

## Глава 2

# СИСТЕМА ТРАНСПОРТУВАННЯ

Навчальна мета глави: спираючись на матеріали глави, студент повинен знати основні відомості про систему транспортування і складування сировини, напівфабрикатів і готових виробів на підприємстві; вміти виконувати вибір і розрахунок внутрішньоцехового транспорту

### 2.1. Транспортна система

Ефективність виробничого процесу багато в чому залежить від способу реалізації транспортування, оскільки транспортні операції є безпосереднім вираженням зв'язків між окремими етапами технологічного процесу. Транспортна система повинна своєчасно і в необхідній послідовності забезпечувати виконання всіх запитів технологічного обладнання, накопичувачів і складу в необхідних матеріалах і продукції. Правильне компонування і планування цехів і обладнання в них (обладнання і виробничі ділянки розташовані по ходу технологічного процесу) дозволяє позбавитися від зайвих переміщень вантажів, поворотних рухів вантажів, що різко скорочує маршрути руху вантажів.

**Вантажооб'єм** (загальний) – це загальна (сумарна) кількість вантажів, яку необхідно перемістити на підприємстві за визначений проміжок часу (добу, тиждень, декаду, місяць, квартал, рік тощо). Одним із показників організації виробничого процесу є **вантажопотік**, під яким розуміють суму однорідних вантажів (у тоннах, штуках), що переміщуються в певному напрямі між окремими пунктами навантаження і розвантаження в одиницю часу (годину, зміну, добу тощо). Вантажопотоки розрізняють за виглядом вантажів, напрямом переміщення і інтенсивністю вантажопотоку. **Інтенсивність вантажопотоку** – число транспортних переміщень через дану ділянку за одиницю часу.

Основне призначення транспортної системи:

- доставка вантажів на підприємство;
- доставка зі складу в необхідний момент часу до необхідної виробничої ділянки вантажів;
- доставка, орієнтування і установка блоків, слябів або плит в необхідний момент часу на необхідне технологічне обладнання;

- знімання слябів або плит з обладнання і подальше транспортування їх в задане місце;
- відправка в накопичувач вантажів і видача їх з накопичувача в необхідний момент часу;
- доставка слябів або готових виробів з виробничих ділянок на склад.

За основу проектування транспортної системи беруть *схему транспортних зв'язків* виробництва, на якій указують вантажопотоки між технологічним обладнанням, накопичувачами, виробничими ділянками і складами, тобто необхідно побудувати внутрішньоцехову схему транспортних зв'язків, що показує вантажопотоки між виробничими ділянками і складами, і міжопераційні схеми транспортних зв'язків виробничих ділянок. Для побудови внутрішньоцехової схеми транспортних зв'язків треба знати технологічні процеси виготовлення продукції, що визначають послідовність проходження вантажів між виробничими ділянками, попереднє компонування цеху і вантажообіг по цеху, габаритні розміри і масу вантажів, вимоги до умов їх переміщення. На останньому етапі проектування виробництва при остаточному компонуванні цеху може виникнути необхідність внесення коректив в схему транспортних зв'язків, що неминуче внаслідок ітеративності дій при проектуванні.

Для визначення вантажообігу по цеху необхідно виявити потребу в основних і допоміжних матеріалах, заготовках, напівфабрикатах і виробах в тоннах на всю програму випуску для кожної виробничої ділянки, а також програму випуску напівфабрикатів, готових виробів у тоннах з кожної виробничої ділянки. Якщо транспортна система повинна доставляти на виробничі ділянки інструмент, технологічне оснащення, то при визначенні загального вантажопотоку необхідно враховувати і їх масу. Вантажопотоки наносять на компоновки у вигляді смуг, ширина яких пропорційна їх значенню (т/добу або т/рік), що вказуються на кожному вантажопотоці цифрами. Для більшої наочності вантажопотоки зображають штрихуванням різного кольору або забарвлюють кольором, що відповідає тому або іншому роду вантажу; напрям вантажопотоків, який повинен відповідати фактичній трасі руху вантажів, указують стрілками в місцях входу і виходу, а при великому числі вантажопотоків також на всій їх протяжності.

Схема вантажопотоків є базою для розробки технологічних процесів транспортних робіт, а також вибору вигляду, числа і основних технічних параметрів засобів транспортування. При проектуванні виконують декілька варіантів схем вантажопотоків і вибирають

оптимальний. Оптимальна транспортно-технологічна схема повинна забезпечувати:

- мінімальне число дійсно необхідних операцій;
- мінімальні відстані транспортування і число переваловань вантажів;
- автоматизацію кожної операції та всього процесу транспортування;
- максимально можливе поєднання підйомно-транспортних операцій з операціями виготовлення виробів;
- використання для автоматизації процесів прогресивних високопродуктивних засобів;
- однотипність засобів автоматизації процесів транспортування;
- малу кількість перетинів і розгалужень;
- вимоги охорони праці;
- економічну ефективність і ремонтпридатність.

Після складання транспортних зв'язків виробничого процесу переходять до розробки технологічного процесу транспортування. Під **технологічним процесом транспортування** розуміють частини виробничого процесу, під час яких відбувається зміна просторового положення об'єкта виробництва (матеріал, заготовка, напівфабрикат, виріб) без зміни його якості. Технологічний процес транспортування складається з ряду операцій, що виконуються в певній послідовності. Це, наприклад, навантаження, транспортування, розвантаження, перевантаження, перекладання, кантування і завантаження. За можливості прагнуть використовувати типові технологічні процеси, які розробляють для групи матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, виробів, що має спільність маршруту переміщення, складу транспортних партій, умов захоплення вантажних одиниць, структури стиків між технологічними, контрольно-обліковими, складськими операціями і операціями переміщення, послідовності виконання операцій переміщення. Звичайно розробляють маршрутні та операційні карти технологічного процесу транспортування, на основі яких визначають час транспортування для вибраного типажу транспортного обладнання.

На камінеобробних підприємствах можуть використовуватися такі види внутрішньоцехового і складського транспорту:

- **універсальні автовантажувачі** з приводом від двигунів внутрішнього згоряння, їх використовують для роботи на відкритих майданчиках або в добре вентильованих приміщеннях з відстанню транспортування вантажів до 200 м;
- **універсальні електровантажувачі** з приводом від акумуляторних батарей, їх використовують переважно для

перевантажувальних робіт в закритих приміщеннях з відстанню транспортування до 100–120 м;

- **навантажувачі з фронтальним висувним вантажопідійомником (електроштабелери)**, їх використовують для складських робіт, вони більш маневрені, але поступаються за швидкісними характеристиками і прохідністю універсальним навантажувачам, їх відстань транспортування – до 50 м, висота підйому вантажу 6–8 м, для спеціальних виконань – 15–20 м;

- **навантажувачі з бічним висувним вантажопідійомником**, їх використовують для перевантаження великотоннажних контейнерів, довгомірні вантажі (пиломатеріали, прокат, залізобетонні вироби тощо). Можуть мати малу вантажопідійомність (обладнані приводом від акумуляторних батарей) і велику (до 40–60 т) вантажопідійомності (обладнані приводом від двигунів внутрішнього згорання). Довжина транспортування залежить від виду приводу і вантажопідійомності та може досягати 1000 м і більше;

- **електровізки**, можуть бути обладнані підійомною платформою або вилами, перекидним кузовом або ковшем, нерухомою платформою, їх використовують для транспортування на відстань 100 м і більше;

- **електротягачі і автотягачі**, їх використовують для транспортування вантажів на візках або зчіпках на відстані 100–1000 м. Вони характеризуються величиною тягового зусилля від 0,250 до 5000 кН і вище.

