачване
Вместимост на коша	Малки – до $0,5 \text{ m}^3$ Средни – от $0,5$ до $2,0 \text{ m}^3$ Големи – от $2,0$ до $5,0 \text{ m}^3$ Свърх големи - над $5,0 \text{ m}^3$
Вид на базовата машина	Специално шаси Трактор или влекач
Посока на разтоварване на коша	Предно Странично Задно



Фиг.2.20. Схема на челен еднокошов товарач

Граничната товароподемност е равна на масата на товара, който при поставяне на най-големия обсег анулира реакцията в задните колела (най-отдалечените от коша) колела или натоварва предните (по-близостоящи до коша) колела с гранични натоварвания. Тя се дефинира в право положение q_0 и при граничен ъгъл на завиване q_α .



Фиг.2.21. Основни видове кошове за товари

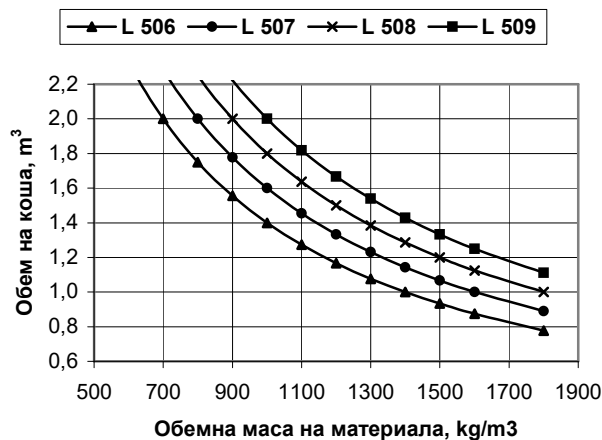
Номиналната товароподемност на еднокосови колелни товари се приема равна на 50% от граничната при завиване

$$q = 0,5 \cdot q_\alpha, \quad \text{kg} \quad (2.41)$$

От нея и обемната маса на материала се определя обема на коша

$$u = \frac{q}{\rho_0}, \quad \text{m}^3 \quad (2.42)$$

За всеки модел на еднокосовите товари, производителите дават данни за видовете кошове, които могат да се прикачват към тях. Това става чрез диаграми за зависимостта на вместимостта на коша от обемната маса на материала, съобразно товароподемността на машината. На фиг. 2.22 е дадена такава зависимост за четири модела еднокосови товари на фирмата "Liebherr".



Фиг. 2.22. Зависимост на обема на коша от обемната маса на материала

Избора на еднокосхов товарач се извършва при следните изходни данни:

- интензивност на материалния поток λ , m^3/h ;
- характеристика на манипулирания материал: вид, гранулометричен състав, размер на максималния къс, обемна маса ρ_o и коефициент на напълване k_u ;
- експлоатационни условия – параметри на работното време, условия на работа - начин на насипване (конвейер, булдозер, самосвал) и височина фигурата на материала, собствена или наета машина, квалификация на оператора;

Производителността на еднокосховите товарачи се определя, като се изхожда от общата формула за производителност на машини с циклично действие

$$Q = 3600 \cdot q \cdot n_c \quad \text{к-во/ч} \quad (2.43)$$

Като изразим количеството на пренасяния материал за един работен цикъл за конструктивната производителност получаваме

$$Q_0 = 3,6 \frac{q}{t_c}, \quad \text{t/h} \quad (2.44)$$

Продължителността на работния цикъл се определя по формулата

$$t_c = \sum_{i=1}^6 t_i, \quad \text{s} \quad (2.45)$$

Данни за определяне на отделните времена на работния цикъл са дадени в табл. 2.18 .

Експлоатационната производителност се определя отчитайки вида на материала (ρ_o , k_u), конкретните условия на работа с коефициент $k_c = 0,85 \div 0,95$ и коефициент за използване по време k_{th} и я означаваме по следния начин:

$$Q_{WL} = 3,6 \frac{u \cdot \rho_o}{t_c} k_u \cdot k_c \cdot k_{th}, \quad \text{t/h} \quad (2.46)$$

Като се вземе предвид обема на работите, вместимостта на коша се определя по формулата

$$u = \frac{\lambda \cdot t_c}{3,6 \cdot \rho_o \cdot k_u \cdot k_c \cdot k_{th}}, \quad m^3 \quad (2.47)$$

За този обем на коша се избира съответния модел товарач от табл. 2.19.

