

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

Кафедра гірничих технологій і будівництва ім. проф. Бакка М.Т.



БУРОВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ  
ВИБУРЮВАННЯ ЩІЛИНИ  
МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ  
МЕТОДИ ЗАВАЛЕННЯ  
ВІДОКРЕМЛЕНОГО  
МОНОЛІТУ

Лектор к.т.н., доцент  
ПАВЛОВ Євген Євгенійович

- Вибурювання щілини застосовується тоді, коли необхідно створити третю і четверту площини оголення в первинному моноліті.
- Кількісні втрати складають таку частину каменю, яка втрачається в процесі вибурювання щілини, а якісні – частину, зіпсовану отворами (так звана "**гребінцева зона**") і нерівностями сколювання лицьових поверхонь

Абсолютна величина відхилення  $\Delta$  бурового інструмента від заданої площини на 1м буріння обраховується за формулою:

$$\Delta = \frac{0,5\sigma_{\text{СТ}}}{d},$$

де  $d$  – діаметр буру (штанги), мм;  
 $\sigma_{\text{СТ}}$  – опір породи на стиск, МПа.

## БУРОВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИБУРЮВАННЯ ЩІЛИНИ

Ширина зони втрат залежить від глибини оббурювання:

$$b = d + 2\Delta l,$$

де  $l$  – глибина оббурювання, м (зазвичай на висоту підступу в 2–4 м).

При цьому оголена площа створюється тільки за умови, що втрата каменю від буріння  $V_{\text{бур}}$  складе:

$$V_{\text{бур}} \geq 50\% bS,$$

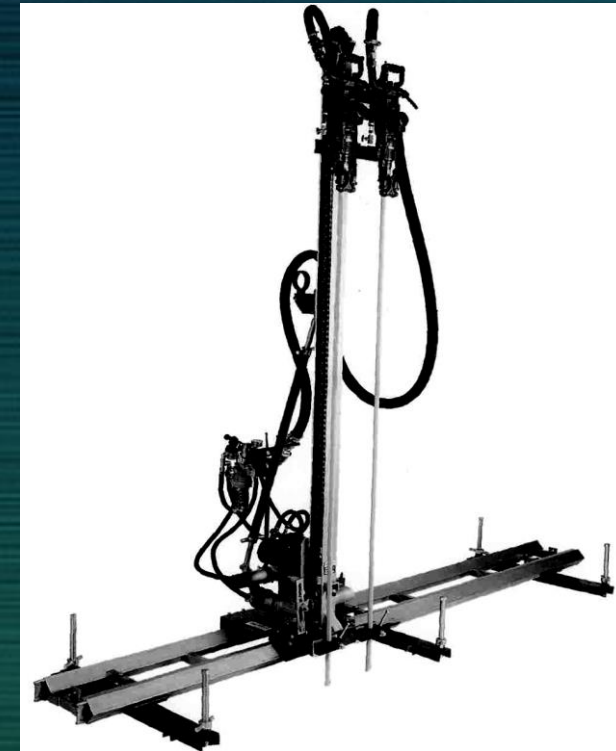
де  $S$  – площа суцільного оббурювання, м<sup>2</sup>.



## Технічні характеристики пневматичних бурових верстатів для вибурювання щілини

Характеристика	Фірма-виробник, модель верстата			
	Pellegrini	Perfora	Marini	Tamrock
	TBC Slot	Rombo TC	GM/TC	Слот Лайнер СЛ 550
Маса верстата, кг	640	425	350	2500
Витрата повітря, л/хв.	немає відом.	6000	6200	21000
Маса 1 м рейки, кг	32	36,8	немає відом.	немає відом.
Довжина рейки, м	5	4	немає відом.	немає відом.
Висота щогли, м	4,7	немає відом.	немає відом.	немає відом.
Глибина буріння, м	3,2	немає відом.	4	6
Діаметр буріння, мм	немає відом.	70–90	90	немає відом.
Довжина бурової штанги, м	немає відом.	1–2	немає відом.	3,9
Продуктивність, м <sup>2</sup> /год				
– граніт	немає відом.	немає відом.	0,8–2,1	1,1–2,1
– мармур			1,5–2	немає відом.

# БУРОВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИБУРЮВАННЯ ЩІЛИНИ



Пневматичний буровий верстат стрічкового буріння Rombo TC фірми Perfora для вибурювання щілини



# БУРОВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИБУРЮВАННЯ ЩІЛИНИ

Ranger™ DX800 Surface top hammer drill rig (rocktechnology.sandvik)

TECHNICAL DATA	PANTERA DP1100i TIER3	PANTERA DP1500i TIER3
Recommended hole-diameter	89–140 mm / 3½"–5½"	102–152 mm / 4"–6"
Drill rod / tube diameters	51, 60 mm 2", 2 3/8"	51, 60, 87 mm 2", 2 3/8", 3½"
Hydraulic rock drill	HL1060T RD1635CF (as option)	HL1560T RD1635CF (as option)
Percussion output power	25 kW, 34 hp	33 kW, 44 hp 35 kW, 48 hp
Engine type	Caterpillar C9	Caterpillar C11
Engine output power	224 kW, 1 800 rpm 300 hp, 1 800 rpm	261 kW, 1 800 rpm 350 hp, 1 800 rpm
Flushing air capacity	11 m³/min, 384 cfm	14 m³/min, 490 cfm
Operator cabin	Ergo Cool	Ergo Cool
Certificate	ROPS and FOPS	ROPS and FOPS