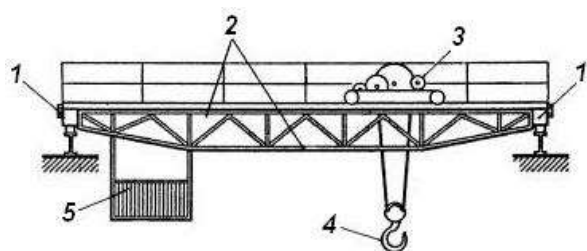
Автонавантажувачі порівняно з ідентичними за вантажопідійомністю електронавантажувачами мають підвищені швидкості підйому в 2–2,5 і пересування в 2–5 разів. Вони призначені для роботи в більш важких дорожніх умовах і мають менше обмежень щодо прохідності. Використання в механізмах пересування гідromуфт, гідротрансформаторів, гідродвигунів і дизель-електричного приводу суттєво покращує тягові характеристики машин і умови роботи водія. Сфера застосування автонавантажувачів обмежується шкідливими діями вихлопних газів, що практично не дозволяє їх використовувати у закритих, погано вентильованих приміщеннях.

## 2.2. Вибір внутрішньоцехового транспорту

На каменеобробних підприємствах проводяться технологічні операції з переміщенням вантажів з великим діапазоном мас і відстаней переміщення. Залежно від маси вантажів, відстаней і напрямів їх переміщення для різних технологічних операцій вибираються відповідні підійомно-транспортні машини і пристрої. Залежно від

потужності підприємства, виду порід, що переробляються, розташування виробничих і допоміжних цехів на каменеобробних підприємствах застосовується декілька типів машин і схем транспортування вантажів. Підйомно-транспортні машини і пристрої можуть бути як загального, так і спеціального призначення.

Як вантажопідйомні механізми використовуються мостові крани (кран-балки) (рис. 2.1, табл. 2.1), консольні (настінні) крани (рис. 2.2–2.3, табл. 2.2–2.3), тельфери (електроталі) (рис. 2.4, табл. 2.4) і талі (рис. 2.5, табл. 2.5) всередині виробничих цехів, мостові чи козлові крани (рис. 2.6, табл. 2.6) на колонах – на відкритих складах сировини та готової продукції.



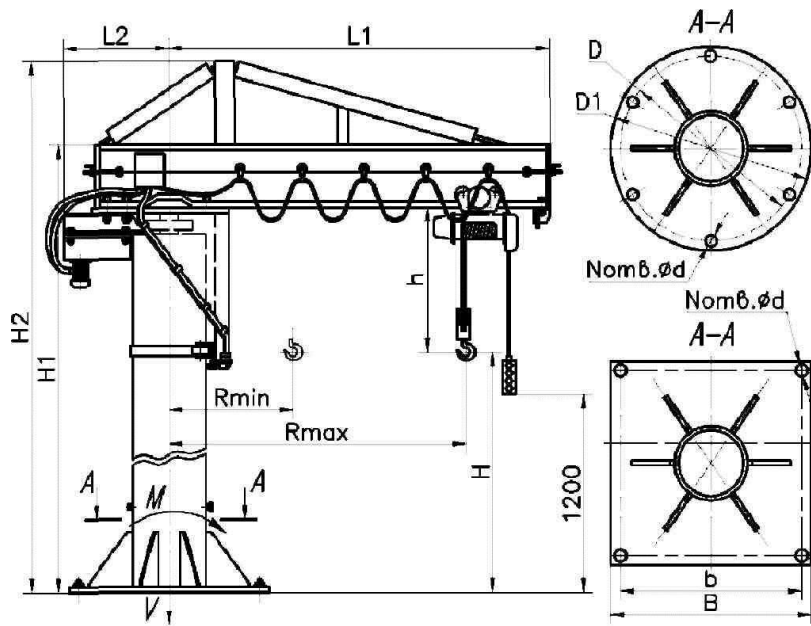
**Рис. 2.1. Мостовий кран:**

- 1 – поперечні (кінцеві) балки; 2 – мостова поздовжня балка;
- 3 – вантажний візок;
- 4 – гакова підвіска;
- 5 – кабіна

Таблиця 2.1

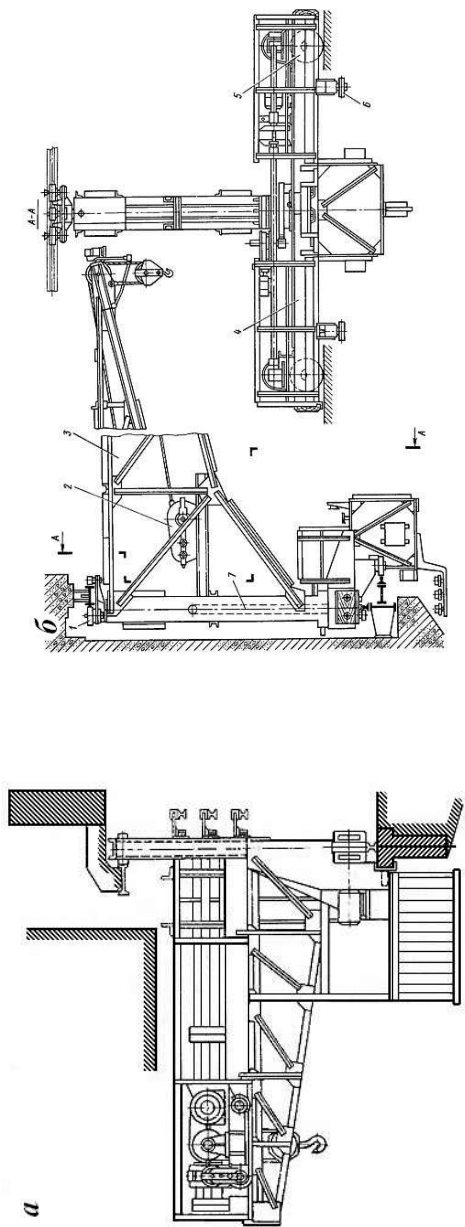
**Технічні характеристики мостових кранів**

Найменування показників	Значення при вантажопідйомності крана Q, т					
	Q = 5	Q = 10	Q = 12,5	Q = 16/3,2	Q = 20/5	Q = 32,5
Проліт мосту, м	7...34,5	7...34,5	10,5...34,5	7...34,5	10,5...34,5	10,5...34,5
Висота підйому вантажу, м	16	16	16	16	8; 12	12
Швидкість, м/хв.:						
- підйому головним механізмом	10	8	8	8	8	8
- підйому допоміжним механізмом	–	–	–	20	20	20
- пересування візка	40	40	40	40	40	40
- пересування крана	80	80	80	80	80	80
Потужність механізму електродвигуна, кВт:						
- головного підйому	9	17,5	26	18	36	37
- допоміжного підйому	–	–	–	13	17,5	15
- пересування візка	1,7	2,7	4,1	4,1	4,1	5
- пересування крана	4,2x2	4,1x2	9x2	9x2	9x2	11x2
Маса крана, т	8,7...23	10,4...26,9	16,6...42	16,1...34,8	19,5...51	25,6...59



**Рис. 2.2.** Кран консольний електричний стаціонарний на колоні з механічним поворотом консолі

Однією з раціональних схем подачі крупних блоків на розпилювання є транспортування їх верстатними візками безпосередньо зі складу сировини, з використанням передавального візка (електролафета) (табл. 2.7). Передавальний візок переміщується вздовж фронту розпилювальних верстатів по рейковому шляху за допомогою лебідок (табл. 2.8) і дозволяє обслуговувати до 30 штрипових верстатів, що працюють з дробом, або до 10 алмазно-штрипових і дискових верстатів, що оброблюють середньо- і маломіцні породи. Залежно від типів розпилювальних верстатів вантажопідйомність верстатних візків складає 20–60 т. Навантаження блоків на верстатні візки виконується кранами. Застосування вказаної схеми транспортування блоків в робочий простір розпилювальних верстатів дозволяє завчасно готувати ставки блоків, внаслідок чого знижуються простой розпилювальних верстатів у процесі вантажеобмінних операцій.