Таблица 2.18

Съдържание на работния цикъл на еднокосхов товарач

Озн.	Определяне	Описание на операциите
t_1	$t_1 = 5 \div 10$ s	Време за напълване на коша
t_2	от техн. характеристик.	Време за вдигане на коша
t_3	$t_3 = \frac{3,6 \cdot l}{v_1}$	Време за пренасяне на материала
t_4	от техн. характеристик.	Време за разтоварване на коша
t_5	от техн. характеристик.	Време за спускане на коша
t_6	$t_6 = t_3$	Време за връщане на товарача
l - транспортно разстояние, m v_1 - скорост на движение на първа предавка, km/h		

Таблица 2.19

Технически параметри на еднокосови товарачи

Параметри	Liebherr			DRESSTA			Volvo		
	L 508	L 514	L 524	510 E	515 E	520 E	L35B	L70D	L90D
u (m ³)	1,0	1,5	2,0	1,1	1,53	1,91	1,0	1,6	2,2
q _a , kg	3895	5305	7000	4920	5800	8790	3950	7240	8990
v ₁ , km/h	6	8	8	6,6	4,1	4,4	6	7	7
t ₂ , s	4,5	4,5	6,5	5,6	5,5	5,9	5,5	5,1	5,5
t ₄ , s	1,5	1,5	2,0	1,26	1,4	1,5	1,5	1,3	1,9
t ₅ , s	3,4	3,0	5,0	4,2	3,5	3,7	3,5	3,0	2,3
A, mm	2480	2825	2850	2740	2740	2870	2640	3040	2760
C, mm	2950	3450	3510	3430	3560	3670	3115	3580	3680
X, mm	885	835	870	910	1040	940	750	900	1230
Y, mm	4010	4690	4840	-	-	-	4270	5010	5390
J, mm	-	-	-	330	356	422	200	440	430
E, mm	325	385	520	395	428	452	445	430	360
Wb, mm	2150	2600	2700	2460	2540	2770	2150	2840	3000
a°	42	45	45	45	45	45	45	45	45
c°	52	63	60	-	-	-	66	56	57
α°	28	28	40	40	40	40	40	40	40
Wt, mm	-	-	-	1820	1820	1930	1532	1860	1960
r, mm	-	-	-	-	-	-	1980	2710	3250
R, mm	-	-	-	4550	4700	5110	3960	5100	5370
Rl, mm	-	-	-	4930	5160	5590	8670	11070	11930
L, mm	5240	6160	6835	5590	6120	7008	5300	6950	7770
B, mm	-	-	-	2260	2350	2480	1932	2390	2490
H, mm	2700	3025	3150	3090	3120	3330	2715	3210	3240
m, kg	5310	7720	10100	7800	8790	11480	5900	10870	15270

Кошови подемници. Кошовите подемници са подемно-транспортни машини, с циклично действие, предназначени за вертикално или близко до вертикално преместване на насипни материали. При производството на бетонни смеси кошовите подемници се използват за подаване на фракциите или за тяхното дозиране и подаване в бетоносмесителите.

Кошовите подемници могат да се класифицират по различни признаци (табл.2.20).

Кошовия подемник се състои от два направляващи профила, разположени вертикално или под известен ъгъл, по които с помощта на ролки се премества кошът. Коша се издига с товароподемно въже. Последното е окачено ставно за коша и се навива на барабана на товароподемната лебедка по различна кинематична схема. Кошът се разтоварва в определена позиция чрез отваряне на дъното или чрез обръщане.

Таблица 2.20

Видове кошови подемници

Класификационен признак	Видове
Конфигурация на направляващите елементи	Наклонени Вертикални
Начин на разтоварване на коша	С отварящо дъно Чрез завъртане на коша
Механизъм за повдигане	Еднобарабанна лебедка Двубарабанна лебедка
Вид на коша	Отворен тип Затворен тип (крушообразен)

Конструктивните и експлоатационни качества на кошовите подемници се характеризират с определени технически параметри:

Товароподемност q - масата на материала, която подемника може да повдигне за един работен цикъл.