TECHNICAL DATA	RANGER DX500	RANGER DX600	RANGER DX700	RANGER DX800
Recommended hole-diameter	51–89 mm / 2"–3½"	64–102 mm / 2½"–4"	76–115 mm / 3"–4½"	76–127 mm / 3"–5"
Drill rod / tube diameters	32, 38, 45 mm 1¼", 1½", 1¾"	38, 45, 51 mm 1½", 1¾", 2"	45, 51 mm 1¾", 2"	45, 51 mm 1¾", 2"
Hydraulic rock drill	HL510	HL650	HL710	HL820T HF820T (opt.)
Percussion output power	15.5 kW / 21 hp	17.5 kW / 23.5 hp	19.5 kW / 26.5 hp	21 kW, 28 hp 23 kW, 30.5 hp
Engine type	Caterpillar C7.1 Tier3 / Tier4 Final	Caterpillar C7.1 Tier3 / Tier4 Final	Caterpillar C7.1 Tier3 / Tier4 Final	Caterpillar C7.1 Tier3 / Tier4 Final
Engine output power	168 kW, 1 800 rpm 228 hp, 1 800 rpm	168 kW, 1 800 rpm 228 hp, 1 800 rpm	168 kW, 1 800 rpm 228 hp, 1 800 rpm	168 kW, 1 800 rpm 228 hp, 1 800 rpm
Flushing air capacity	6.2 m³ / min, 219 cfm twin-pressure compressor	6.2 m³ / min, 219 cfm twin-pressure compressor	8.1 m³ / min, 286 cfm twin-pressure compressor	8.1 m³ / min, 286 cfm twin-pressure compressor
Operator cabin	Ergo with Air Conditioning	Ergo with Air Conditioning	Ergo with Air Conditioning	Ergo with Air Conditioning
Certificate	ROPS and FOPS	ROPS and FOPS	ROPS and FOPS	ROPS and FOPS

## Гідравлічний буровий верстат Pantera 1500





# БУРОВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИБУРЮВАННЯ ЩІЛИНИ

Перфоратори бурових  
верстатів Sandvik

[Rock drills](http://rocktechnology.sandvik.com)  
([rocktechnology.sandvik](http://rocktechnology.sandvik.com))

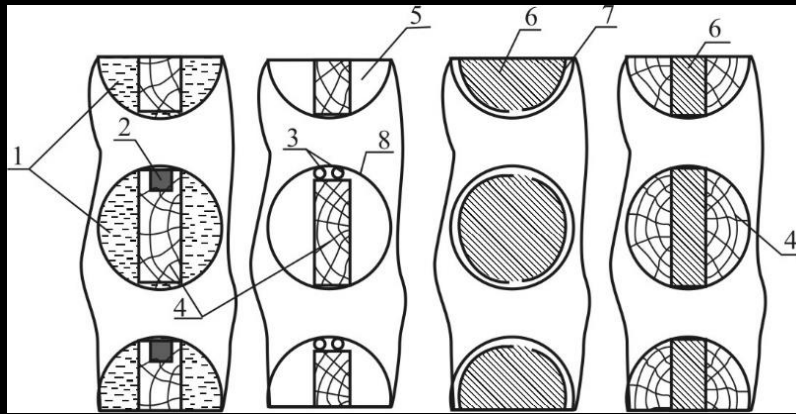
RD1635CF

Розмір отвору  
89 - 152 Мм

Перкусійна потужність  
35 Квт

Частота ударів  
45 Гц

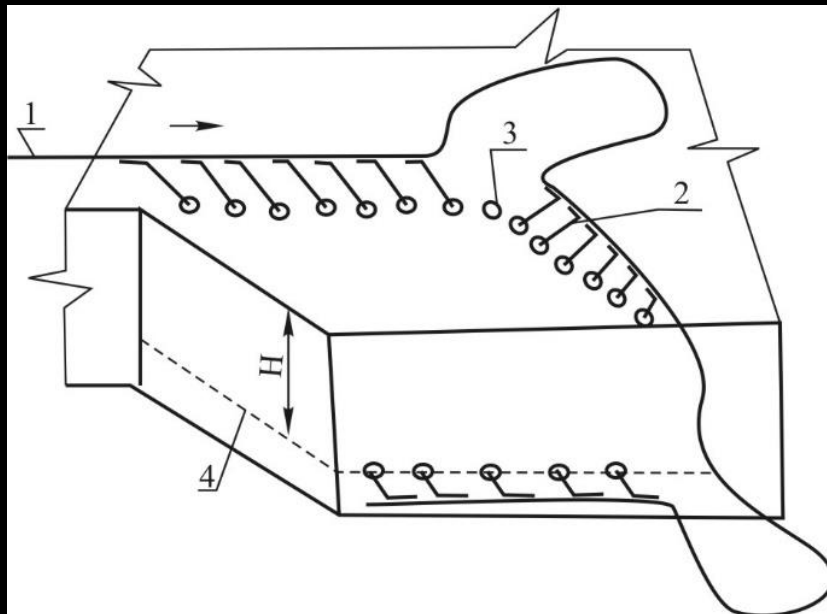




### Конструкція зарядів напрямної дії:

1 – вода; 2 – заряд ВР; 3 – ДШ;  
4 – дерев'яна демферувальна  
прокладка; 5 – повітряне  
середовище; 6 – порох; 7 –  
металева труба

Вибухові методи переважно застосовують на міцних породах



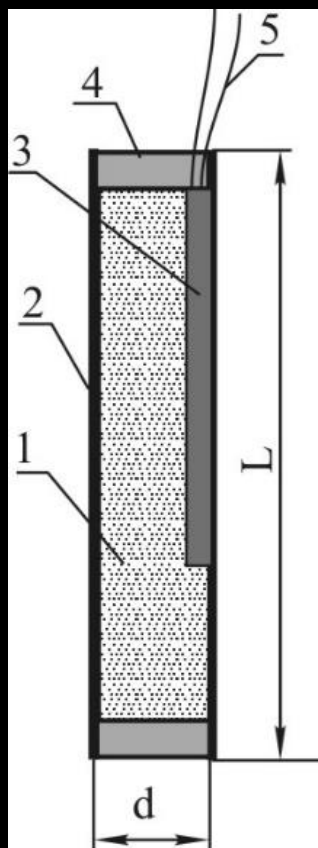
### Схема розміщення зарядів ДШ при одночасному висаджуванні в трьох площинах:

1 – магістральний ДШ,  
2 – відрізки ДШ у шпурах;  
3 – порожній шпур;  
4 – проектний рівень підосви  
уступу

# МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

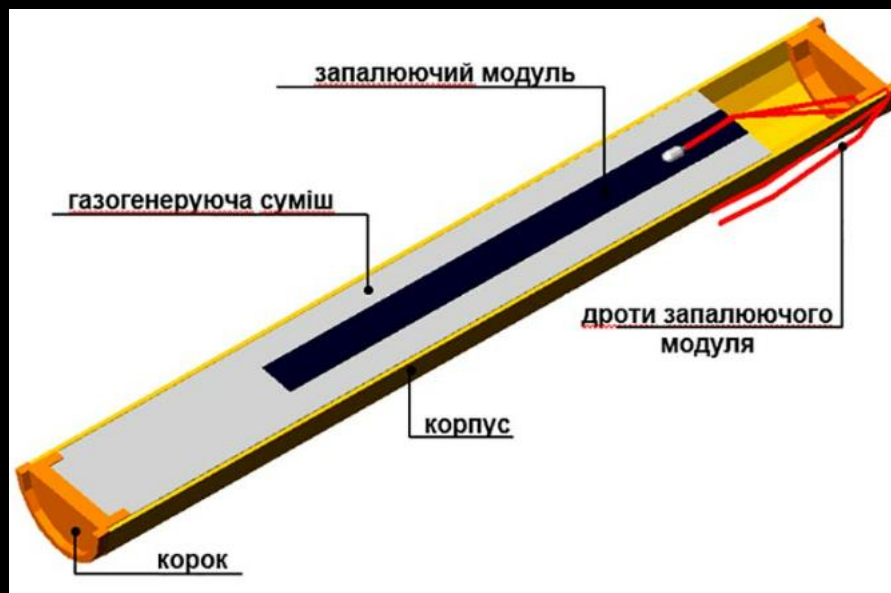
1. **Методи відколювання миттєвої дії.**
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.





Конструкція генератора тиску хімічного (ГТХ)  
"Літокол":

1 – газогенеруюча суміш; 2 – полімерна оболонка;  
 3 – пускач електричний;  
 4 – пробка полімерна; 5 – електричні проводи



# МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. **Методи відколювання миттєвої дії.**
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

ГТХ "Літокол" – токсичний прилад, що обумовлено токсичністю компонентів, які входять до його складу. За ступенем шкідливої дії на організм людини згідно з ГОСТ 12.1.007-76 компонент № 1 та компонент № 2 відносяться до 4 класу небезпеки (речовини малошкідливі).

Генератор кисню хімічний – «Літокол»



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. **Методи відколювання миттєвої дії.**
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



# МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ



**Зрівняння  
технічних характеристик промислових  
ВМ з характеристиками ГТХ «Літокол»**

<b>Характеристики</b>	<b>Промислові ВМ</b>	<b>ГТХ «Літокол»</b>
Швидкість детонації/дефлаграції (в обмеженому просторі)	3000 – 7000 м/с	450 м/с
Швидкість детонації/дефлаграції (на відкритому просторі)	3000 – 6000 м/с	2 – 3 м/с
Тиск, створений в шпурі	1200 ГПа	720 -810 МПа
Порівняння затрат		На рівні традиційних промислових ВМ (порох скельний, ДШ, і тп.)

1. **Методи відколювання миттєвої дії.**
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

Переваги ГТХ "Літокол" над традиційними технологіями добування блочного каменю, а саме:

- відсутність впливу згоряння двокомпонентної суміші в режимі швидкісного горіння на утворення тріщин та мікротріщин як у блоці, який відокремлюється, так і в основному масиві;
- пристрій не відноситься до класу небезпеки 1.1 – вибухових матеріалів і потребує значно менших матеріальних витрат, пов'язаних з організацією їх перевезення та зберігання;
- під час проведення добувних робіт не виникають технологічні втрати часу та матеріальні витрати, пов'язані з необхідністю зупинки роботи кар'єру, виведення людей та механізмів на безпечну відстань, знеструмлення інженерних мереж, машин та механізмів;
- можливість планування роботи, внаслідок самостійного застосування ГТХ "Літокол" видобувниками каменю;
- вартість видобувних робіт значно зменшується, а рентабельність розробки родовища збільшується.

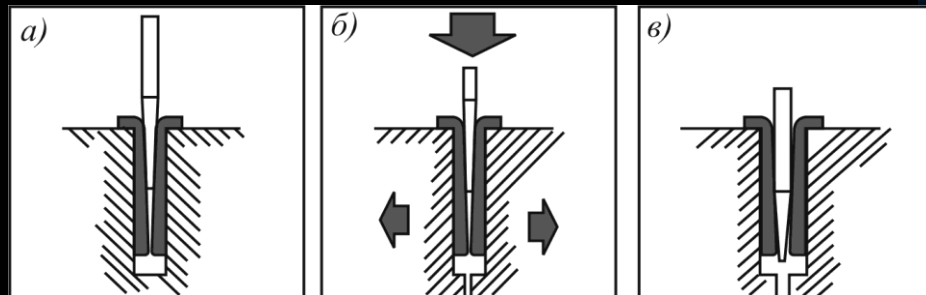
## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. **Методи відколювання миттєвої дії.**
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.





## Сталеві клини



*а – встановлення сталевих клинів в шпур; б – зусилля дії клина на стінки шпуру; в – розвиток тріщини в шпурі*

Параметри клинів фірми Pellegrini

Діаметр клинів, мм	Довжина клинів, мм	Рекомендована на відстань між шпурами, см	Висота моноліту або блока
22	130	5–10	низька
29	250	10–15	середня
29	450	10–15	висока
34	350	15–30	середня
34	600	15–30	середня – висока
34	750	15–30	висока

## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

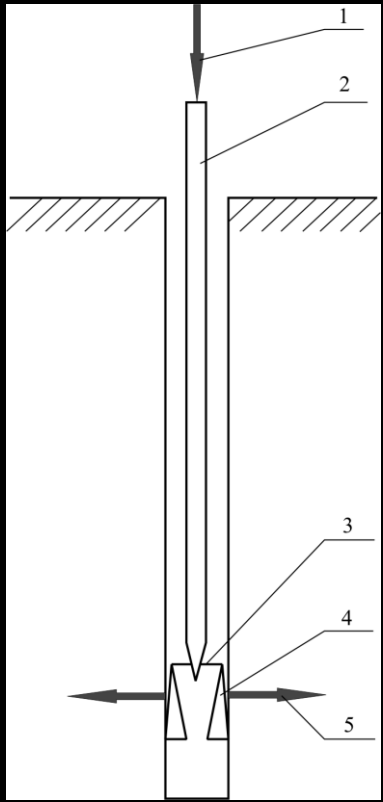


Схема розміщення довгого клина в шпурі:

*1 – напрям сили удару; 2 – сталевий клин;  
3 – металевий дріт; 4 – щічки; 5 – напрям  
зусилля розколу*

# МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



## СТАЛЕВІ КЛИНИ



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

## СТАЛІВІ КЛИНИ

## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.





## СТАЛЕВІ КЛИНИ



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

## МЕХАНІЗОВАНІ КЛИНИ

Механізовані клини відрізняються від простих тим, що зусилля на клин створюється не ударом, а будь-яким силовим механічним пристроєм.