**Рис. 2.3. Кран консольний настінний пересувний:**

*а* – неповоротний; *б* – поворотний; 1 – верхні горизонтальні ролики; 2 – механізм підйому вантажу; 3 – консоль крана; 5 – ходові колеса; 4 – візок крана; 6 – нижні горизонтальні ролики; 7 – колона, відносно якої повертається консоль крана

Таблиця 2.2

## Основні технічні характеристики консольних кранів з ручним поворотом консолі

Вантажопід- йомність, т	Виліт		Висота підйому, Н, мм	Відстань від осі обертання до кінця консолі L1, мм, не більше	h, мм	Висота крана		Статичне навантаження на будівельну конструкцію, не більше		Констру- ктивна маса, кг, не більше	Розміри кріплення, мм			
	Rмін, мм	Rмакс, мм				H1, мм, не більше	H2, мм, не більше	верт. V, кН	момент M, кН·м		D1	D	d	N
0,25	550	2500	2,0-6,0	2910	550	2,79-6,79	-	13,00	9,00	1010	850	700	27	6
		3200	3610	14,00				12,50	1044					
		4000	4410	15,00				16,50	1155					
		5000	5410	16,00				20,00	1210					
0,50	700	6300	5,0-6,3	6710	780	3,02-6,02	-	18,00	30,50	1350	1050	900	33	
		2500	2870	16,50				16,00	1130					
		3200	3570	17,00				23,00	1168					
		4000	4370	17,50				31,00	1234					
1,00	750	5000	4,0-5,0	5370	855	6,02-7,32	-	18,00	38,00	1284	1050	900	33	6
		6300	6670	22,50				51,00	1500					
		2500	2920	23,00				31,00	1330					
		3200	3620	23,00				45,00	1370					
2,00	750	4000	2,0-4,0	4420	1150	3,216-6,216	-	28,10	59,50	1540	1250	1100	40	8
		5000	5420	31,60				72,50	1600					
		6300	6720	34,60				93,00	1744					
		2500	2970	37,20				60,00	1610					
2,00	4000	3200	2,0-5,0	3670	1150	3,61-6,61	-	40,20	80,00	1881	1250	1100	40	8
		4000	4470	43,20				108,00	2140					



Таблиця 2.3

## Основні технічні характеристики консольних кранів з механічним поворотом консолі

Вантажо- підйомність, т	Випіл		Висота підйому, Н, мм	Відстань від осі обертання до кінця консолі L1, мм, не більше	L2, мм, не більш є	h, мм	Висота крана		Статичне навантаження на будівельну конструкцію, не більше	Кон- структи вна маса, кг, не більше	Розміри кріплення, мм			
	Rmin, мм	Rmax, мм					H1, мм, не більше	H2, мм, не більше			DI	D	d	N
0,50	2500		2,0-4,0	2870				3,02-5,02	18,00	16,00	1245	900	33	6
	3200			3570				-	18,50	23,00	1346			
	4000	700	2,0-4,0	4370	860	780		3,02-5,02	19,50	31,00	1436	1050		
	5000		4,0-5,0	5370				5,02-6,02	20,10	38,00	1506			
	6300		5,0-6,3	6670				6,02-7,32	26,00	51,00	2063	1250	1100	40
1,00	2500		2,0-5,0	2920				3,155-6,155	24,90	31,00	1453	900	33	6
	3200			3620				-	25,30	45,00	1491			
	4000	750	2,0-4,0	4420	860	855		3,215-5,215	31,60	59,00	2018	1050		
	5000		4,0-5,0	5420				5,215-6,215	34,60	72,00	2415			
	6300		5,0-6,3	6720				6,215-7,515	37,60	93,00	2700	1250	1100	40
2,00	2500		2,0-5,0	2970				3,51-6,51	43,00	60,00	2280	1100	40	8
	3200			3670				-	45,00	80,00	2420			
	4000	750	2,0-5,0	4470	860	1150		3,51-6,51	47,00	108,00	2666	1250		
	5000			5470				4,01-7,01	50,00	130,00	2924			
	6300		5,0-6,3	6770				6,51-7,81	53,00	168,00	3211	1450	1300	40
3,20	2500		2,0-4,0	3050				3,76-5,76	59,50	90,00	2296	1300	40	8
	3200	850		3750				-	62,50	125,00	2551			
	4000		4,0-5,0	4550	860	1310		5,76-6,76	65,50	168,00	3213	1450		
	5000		5,0-6,3	5550				6,76-8,06	70,50	200,00	3673			
	6300	870		6850				7,26-8,56	76,50	258,00	4268	1550	1400	48
			7000	7550				6,76-8,06	84,50	336,00	5200			

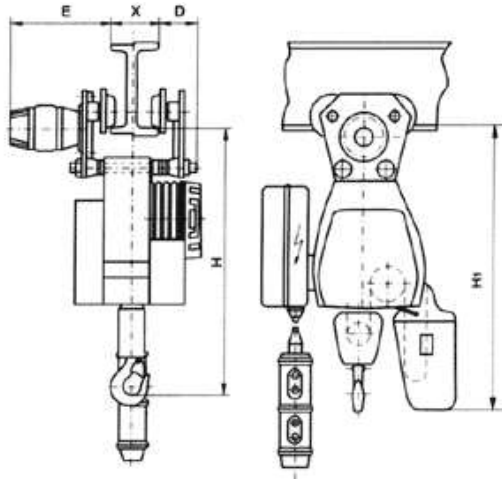


Рис. 2.4. Тельфер (таль електрична)

Таблиця 2.4

Основні параметри і розміри тельферів (виробництво РФ)

Модель	Вантажопідйомність, т	Висота підйому, м	Швидкість, м/хв.		Потужність електродвигуна механізму, кВт		Маса, кг
			підйому	переміщення	підйому	переміщення	
Тельфери і талі електричні							
T102	0,5	6–36	8	20	0,75	0,12	129–371
T103	1	6–36	8	20	1,5	0,15	140–375
T104	2	6–36	8	20	3	0,25	290–711
T105	3,2	6–36	8	32	4,5	0,25	335–786
T106	5	6–36	8	20	8	0,37	488–1040
ТЭ 025	0,25	6, 9, 12	4,8	20			80–110
ТЭ 050	0,5	6, 9, 12	4,8	20			80–110
ТЭ 100	1	6–36	7,8	24			180–350
ТЭ 200	2	6–36	4	2,4			320–690
ТЭ 320	3,2	6–36	6	2,4			455–740
ТЭ 500	5	6–36	8	2,4			770–1370
Тельфери стаціонарні							
T022	0,5	6–18	8	–	0,75	–	110–160
T023	1	6–36	8	–	1,5	–	125–350
T024	2	6–36	8	–	3	–	255–600
T025	3,2	6–36	8	–	4,5	–	290–700
T026	5	6–36	8	–	8	–	460–950