Обем на коша u - полезната (работна) вместимост на коша. Обикновено обема на коша се приема равен на работния обем на бетоносмесителя, който кошовият подемник обслужва.

Височина на подема h - разстояние по вертикалата от нивото на зареждане до нивото на разтоварване на коша.

Скорост на подема (спускане) $v_u(v_o)$ - скорост на движение на коша нагоре (надолу).

Хоризонтален обхват l_x - максималното разстояние по хоризонтала между центровете на пълнене и разтоварване на коша.

Ъгъл на водачите δ° - ъгълът заключен между хоризонта и наклона на водачите (релсовия път) на коша.

Инсталирана мощност P - сумарната мощност на електродвигателите на подемника.

Производителност Q_{HL} - определя се с обема (масата) на товарите преместени за единица време, но в случая се определят броя на циклите за единица време. Това се налага поради лимитирането на вместимостта на коша съобразно обема на бетоносмесителя. При това положение броя на циклите на подемника трябва да удовлетворяват условието:

$$n_c = 3600 \frac{1}{t_c} \geq n_{cmix} \quad (2.48)$$

Продължителността на работния цикъл се определя по формулата

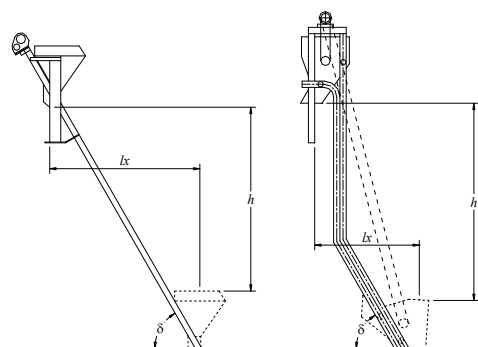
$$t_c = t_a + t_e + \frac{v_u + v_o}{v_u \cdot v_o} l, \quad s \quad (2.49)$$

където

t_a е времето за натоварване на коша, s;

t_e - времето за разтоварване на коша, s.

При съвременните бетоносмесителни системи кошовия подемник и бетоносмесителната машина са оформени в общ модул, който в някои случаи включва и дозатора за цимент и съответните филтри за обезпрашаване. В табл. 3.21 и 3.22 са дадени данни за кошови подемници.



Фиг. 2.23. Кошови подемници

Таблица 2.21*Кошови подедници Тека (Германия)*

Показатели	Мярка	Модели						
		500	750	1125	1500	1875	2250	3000
Обем на бетоносмесителя	l	800	1200	1800	2400	3000	3600	4800
Вместимост на бетоносмесителя	kg	750	1100	1650	2200	2700	3250	4300
Товароподемност	kg	0,33	0,4	0,4	0,4	0,36	0,4	0,36
Скорост на движение	m/s	5,5	7,5	11	15	16,5	20,5	20,5
Инсталирана мощност	kW	800	1400	1700	2100	2200	3000	4000
Собствена маса	kg							

Таблица 2.22*Кошови подедници Skako (Дания)*

Показатели	Мярка	Модели				
		SH750	SH1125	SH1500	SH2250	SH3000
Обем на коша	l	750	1125	1500	2250	3000
Товароподемност	kg	975	1475	1950	2925	3900
Скорост на движение нагоре	m/s	0,41	0,32/0,41		0,32/0,41	
Скорост на движение надолу	m/s	0,41/0,83	0,32/0,41/0,83		0,32/0,41/0,83	
Инсталирана мощност	kW	7,5	7,5/11		2x7,5/2x11	
Собствена маса	kg	950	1650	1650	3400	3400

2.4. Автомобилен транспорт

Автомобилния транспорт придобива все по-голямо приложение благодарение на развитие на пътната мрежа и повишаване на основните му експлоатационни параметри – товароносимост и скорост, които пряко влияят на неговата производителност.

При производството на бетонни смеси се използват товарни автомобили за превоз за материали и готова продукция.