## ГІДРАВЛІЧНІ КЛИНИ

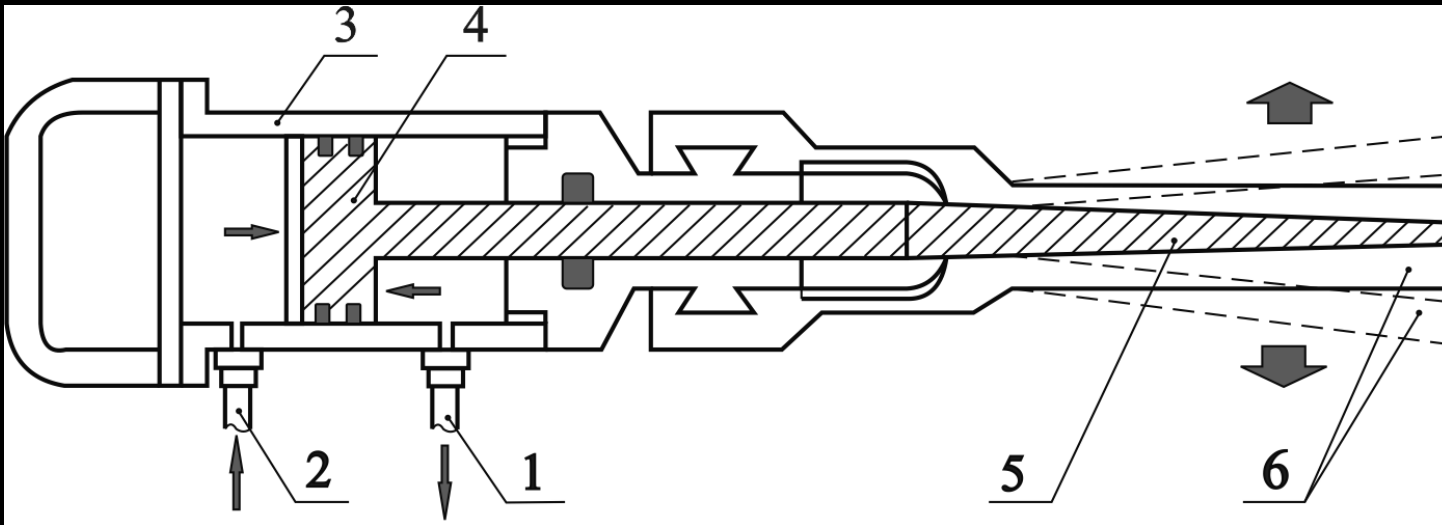


Схема гідроклина для розколювання каменя:

1 — поршень з штоком; 2 — клин; 3 — пружинячі щічки;  
4 — корпус; 5 — напірний шланг; 6 — зливний шланг

## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



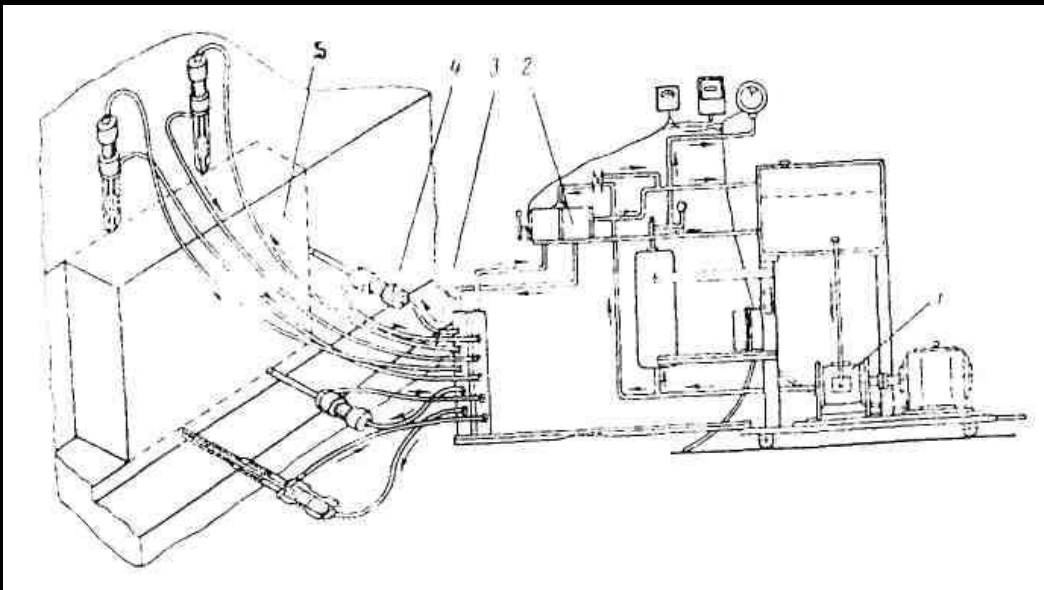
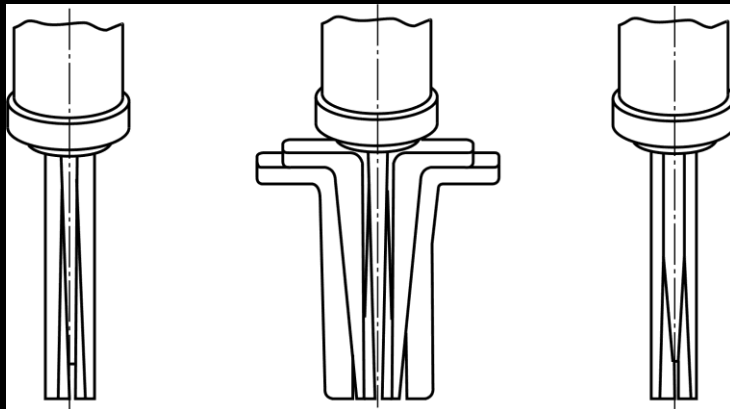


Схема гідроклинової установки для направлено-го откола блоків: 1 — масляний насос; 2 — золотниковий розподільник; 3 — шланг; 4 — гідроклин; 5 — блок

### Конструкційна схема гідравлічного клина



а

б

в

Схеми застосування гідроклинів

а — нормальний гідроклин у вузькій щілині;

б — установлення клина для розширення розколу;