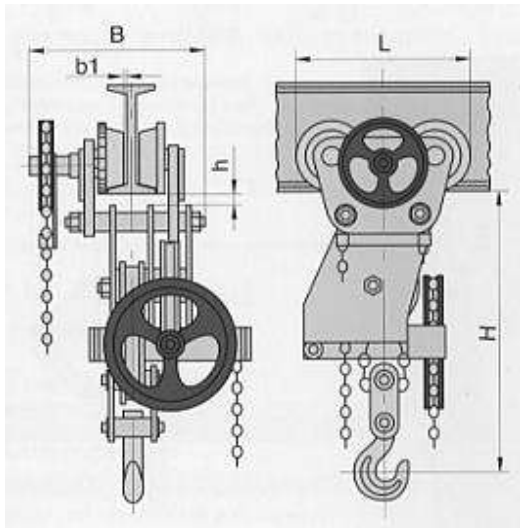


Рис. 2.5. Ручна таль

Таблиця 2.5

Основні параметри і розміри ручних талей

Модель	Вантажопідйомність, т	Тягове зусилля, Н, не більше	Маса талі з ланцюгами при висоті підйому Н, кг, не більше				Маса (без ланцюгів), кг, не більше	Н, мм, не більше	В, мм, не більше	L, мм, не більше
			H=3 м	H=6 м	H=9 м	H=12 м				
Таль ручна шестернева важільна – ТРШР										
ТРШСРМ-05	0,5	80	6,2	7,9	9,6	11,3	4,5	300	157	125
ТРШСР-1	1	80	10	12	14,5	17	8,5	300	195	170
ТРШСР-2	2	80	16,5	21	25,5	30,5	13,5	500	195	240
ТРШСР-3,2	3,2	80	25,5	32,5	39,5	46,5	22,5	520	195	270
Таль ручна червячна стаціонарна – ТРЧС										
ТРШСМ-05	0,5	300	8,3	13,25	18,2	23,15	5	260	150	125
ТРШС-1	1	300	12,5	18,5	24,5	30,5	8,0	315	190	170
ТРШС-2	2	330	19	27	36	44	13	480	190	240
ТРШС-3,2	3,2	380	28	39	49,5	60	22	570	190	270
ТРШС-5,0	5,0	390	80	93	107	120	66	790	268	455
Таль ручна червячна пересувна – ТРЧП										
ТРШАМ-05	0,5	300	11,5	16,5	21,5	26,5	8	215	100	160
ТРШБ-1	1	300	22,5	32	42	51,5	17	315	180	200
ТРШБ-2	2	330	35	47	59	71	30	460	190	280
ТРШБ-3,2	3,2	380	57,5	72	86,5	100,5	45	540	200	370

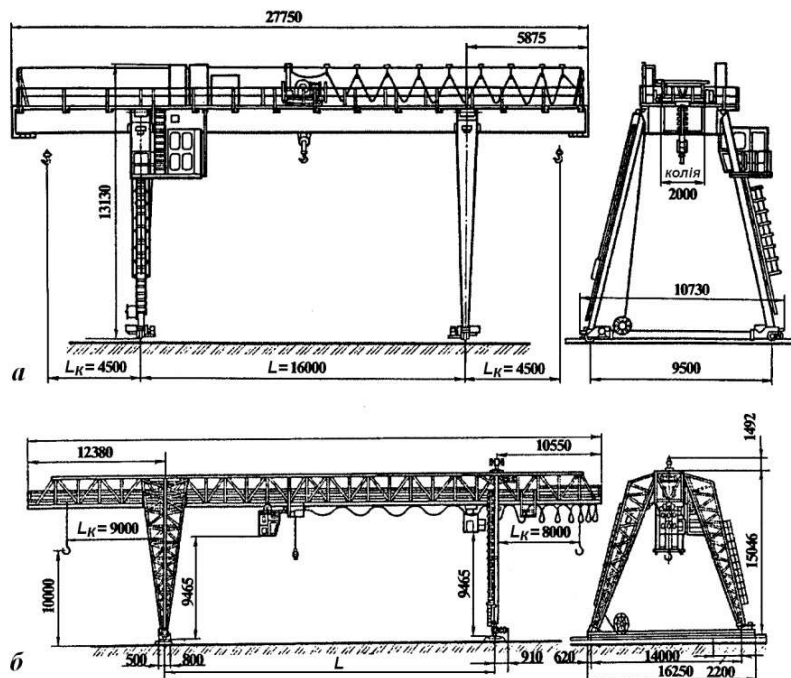


Рис. 2.6. Козлові крани з фасонних прокатних стійок (а)  
і балок ґратчастої конструкції (б)

Таблиця 2.6

Технічні характеристики козлових кранів

Найменування показників	Модель козлового крана								
	ККТ-5	КК-5	КК-6	КДКК-10	ККС-10	КК-10-3К-УП	КК-10-7К-УК	МККС-12,5	КК-12,5
Вантажопідйомність, т	5	6	6,3	10	10	10	10	12,5	12,5
Проліт мосту (розмір колії), м	16	16	16	16	32	10	32	10-25	16
Робочий виїзд консолі, м	4,5	4,5	4,5	4,2	8	5	7,4; 10	4,5; 6,3	4,5
База крана, м	7,9	7,8	7,8	7	14	7,1	15	1	10
Висота підйому, м	7,1	9	9	10	10	8	10,5	9	9
Швидкість, м/хв.:									
- підйому вантажу	8	20	20	10	15	10	60	9,6	8
- пересування візка	20	49	50	38	40	20	120	37,8	52
- пересування крана	60	100	100	90	30	46	26	60	50
Встановлена потужність електродвигунів, кВт	18,2	39,2	51,2	54,2	42	28	220,3	42	50
Маса крана, т	13,8	24,3	32,5	46	39,5	19	109	35	30

Таблиця 2.7

## Технічні характеристики передавальних візків

Показник	ТЖА – 16	ТМТ – 2101	ТМТ – 2101Б	ТМТ – 2101В
Вантажопідйомність, т	5	10	15	20
Швидкість пересування, м/хв.	18	30	30	30
Потужність електродвигуна приводу пересування, кВт	2,2	2,2	3	3
Габарити візка, мм	3300x1600x x540	6000x2030x x583	6000x2030x x583	6000x2030x x653
Ширина колії, мм	800	1520	1520	1520
Маса візка, кг	960	1750	2700	3100

При роботі каменеобробних цехів без передавального візка завантаження верстатних візків проводиться або безпосередньо в цеху мостовими або стріловидними кранами, або за межами цеху перед подачею візка в розпилювальний верстат.

Число верстатних візків

$$n_{\text{віз}} = n_{\text{вер}} \cdot \left( 1 + \frac{T_{\text{ФС}} + T_{\text{РС}}}{T_{\text{тех}}} \cdot k_3 \right), \text{ шт.},$$

де  $n_{\text{вер}}$  – число блоків у ставці, шт.;

$T_{\text{ФС}}$  – тривалість формування ставки блоків, год., при вирівнюванні постелі блоків і формуванні ставки з 2–3 блоків  $T_{\text{ФС}} = 1,5–2$  год.;

$T_{\text{РС}}$  – час передачі візка на розбиральний пункт і розбирання ставки, год.;

$T_{\text{тех}}$  – середній час розпилювання блоків ставки, год.;

$k_3$  – коефіцієнт запасу (для блоків з порід середньої та малої міцності  $k_3 = 2$ , для граніту  $k_3 = 1,25$ ).