Товарен автомобил - колелна транспортна машина, предназначена за превозване товари, теглене на ремаркета и полуремаркета или за извършване на определени видове работи при специално оборудване на автомобила.

Влекач - автомобил, предназначени за постоянна работа с ремаркета или за теглене на пътни превозни средства

Седлови влекач – автомобил, предназначен за постоянна работа с полуремаркета.

Ремарке – пътно превозно средство, предназначено да бъде теглено от моторно превозно средство.

Полуремарке – пътно превозно средство, което се прикачва към седлови влекач така, че част от него лежи на седлото на влекача и значителна част от неговата маса и от масата на неговия товар се носят от влекача.

Автомобилен състав – механично свързани влекач и ремарке (ремаркета).

Съчленен състав – състав от седлови влекач и полуремарке.

Товароносимост – максималната обща маса на товара, който товарният автомобил конструктивно е предназначен да превозва.

Маса без товар – масата на автомобилното шаси и каросерията без водач и товар, но с цялото количество гориво, необходимия комплект инструменти и принадлежности.

Маса с товар – общата маса на автомобила (автомобилно шаси и каросерията) и товара.

Максимално допустима маса – масата с товар, определена за допустима от компетентните органи.

Натоварване на ос – частта от масата с товар, която се носи от всяка ос на автомобила.

Колелна формула – числово изражение на общият брой колела по колооси и броя на задвижващите колела, като при сдвоени колела на осите броя се дава след дробна черта: 4x2; 4x2/2; 4x4; 6x4; 6x4/2; 6x4/4; 6x6; 8x4 и т.н.

Габарити – максимални размери на товарните автомобили, автомобилни и съчленени състави. Те се регламентират и определят с различни нормативни документи (напр. ППЗДП, ISO 612).

Към товарните автомобили се отнасят автомобилите, ремаркетата и полуремаркетата. Те се различават по товароносимост, а в зависимост от устройството на каросерията и други конструктивни особености, определящи характера на тяхното използване и се подразделят на товарни автомобили с общо предназначение и специализирано предназначение (табл.2.23).

Автомобилите, ремаркетата и полуремаркетата с общо предназначение имат *необръщаща се каросерия и се използват за превоз на всички видове товари освен течните без опаковка.*

Автомобилите със специализирано предназначение включват автомобилите, ремаркетата и полуремаркетата за превоз на определени видове товари или оборудвани с допълнителни механизми.

Общата маса характеризира фактическата работа извършвана от автомобила (състава) и въздействието на автомобила или автомобилния състав на пътната настилка. Обикновено подлежи на контрол от държавната администрация. Определя се по следния начин

$$GVW = m_a + m_b + m_c, \text{ kg} \quad (2.50)$$

където

m_a е собствената маса на автомобилното шаси, kg;

Таблица 2.23
Видове товарни автомобили

Товарни автомобили	Товарни автомобили с общо предназначение	Бордови автомобили
	Товарни автомобили със специализирано предназначение	Седлови влекачи
Ремаркета		
Полуремаркета		
Автомобили-самосвали		
Автоциментовози		
Автобетоновози		
Авторазтворовози		
Автобетоносмесители		
Фургони		
Цистерни		
Тежкотоварни ремаркета и полуремаркета		
Ремаркета-самосвали		
Полуремаркета-самосвали		

m_b - маса на каросерията, kg;

m_c - маса на полезния товар, kg.

Товароносимостта е параметър, който определя производителността на автомобила. Като показател не се дава от производителя, тъй като зависи от вида на товара и каросерията на автомобила и по този начин за едно и също автомобилно шаси тя е променлива величина.

Товарните автомобили по товароносимост се класифицират като:

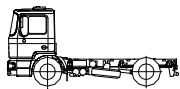
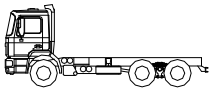
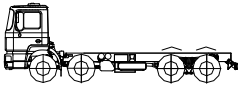
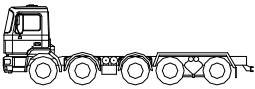
- лекотоварни $m_c \leq 0,5 \text{ t}$;
- с малка товароносимост $m_c = 1 - 1,5 \text{ t}$;
- със средна товароносимост $m_c = 3 - 5 \text{ t}$;
- с голяма товароносимост $m_c = 8 - 13 \text{ t}$;
- с много голяма товароносимост $m_c > 13 \text{ t}$.