в — клин типу W, для довгих шпурів

# МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

# ГІДРАВЛІЧНІ КЛИНИ

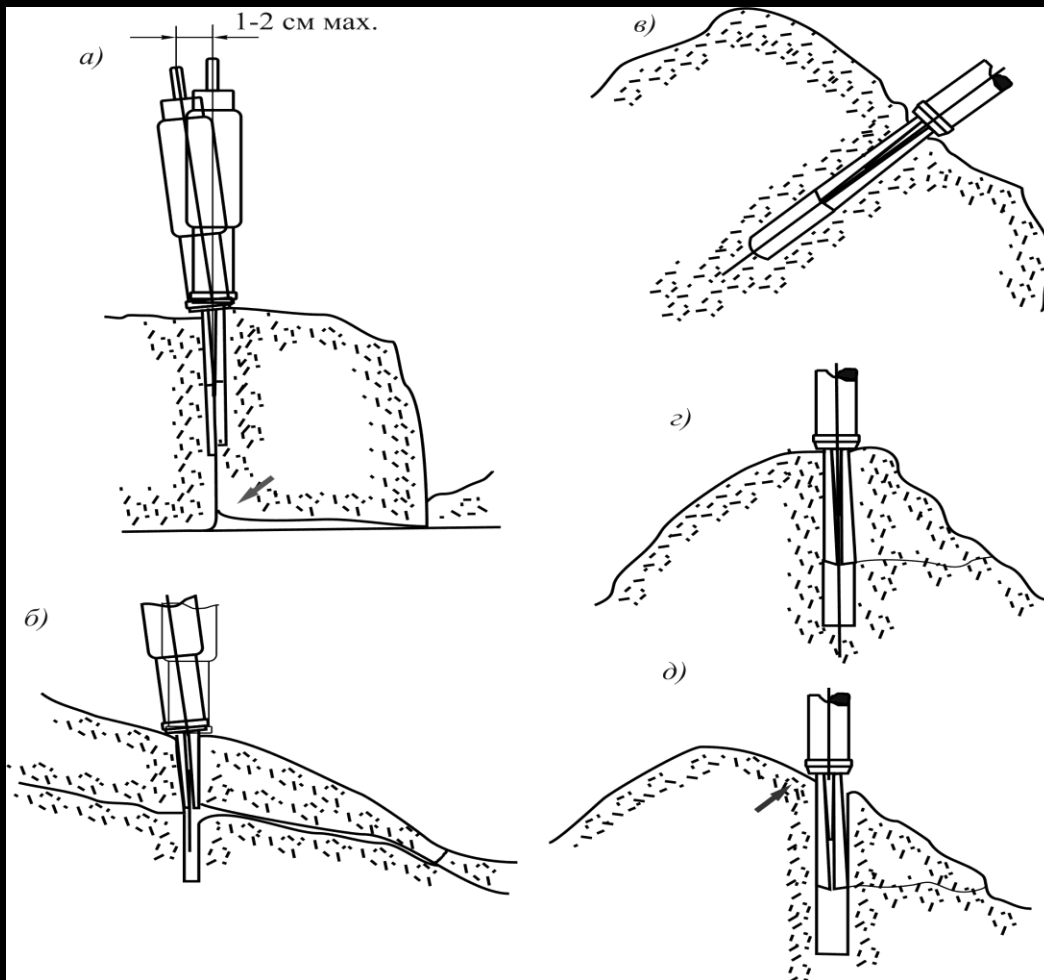
## Характеристики зарубіжних гідроклинів

Характеристика	Фірма-виробник, модель				
	Tamrock	Darda			
	Tamsplit	C3S	C9	C10S	CHS
Діаметр шпуру, мм	24-32	35-38	45-48	41-43	45-48
Мінімальна довжина шпуру, мм	—	430	410	630	630
Розколююче зусилля на один гідроклин, МПа	2	2,3	2	2,6	3,1
Максимальне розсунення щічок, мм	—	10	18	18	20
Маса гідроклина, кг	—	25	22	32	37

# МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.





### Умови застосування гідроклинів:

*а – пошкодження гідроклина блоком; б – пошкодження гідроклина при відколі шаруватих порід; в – правильне застосування гідроклина; г, д – неправильне застосування гідроклина*

# МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

## ГІДРАВЛІЧНІ КЛИНИ Darda

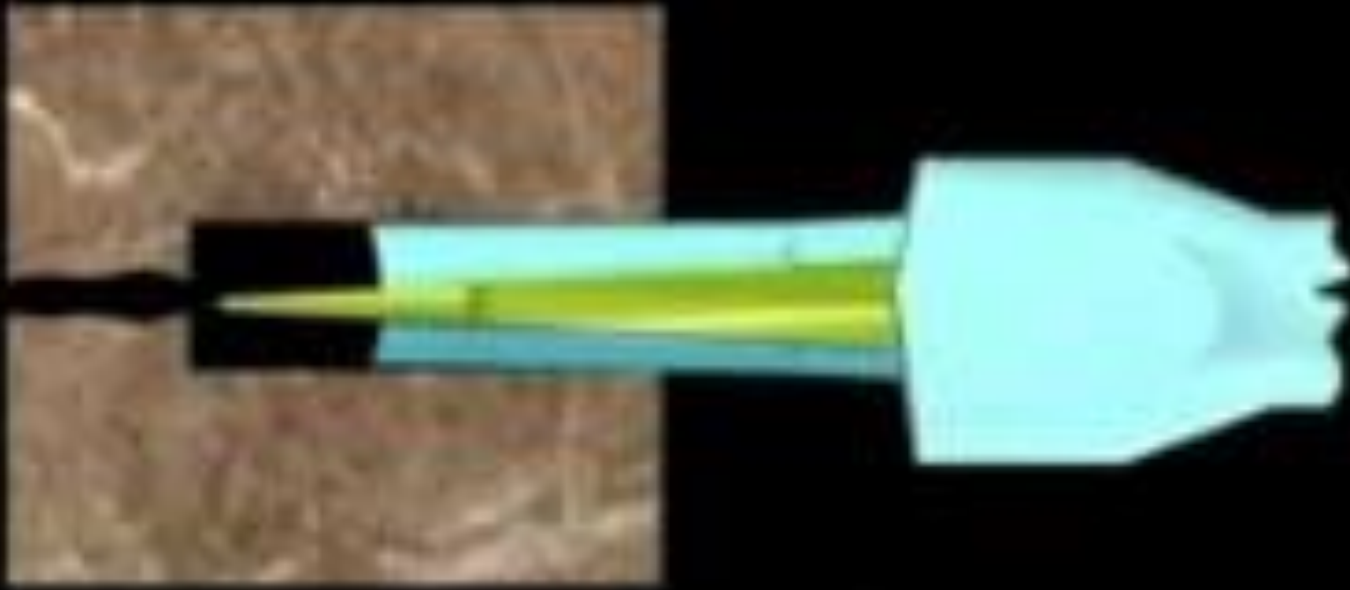


## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



## ГІДРАВЛІЧНІ КЛИНИ Darda



Splitting distance up to 80 mm

## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

## ГІДРАВЛІЧНІ КЛИНИ Darda



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



## ГІДРАВЛІЧНІ КЛИНИ Darda

## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



## ГІДРАВЛІЧНІ КЛИНИ

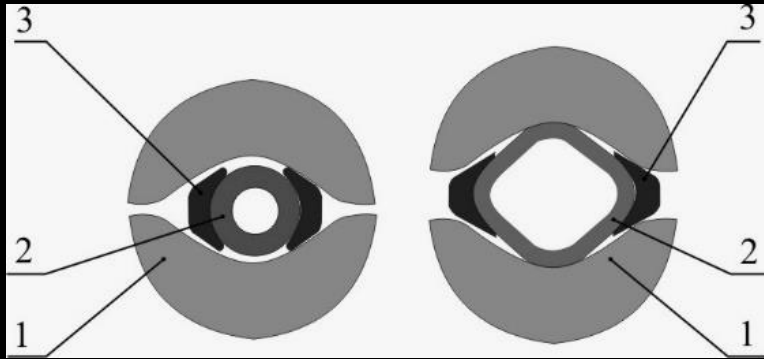


## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



# ЦИЛІНДРИЧНІ ГІДРОРОЗКОЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ



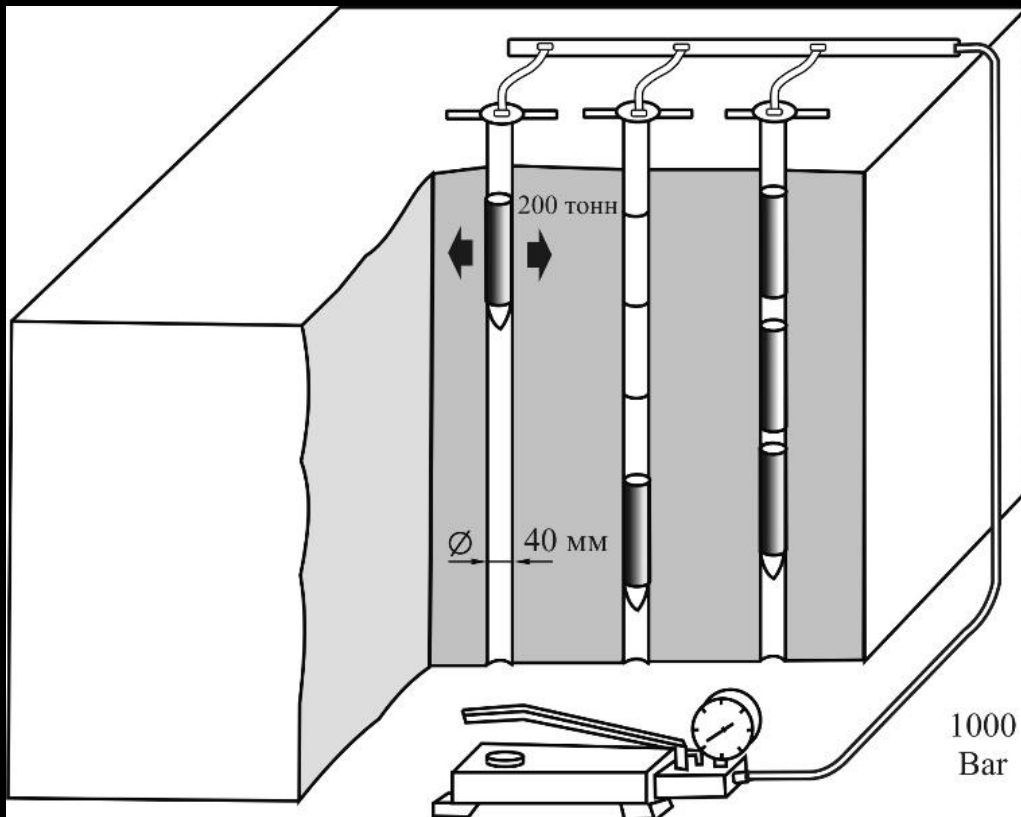
Принцип дії ГРП:  
*а – вихідне положення;*  
*б – робоче положення*

# МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

Схема застосування ГРП

гідророксплітери (Hydro Rock Splitter – HRS).



# ЦИЛІНДРИЧНІ ГІДРОРОЗКОЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

Характеристики гідророзколювальних пристроїв  
(гідророксплітерів)

Характеристика	Марка ГРУ			
	ГРУ-40-04	ГРУ-90-01	ГРУ-100-01	Minisplit
Робочий тиск в гідросистемі, МПа	до 150	до 150	до 150	100
Максимальне розколювальне зусилля, МПа	0,22	15	21	2
Збільшення діаметру ГРП, мм	10	25	30	
Габаритні розміри, мм	200×42	300×90	500×100	530×40
Маса, кг	2,8	8	15	3
Час створення максимального тиску (при ручному приводі), с	30	60	90	–

## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



# ЦИЛІНДРИЧНІ ГІДРОРОЗКОЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

## Технічна характеристика гідророкспліттерів HRS

Параметри	Модифікації HRS				
	HRS-100	HRS-97	HRS-60	HRS-40	HRS-33
Маса, кг	25	24	8	3	1,5
Діаметр, мм	100	97	60	40	33
Довжина, мм	585	585	556	355	325
Допустимий розтяг пуансонів, мм	18	18	14	9	7
Об'єм гідросистеми, мл	670	670	320	80	50
Робочий тиск, МПа	125	125	120	100	90
Зусилля на розтяг, кН	8500	8500	4000	1800	1000

# МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

## ЦИЛІНДРИЧНІ ГІДРОРОЗКОЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.





## ЦИЛІНДРИЧНІ ГІДРОРОЗКОЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

## НРС (невибухово-руйнівні суміші)

Застосовують НРС розбавленими їх водою в співвідношенні 10:3 (тверда фаза : рідина). Суміш, яка має рідку консистенцію, поміщається в шпури, де вона під дією реакції гідратації твердіє і розширюється, розвиваючи на стінки шпурів тиск до 40 МПа.