Для наближених розрахунків можна вибрати кількість верстатних візків з розрахунку 1 візок на один верстат для міцних порід і 2 візка на один верстат для порід середньої міцності.

Залежно від розташування пункту розбирання ставок плити-заготовки для подальшої обробки транспортуються автотранспортом (рис. 2.7), електротранспортом (рис. 2.8), електровізками (електрокарами) (рис. 2.9) вантажопідйомністю 2 т і з висотою підйому вил не менше 1,8 м, мостовими кранами, кран-балками (технічні характеристики автотранспорту, електротранспорту та електровізків наведено у додатку А). При цьому плити укладаються на піддони в горизонтальному положенні з

дерев'яними підкладками між ними або у касети в похилому положенні.

Таблиця 2.8

**Технічні характеристики електричних лебідок**

Модель	Тягове зусилля в канаті, кН	Каналомісткість барабана, м	Діаметр канату, мм	Розрахункова швидкість навівання канату, м/с	Загальна потужність, кВт	Габаритні розміри, мм	Маса без канату, кг
<b>Лебідки тягові електричні</b>							
ТЛ-12Б	2,0	50	4,8	0,24		450×660×370	75
ТЛ-12А	2,5	50	4,8	0,24		580×480×370	75
ТЛ-14А	4,2	80	6,9	0,72	3,2	920×620×800	235
ТЛ-14Б	6,3	50	6,9	0,35	3	920×620×800	220
ТЛ 1т	10	110	9,3	0,57	7,5	1020×900×600	460
У5120.60	10	130	8,3	0,5	4	840×835×800	242
ТЭЛ-1	12,5	50	8,3	0,3	4	750×846×607	250
ТЛ-9А-1	20	80	11	0,5	7,5	985×990×762	410
ТЛ 3т	30	200	17	0,58	22	1560×1370×900	1000
ТЭЛ-2	32	150	14	0,25	11	900×1000×650	600
ТЭЛ-3	45	250	16,5	0,2	11	1210×1260×725	1100
ТЛ-7Б-1	50	250	22,5	0,36	15	1870×1520×920	1600
ТЛ-7А-1	50	250	22,5	0,31	15	1780×1520×920	1940
ТЛ 5т	50	300	22	0,48	30	2200×1800×940	2700
ТЭЛ-5	57	220	22,5	0,03	3,2	1625×1750×875	1000
ТЛ 8т	80	300	26	0,33	37	2400×1800×1000	4000
ТЛ 10т	100	300	30	0,32	45	2500×1900×1200	5000
ТЭЛ-5А	100	270	24	0,02	3	1740×1440×1015	1500
ТЭЛ-10/10Б	100	300/670	28	0,065 / 0,54	11	2300×2125×1310	5500 / 6000
ТЭЛ-10Д	100	300	28	0,29 (0,075)	45 (11)	2421×2495×1310	7000
ТЭЛ-15	150	300	32	0,07	15	2300×2125×1310	5600
<b>Лебідки монтажні електричні</b>							
ЛМ-0,25	2,5	75	4,8	0,25		570×600×350	75
ЛМ-0,5	5	90	6,9	0,3		650×600×400	95
ЛМ 2т	20	150	15,5	0,2	7,5	1150×1000×600	630
ЛМ 3т	30	180	17	0,17	7,5	1380×1060×654	680
ЛМ 5т	50	180	21,5	0,17	11	1850×1350×900	1400
ЛМ 8т	80	300	26	0,17	22	2050×1750×1050	3000
ЛМ 10т	100	450	30	0,15	30	2200×1800×1100	4000
ЛМ 12т	120	500	32	0,15	37	2500×1900×1200	5500
ЛМ 16т	160	1000	36,5	0,11	45	3900×3000×1450	7500
ЛМ 20т	200	600	39	0,13	45	4000×3000×1700	8500

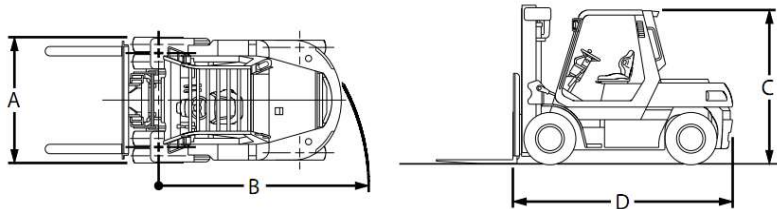


Рис. 2.7. Автонавантажувач Toyota

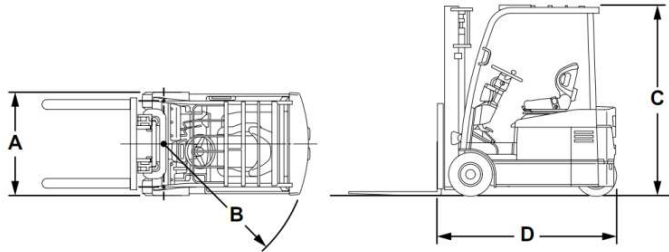


Рис. 2.8. Вилковий 3-х опорний електронавантажувач Toyota

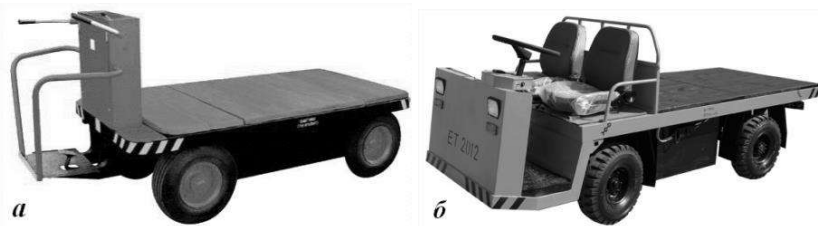


Рис. 2.9. Електровізки (електрокари) з нерухомою платформою:

*а* – типу ЭК; *б* – типу ET-2

Переміщення плит з цехів шліфування-полірування та окантування й укладання їх на робочі столи мостових верстатів здійснюється мостовими кранами і кран-балками.

Транспортування облицовальних плит і виробів з каменеобробних цехів на склад готової продукції звичайно здійснюється автонавантажувачами і електронавантажувачами вантажопідйомністю 2–5 т з висотою підйому вил не менше 2,5 м. Для транспортування особливо крупних виробів іноді застосовуються автонавантажувачі вантажопідйомністю 10 т.