Максималното допустимо общо натоварване на единична ос не може да превишава 10 t. При сдвоени оси натоварването не трябва да превишава стойностите дадени по-долу, при разстояние между осите:

- 501-1000 mm - 12 t;
- 1001-1300 mm - 14 t;
- 1301-1800 mm - 16 t;
- >1800 mm - 18 t.

Таблица 2.24

Основни схеми на автомобилни шасита

Автомобилно шаси	Колелна формула	<i>GVW</i> kg	m_a kg	$m_b + m_c$ kg
	4x2 4x2/2 4x4	18000	6000	12000
	6x4 6x4/2 6x4/4 6x6	24000	7000	17000
	8x4/4 8x6/4 8x8/4	32000	10000	22000
	10x4/4 10x8/4	48000	14000	34000

Габаритите на автомобилите и товарните състави имат следните ограничения:

- по ширина (без външното огледало) - 2,5 m;
- по височина (включително товара) - 4 m;
- по дължина: единичен автомобил - 12 m;
- седлови състав - 16,5 m;
- автомобилен състав: с едно ремарке - 20 m;
- с две ремаркета - 22 m.

Избор на подвижен състав. Избора на ефективно превозно средство е важна задача на организацията на автомобилните превози.

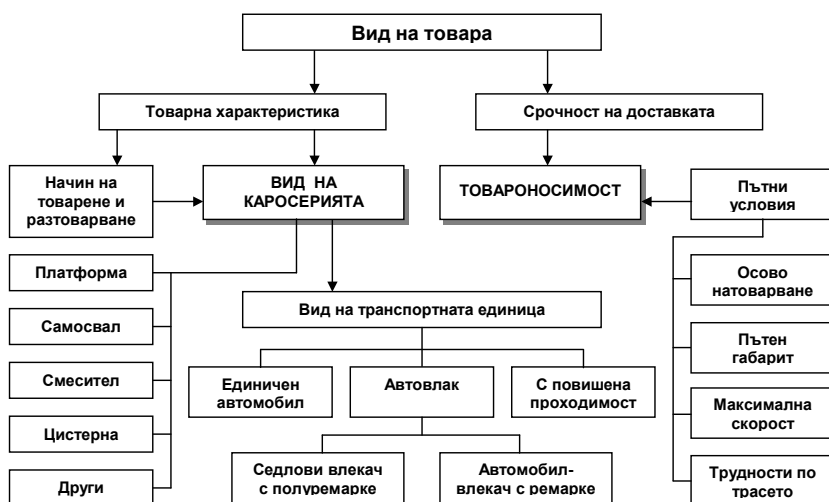
Технико-икономическите показатели за работата на автомобила се определят от организацията на превозите и неговите експлоатационни параметри: товароносимост (товаровместимост), използване на собствената маса (тарата), скоростни характеристики, безопасност на движението, разход на гориво, дълговечност и надеждност, проходимост, удобства на експлоатацията, ремонтна пригодност.

При избора на подвижен състав се решават две взаимно свързани задачи (фиг.2.24) – определяне на неговата специализация (вид на каросерията) и изборна подходяща товароносимост.

Към основните технически фактори, които влияят при избора на подходящ подвижен състав за автомобилни превози, спадат:

Характеристика на транспортираните товари. Това е един от главните фактори, който обуславя вида на подвижния състав. При това се отчитат следните елементи:

- агрегатно състояние: твърдо, течно, газообразно;
- специални свойства;
- начин на транспортиране: насипно, в опаковка, единично;
- габарити: дължина, ширина, височина;
- маса на товара: обемна маса, маса бруто, маса нето.