За технології застосування НРС рекомендують

- глибину буріння шпурів 0,8–0,9 від висоти блоків;
- відстань між шпурами – 15–30 см при діаметрі 30–42 мм;
- питома витрата НРС – 4–5 кг/м<sup>3</sup> при відокремленні мармурових монолітів та 6–7 кг/м<sup>3</sup> при відокремленні гранітних монолітів



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



## НРС (невибухово-руйнівні суміші)

Гранична відстань між шпурами  $a$ , на якому розвивається тріщина визначається за формулою:

$$a = \frac{2\pi r P}{\sigma_p}$$

або

$$a = r \cdot \sqrt{\frac{E}{2 \cdot P}}$$

де  $r$  – радіус шпуру;

$P$  – максимальний тиск, який створюється НРС;

$E$  і  $\sigma_p$  – відповідно, модуль Юнга і межа міцності породи на розтяг в площині шпурів.



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

## НРС (невибухово-руйнівні суміші)

### Переваги НРС:

- беззвучність розколювання каменя;
- відсутність сейсмічного ефекту, розльоту осколків породи, викиду твердих і газоподібних продуктів.

### Недоліки:

- неможливість використання НРС при мінусовій температурі;
- велика тривалість розколювання породи (20...70 год).



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



## НРС (невибухово-руйнівні суміші)



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

## НРС (невибухово-руйнівні суміші)



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.

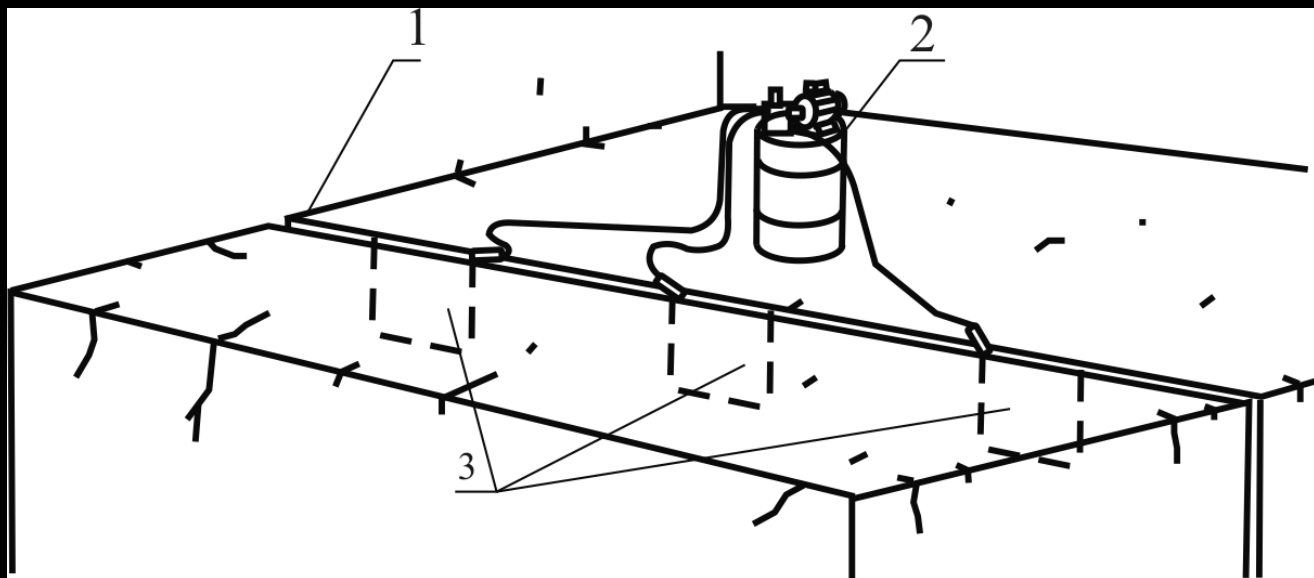


## НРС (невибухово-руйнівні суміші)



## МЕТОДИ ВІДКОЛЮВАННЯ

1. Методи відколювання миттєвої дії.
2. Методи силової динамічної дії.
3. Методи статичної дії.



**Схема застосування гідравлічних подушок:**

*1 – пропиляна щілина; 2 – гідравлічний насос; 3 – гідравлічні подушки*

**Завалення монолітів здійснюється за допомогою:**

- гідравлічні або пневматичні подушки;
- гідравлічні домкрати;
- механічні скребки або ківш гідравлічного екскаватора.
- лебідки.

## МЕТОДИ ЗАВАЛЕННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОГО МОНОЛІТУ

Технічні характеристики подушок,  
що розширюються:

потужність двигуна – 2,2 кВт;

маса двигуна – 30 кг;

робочий тиск води – 3 МПа;

зусилля, що розвивається кожною  
подушкою – 3 МН,

товщина подушки – 2 мм;

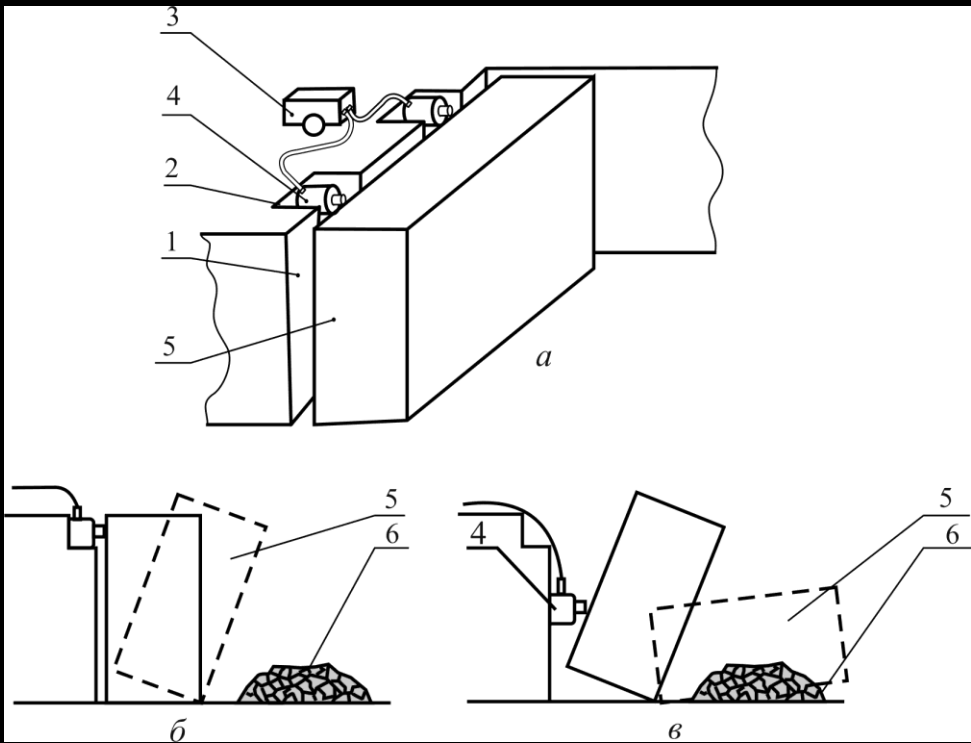
маса подушки – 7–15 кг.