Продуктивність навантажувача

$$Q_{\Pi} = \frac{60 \cdot Q_{\text{ном}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot k_{\text{вв}} \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{пз}}}{t_{\text{об}}}, \text{ т/год.},$$

де  $Q_{\text{ном}}$  – вантажопідйомність навантажувача, т;

$T_{зм}$  – тривалість зміни, год.;

$k_{вв}$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності навантажувача,

$$k_{вв} = 0,3-0,65;$$

$k_в$  – коефіцієнт використання навантажувача у часі,  $k_в = 0,6-0,7$ ;

$k_{пз}$  – коефіцієнт, що враховує витрати часу на підготовчо-завершальні операції,  $k_{пз} = 0,91$ ;

$t_{об}$  – повний час обороту навантажувача на маршруті цех–склад готової продукції, хв.,

$$t_{об} = \frac{60 \cdot (L_в + L_n)}{v_n} + t_n + t_p, \text{ хв.};$$

$L_в, L_n$  – відстань переміщення навантажувача відповідно з вантажем і без вантажу, км;

$v_n$  – середня швидкість руху навантажувача, км/год;

$t_n$  – час виконання навантажувальних робіт, хв.,  $t_n = 3-4$  хв.;

$t_p$  – час виконання складувальних і розвантажувальних робіт, хв.,

$$t_p = 10-12 \text{ хв.}$$

Кількість авто- і електронавантажувачів для транспортування продукції на склад готової продукції

$$n = \frac{P}{Q_{II} N_{зм}},$$

де  $P$  – загальна маса продукції, що випускається, з урахуванням упаковки і тари, т/рік,

$$P = \rho \cdot S_0 \cdot b_{пл} + \frac{S_0 \cdot q_{по}}{1000} + \rho_{пм} \cdot S_0 \cdot q_{пм}, \text{ т};$$

$S_0$  – річна потужність підприємства, м<sup>2</sup>, по плитам товщиною  $b_{пл}$ , м;

$q_{по}$  – норма витрати обгортувального паперу на 1 м<sup>2</sup> готової продукції, кг/м<sup>2</sup>,  $q_{по} = 0,05$  кг/м<sup>2</sup>;

$q_{пм}$  – норма витрати пиломатеріалів на 1 м<sup>2</sup> готової продукції, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>,  $q_{пм} = 0,05$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>;

$\rho_{пм}$  – об'ємна вага пиломатеріалів, кг/м<sup>3</sup>;

$N_{зм}$  – число змін роботи навантажувача в рік, при однозмінній роботі навантажувача  $N_{зм} = 240-250$  змін, при двоззмінній роботі  $N_{зм} = 450-500$  змін.

Кількість навантажувачів також можна прийняти з розрахунку 1 електронавантажувач на 2 розпилувальних верстата і 1 електронавантажувач на склад готової продукції.

Для виконання навантажувальних робіт на складах відкритого типу встановлюються козлові або мостові крани, закритого типу –



мостові крани. Мінімальна вантажопідйомність козлового крану для розвантаження, навантаження і переміщення сировинних блоків

$$Q_{\min} = \rho \cdot V_{\text{бл}}, \text{ т,}$$

де  $\rho$  – об’ємна вага породи, що оброблюється, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{\text{бл}}$  – об’єм одного сировинного блока, м<sup>3</sup>.

Для окремих відділів підприємства можна приймати крани з вантажопідйомністю, вказаною у *табл. 2.9*. Для основного виробничого приміщення мостові крани приймаються з розрахунку один кран на 50–60 м прольоту.

*Таблиця 2.9*

**Рекомендована вантажопідйомність крана [7]**

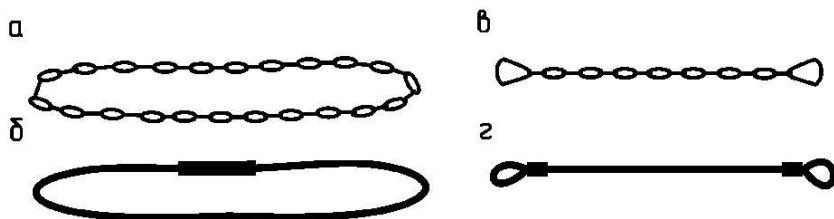
Підрозділ	Вантажопідйомність крана, т
Відділення розпилювання	15–32
Відділення окантовки	5
Відділення шліфовки-поліровки	5
Відділення бучардування	5
Відділення термострумивної обробки	5
Склад сировини	20–32
Склад готової продукції	5–10

### 2.3. Оснастка такелажних робіт

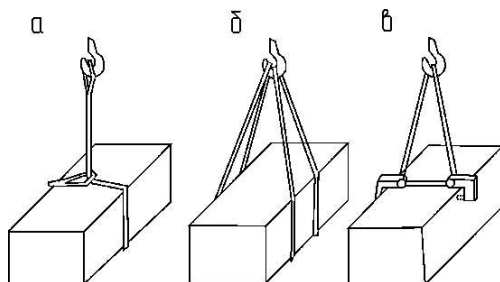
Оснастку такелажних робіт в камінеобробці поділяють на дві групи: оснастка для переміщення блоків і оснастка для зняття та встановлення заготовок, слябів і готової продукції.

Вантажозахватні пристрої поділяються на універсальні (*рис. 2.10*) і спеціалізовані. Для завантаження (вивантаження) кам’яних блоків найчастіше застосовують універсальні стропи, що є гнучким несучим елементом із сталевого дротяного канату чи зварного ланцюга. На практиці використовують петлеві стропи з довжиною замкненої петлі до 30 м і одногілкові стропи, які виготовлені з канатів діаметром 30 мм. Кінці канату в петлевому стропі сполучають запльоткою на довжину, рівну 40 діаметрам канату. На кінцях одногілкового стропа аналогічним способом роблять петлі.

При використанні петлевого стропа строповку блока проводять в обхват через нижню грань (*рис. 2.11, б*). Строровку блока одногілковим стропом виконують в обхват через нижню грань з кріпленням стропа на удав (*рис. 2.11, а*).



**Рис. 2.10. Універсальні вантажозахватні стропа [2]:**  
*а – кільцевий строп зі зварного ланцюга; б – кільцевий строп із сталевго каната;*  
*в – двухпетлевий строп зі зварного ланцюга;*  
*г – двухпетлевий строп зі сталевго каната*



**Рис. 2.11. Схема строповки блоків канатними вантажозахватними пристроями [2]**

Існує безліч спеціалізованих вантажозахватних пристроїв. Одним з них є канаторозтягуючий пристрій із загостреними кінцевими упорами, які вставляються в отвори, заздалегідь пробурені на двох паралельних гранях блока на глибину до 50 мм (рис. 2.11, в). Використання такого пристрою зменшує тривалість строповки, і, отже, підвищує продуктивність навантажувально-розвантажувальних робіт. Недоліком його є необхідність буріння шпурів для фіксації захвату.

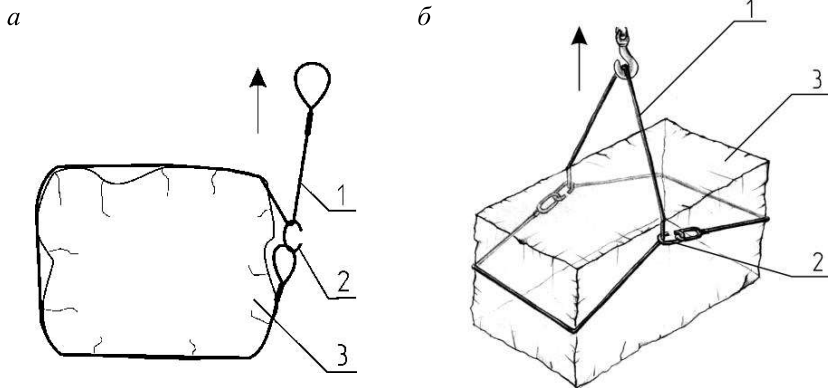
Перевагами універсальних строп є можливість захвату блоків різної форми і маси. До недоліків відносять: необхідність виконання допоміжних операцій при заведенні строп під нижню грань; швидке зношення стропа, яке призводить до перекручувань самого стропа та руйнування троса об грані блока.

Технічна характеристика одногілкових ланцюгових строп наведена в табл. 2.10. Строповка блоку за допомогою одногілкового стропа виконується звичайно з використанням С-подібної скоби в обхват через нижню грань (рис. 2.12, а) або в обхват бокової грані (рис. 2.12, б). Остання схема має назву «корзина».