Фиг. 2.24. Схема за избор на автомобилен подвижен състав

Изисквания към конструкцията на автомобила. Тези изисквания произлизат непосредствено от параметрите на товара. В най-общ вид това са:

- изисквания към каросерията: платформа (открита каросерия), фургон (закрита каросерия), цистерна, бетоносмесител;
- изисквания за защита на материала: защита от механически и атмосферни влияния, постоянен температурен режим, защита от количествени загуби;
- изисквания за подпорни точки на товара: две опорни точки, три опорни точки, опиране по цялата опорна площ;
- изисквания към геометричните параметри: габарити, база, височина на натоварване, пътен просвет, вътрешни размери на каросерията;
- изисквания към параметрите за маса: товароносимост, собствена маса (тара), пълна маса, натоварване на осите.

Особености на конструкцията на автомобила Конструкцията на каросерията се определя от нейния вид и наличието на специални помощни устройства и съоръжения. При това се отчитат следните особености:

- приспособеност към товарене и разтоварване: отваряеми страници, задни и странични врати, самосвален механизъм, устройство за саморазтоварване;
- допълнителни елементи: тента, топлоизолация, специално окачване, подгряване на каросерията, смесително устройство
- конструкция на рамата: за разпределен товар, за концентриран товар;
- вписване и проходимост: завиващи оси, удължаване на рамата, задвижващи оси;
- параметри на ходовата част: колелна формула, бройна осите, брой на колелата, размери на гумите.

Условия на превоза и околната среда. Технологиията на транспортния процес и условията на околната среда също оказват влияние при приложението на един или друг тип автомобил. Елементите на този фактор са:

- технология на процес(а): твърдо, течно, газообразно;
- климатични условия: валежи, температура;
- пътни условия: широчина на пътното платно, ограничения на габарита (врати, надлези, мостове), наличие на алтернативно трасе, възможност за маневри и обръщане, състояние на пътната настилка;
- нормативни условия: изисквания на нормативни документи, стандарти, регламенти на надзорни органи;

Необходимия брой товарни автомобили се определя при следните изходни данни:

- интензивност на материалния поток λ , t/h;
- характеристика на манипулирания материал: вид, гранулометричен състав, размер на максималния къс, обемна маса ρ_o и коефициент на напълване k_u ;

- експлоатационни условия – параметри на работното време, условия на работа - начин на натоварване (бункер, товарачна машина) и начин на разтоварване.

Производителността на товарните автомобили се определя, като се изхожда от общата формула за производителност на машини с циклично действие

$$Q = 3600 \cdot q \cdot n_c \quad \text{к-во/h}$$

Като изразим количеството на транспортираните товари за един работен цикъл чрез товарносимостта за конструктивната производителност получаваме

$$Q = 60 \frac{m_c}{t_c}, \quad \text{t/h} \quad (2.51)$$

Продължителността на работния цикъл се определя по формулата

$$t_c = t_a + t_e + 60 \frac{v_u + v_o}{v_u \cdot v_o} l, \quad \text{min} \quad (2.52)$$

където

t_a - времето за натоварване на автомобила, min;

t_e - времето за разтоварване на автомобила, min;

v_u - скорост на движение с товар, km/h;

v_o - скорост на движение без товар, km/h;

l - транспортно разстояние, km.

Експлоатационната производителност се определя отчитайки вида на превозвания материал (ρ_o, k_u), конкретните условия на работа с коефициент $k_c = 0,85 \div 0,95$ и коефициент за използване по време k_{th} и я означаваме по следния начин:

$$Q_{TR} = 60 \frac{u \cdot \rho_o}{t_c} k_u \cdot k_c \cdot k_{th}, \quad \text{t/h} \quad (2.53)$$

като товарносимостта е изразена чрез работния обем на каросерията и обемната маса на материала $m_c = u \cdot \rho_o$.

Като се вземе предвид обема на работите, броя на товарните автомобили, обслужващи процеса е

$$N_{TR} = \frac{\lambda}{Q_{TR}}, \quad \text{бр.} \quad (2.54)$$

В зависимост от единицата мярка на превозвания материал се работи с обемна или масова производителност на автомобила. Както се вижда от формула 2.52 производителността на товарния автомобил зависи правопрпорционално от неговата товарносимост или работния обем на каросерията. Това води до постоянно увеличаване на товарносимостта на автомобилите. Последното става чрез увеличаване броя на осите на автомобилното шаси и използване на автомобилни и седлови състави.