Для вантаження колотих блоків масою до 8 т і пиляних блоків масою до 5 т Санкт-Петербурзьким гірничим інститутом розроблені спеціалізовані вантажозахватні пристрої-важелі (рис. 2.13).

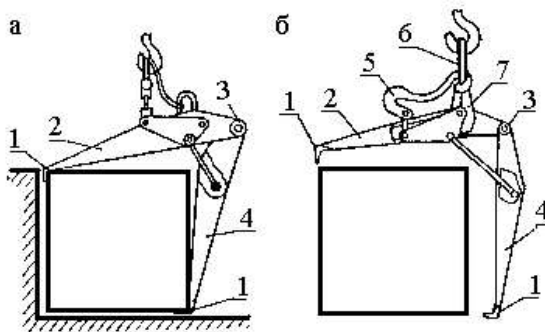
## Технічна характеристика одногілкових ланцюгових строп

Діаметр ланцюга, мм	Вантажопідйомність, т	Вага 1 м стропа, кг
7	1,5	1,8
8	2	3,5
10	3,15	6,3
13	5,3	7,9
16	8	9,0
20	12,5	12,6



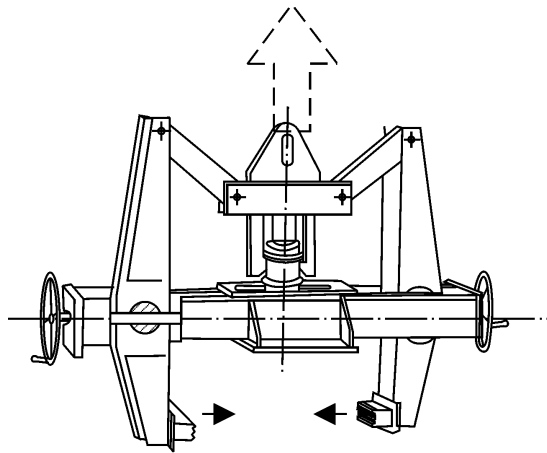
**Рис. 2.12. Схеми строповки блока за допомогою одногілкового стропа та С-подібної скоби [2]:**

1 – одногілковий строп; 2 – С-подібна скоба; 3 – блок з природного каменю



**Рис. 2.13. Спеціалізовані вантажозахватні пристрої конструкції Санкт-Петербурзького державного гірничого інституту [2]:**

а – для вантаження колотих блоків масою до 8 тонн; б – для вантаження пиляних блоків масою до 5 тонн; 1 – зап'ячники; 2 – верхній важіль; 3 – шарнірне з'єднання; 4 – боковий важіль; 5 – криволінійна ланка; 6 – вушко; 7 – кронштейн



**Рис. 2.14. Схема пристрою для вантаження кам'яних блоків і великих негабаритів каменю масою до 15 тонн [2]**

Оригінальний вантажозахватний пристрій виготовлений Куйбишевським філіалом Росорттехструму, він був випробуваний в кар'єрах і на майданчиках каменеобробних заводів. Пристрій призначений для вантаження кам'яних блоків і великих негабаритів каменю масою до 15 т (рис. 2.14). Він складається з поперечини на катках, на яких встановлені важелі, що розводяться або зводяться за допомогою гвинтової пари і штурвалу керування, що дозволяє регулювати пристрій під ширину блока. Нижня частина важелів оснащена змінними зубами-захоплювачами, якими затискують блок. На верхній частині важелів є стяжки, шарнірно сполучені з траверсою, які зводять або розводять важелі-захвати. Пристрій підвішують сережкою, яка знаходиться у верхній частині пристрою, на крюк підйомного крана або на зуб екскаватора.

## **2.4. Вантажозахватні пристрої для вкладання та знімання готових виробів та плит заготовок**

### **2.2.1. Вакуумні захвати**

До вантажозахватних пристроїв для вкладання та знімання готових виробів і плит заготовок відносять вакуумні та механічні захвати.

Вакуумні захвати поділять на захвати, в яких повітря викачують вручну (за допомогою насоса), та на захвати, в яких повітря викачують компресором. Розрізняють вакуумні захвати:

- для ручного вкладання та переміщення заготовок та готових виробів з каменю, це захвати таких типів, як Vaku-fix, Vaku-fix Duo, Mamut, Porter, Caro;
- вакуумні захвати для механізованого вкладання та переміщення заготовок і готових виробів з каменю, це захвати таких типів, як EP 150, EP 300, EP 800, T 300, AP 300, AP 600 та інші.

Переваги вакуумних захватів:

- зручність використання;
- швидке кріплення;
- не пошкоджують поверхню каменю.

Недоліки вакуумних захватів:

- застосовують тільки для полірованих поверхонь каменю;
- ризик відмови кріплення через погану якість поверхні каменю;
- підвищена вартість;
- посилений догляд за захватом.

Вакуумні захвати з тяговим пристосуванням типу Vaku-fix Duo (рис. 2.15, а) та Mamut (рис. 2.15, б) застосовують для склеювання розколотих половинок виробу та для різноманітної роботи з кам'яними плитами. Принцип дії вакуумних захватів Vaku-fix Duo та Mamut полягає в кріпленні першого присоса до однієї плити, другого присоса до іншої плити, а потім за допомогою тріскачного механізму, який знаходиться на присосах, та з'єднувальних рейок між присосами обидва вироби щільно притискаються один до одного. Захват легко регулюється гвинтом. Діаметр присосів вакуумних захватів сягає 110–200 мм, вага пристроїв знаходиться в межах 2–5 кг.

а



б



Рис. 2.15. Вакуумні захвати для склеювання розколотих половинок виробу та виконання різноманітних робіт [2]

*a**б*

**Рис. 2.16.** Вакуумні захвати для ручного вкладання, переміщення заготовок та готових виробів з каменю [2]

Таблиця 2.11

**Технічні характеристики ручних вакуумних захватів [2]**

Назва показника	Caro	Porter
Вантажопідйомність, кг	40	150
Розміри притискної пластини, мм	90×160	діаметр 200

Ручні вакуумні захвати використовують для зручності переміщення важких, тонких або негабаритних заготовок чи виробів з каменю. До них відносять ручні вакуумні захвати типу: Caro (рис. 2.16, *a*), Porter (рис. 2.16, *б*), Vaku-fix.

Принцип дії цих захватів полягає в міцному притисканні захвата до гладкої поверхні каменю за рахунок викачування повітря з присосу за допомогою ручки (у вакуумних захватах типу Caro, Vaku-fix) або кнопки (у вакуумному захваті типу Porter). При зніманні вакуумних захватів відкривають клапан, через який повітря потрапляє в присос, і він від'єднується від каменю. Характерною особливістю вакуумного захвата типу Porter є те, що при послабленні кріплення присосу до каменю існує можливість за допомогою кнопки, яка розміщена на ручці, контролювати вакуум в присосу. Це гарантує безпеку роботи та дає змогу збільшити вагу виробів, які переносяться вакуумним захватом. Технічні характеристики ручних вакуумних захватів вказані в табл. 2.11.

Вакуумні захвати для механізованого вкладання та переміщення заготовок та готових виробів з каменю характеризуються підвищеною вантажопідйомністю, збільшеними габаритами та масою. На відміну від ручних вакуумних захватів дані вакуумні захвати мають візуальний (манометр) та акустичний контроль за вакуумом захвата.

До вакуумних захватів для механізованого вкладання та переміщення виробів з каменю з досягненням вакууму за допомогою компресора відносять: AP 300, AP 600 (рис. 2.17, *a*), T 300

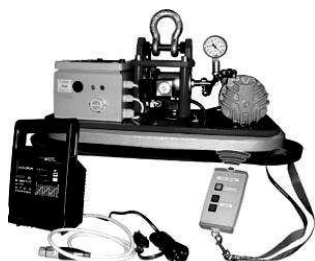
(рис. 2.17, б). Характерною рисою вакуумних захватів AP300, AP 600 є їх абсолютна автономність (не потребують електричного живлення чи стисненого повітря), вони мають оптичний та акустичний контроль вакууму. Процес припасування і відпускання заготовки регулюється дистанційно (в ідеалі – з кабіни навантажувача) за допомогою дистанційного пульта. Передбачено автоматичне вимкнення вакуумного захвата при тривалому простої. Даний прилад використовують як для вертикального, так і для горизонтального розміщення на заготовках або виробих з каменю. При вертикальному підйомі заготовки можуть використовувати декілька вакуумних приладів (рис. 2.18).

Вакуумний захват Т 300 має оптичний та акустичний контроль вакууму. Вимагає підключення до системи стисненого повітря. Вакуум досягається за допомогою інжекторного сопла.

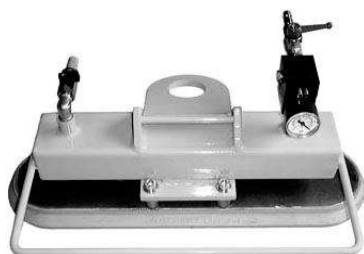
В вакуумних захватах EP 150, EP 300, EP 800 вакуум досягається за допомогою ручного насоса. Такі прилади мають оптичний та акустичний контроль вакууму.

Технічні характеристики вакуумних захватів для механізованого вкладання та переміщення виробів з каменю вказані в табл. 2.12.

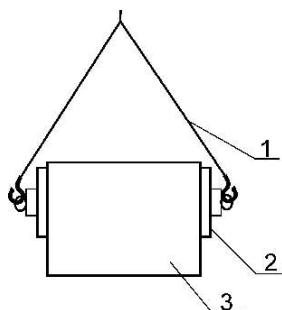
а



б



**Рис. 2.17. Вакуумні захвати для механізованого вкладання та переміщення заготовок та готових виробів з каменю з створенням вакууму за допомогою компресора [2]**



**Рис. 2.18. Схема розміщення вакуумних захватів при вертикальному розміщенні їх на заготовці [2]:**

- 1 – двохгілковий строп;
- 2 – вакуумний захват;
- 3 – заготовка, яку піднімають

**Технічні характеристики вакуумних захватів для механізованого  
вкладання та переміщення виробів з каменю [2]**

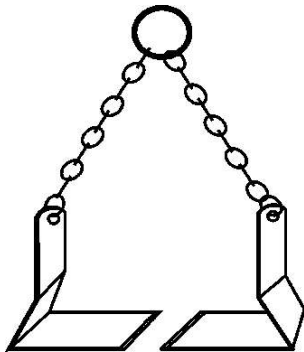
Назва показника	EP 150	EP 300	EP 800	AP 300	AP 600	T 300
Горизонтальна вантажопідйомність, кг	150	300	800	300	600	300
Вертикальна вантажопідйомність, кг	75	150	400	150	300	–
Розміри притисної пластини, мм	500×110	540×150	700×300	540×150	540×150	540×150
Маса пристрою, кг	14	25	30	25	30	11

### 2.2.2. Механічні захвати

Найпростішим пристроєм знімання та вкладання заготовок і готових плит з каменю (рис. 2.19) є пристрій, який виконаний з пластин листової сталі товщиною 8–10 мм. Пластини вигнуті таким чином, щоб при підніманні заготовки вони затискували її між собою.

Механічні захвати для виробів з природного каменю ділять на ручні захвати та захвати для механізованого переміщення виробів з природного каменю.

До ручних захватів відносять тип Gesco та інші (рис. 2.20), які призначені для перенесення кам'яних плит різної величини і товщини. Технічна характеристика ручного захвату Gesco наведена в табл. 2.13. Під дією власної ваги виріб затискається і переноситься. Спеціальна конструкція пристрою надійно захищає руки від ушкодження плитою, яку переносять. Для захисту кутів затискні пластини оснащені спеціальними гумовими накладками.



**Рис. 2.19. Пристрій для знімання та  
вкладання заготовок  
та готових плит з каменю [2]**



## Технічна характеристика ручного захвату Gecko [2]

№ з/п	Назва показника	Величина показника
1	Вантажопідйомність, кг	80
2	Ширина захвату, мм	0–40
3	Розміри притискної пластини, мм	230×100
4	Маса пристрою, кг	2



Рис. 2.20. Ручні механічні захвати типу Gecko [2]

а



б



Рис. 2.21. Вантажні механічні захвати для механізованого переміщення виробів з природного каменю [2]:

*а – типу R 1500; б – типу R 400*

До захватів для механізованого переміщення виробів з природного каменю відносять Riba, R 400 Twin, R 1000 Jumbo, R 1000, R 1500, LEO (рис. 2.21). Ці захвати призначені для переміщення кам'яних плит різної величини і товщини. Під дією власної ваги виріб затискається і переміщується. Даний тип захвата є зручним і легким у використанні. Затискні пластини, які мають контакт з кам'яною плитою, повністю покриті гумою, що запобігає ушкодженню плити. Спеціальна поворотна пружина, яка розміщена в пристрої, забезпечує вертикальну

позицію затискних пластин. Іноді в механічних захватах замість автоматичного фіксатора захоплюючих пластин встановлюють ручний стопор.

Технічні характеристики вантажних механічних захватів для механізованого переміщення виробів з природного каменю вказані в табл. 2.14.

Таблиця 2.14

**Технічні характеристики вантажних механічних захватів для механізованого переміщення виробів з природного каменю [2]**

Назва показника	Riba	R 400 Twin	R 400	R 1500	LEO	R 1000 Jumbo
Вантажопідйомність, кг	500	800	400	1500	600	1000
Ширина захвата, мм	0–75	0–80	0–80	0–250	0–90	250–500
Розміри притискної пластини, мм	200×200	400×100	150×100	200×170	200×100	200×200
Висота пристрою, мм	300	280	300	640	500	640
Висота пристрою в розтягнутому вигляді, мм	–	390	420	850	–	1130
Вага пристрою, кг	9	21	8	42	13	42

## 2.5. Складське обладнання

### 2.3.1. Стелажі

До складського обладнання каменеобробного виробництва відносять: стелажі, рухомі столи, стойки для плит, контейнери, піднімальні механізми.

Стелажі поділяють на стелажі нерухомі та рухомі. В свою чергу нерухомі стелажі поділяються на стелажі для транспортування виробів в транспорті та стелажі для зберігання плит на складі. Поліровані плити на стелажах розміщують вертикально або горизонтально, залежно від конструкції стелажу, полірованою стороною до полірованої або роблять прошарки між плитами з гуми чи картону, що запобігає пошкодженню полірованої поверхні виробу. Вироби з каменю кріплять ременями до стелажів для їх безпечного зберігання.

До рухомих стелажів відносять, наприклад, стелажі типу *Mobilo* (рис. 2.22). Даний тип стелажів має колеса, за допомогою яких стелаж легко транспортувати по цеху. Крім того, ці стелажі мають бокові упори для транспортування за допомогою вилочного навантажувача. Стелаж типу *Mobilo* має полки та стойки покриті гумою, плити розміщують з двох боків стояка стелажу і кріплять двома ременями з кожного боку.