# МЕТОДИ ЗАВАЛЕННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОГО МОНОЛІТУ

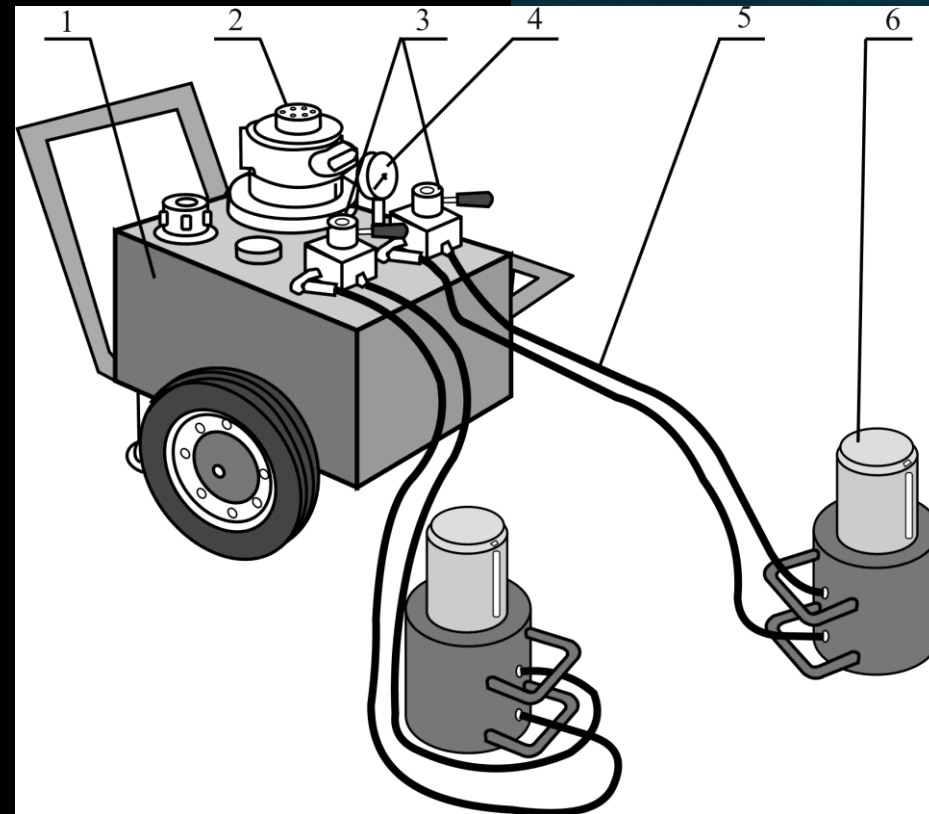


# МЕТОДИ ЗАВАЛЕННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОГО МОНОЛІТУ



## Схема застосування гідравлічного домкрата:

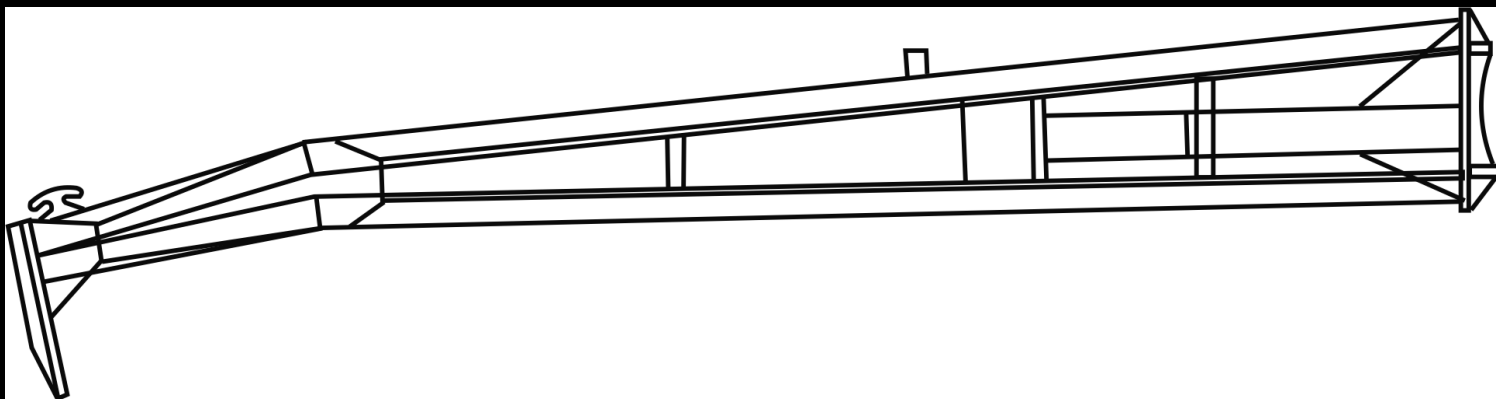
*а – установка гідродомкрата; б – початковий процес перекидання моноліту; в – перекинутий моноліт; 1 – пропиляна щілина; 2 – вирубана ніша; 3 – гідравлічний насос; 4 – гідродомкрат; 5 – відокремлений моноліт; 6 – подушка з інертного матеріалу*



## Комплекс обладнання гідродомкратів з маслостанцією:

*1 – бак маслостанції;  
2 – електродвигун насоса;  
3 – рукоятки вмикання домкратів;  
4 – манометр;  
5 – шланги високого тиску;  
6 – гідродомкрати*





Загальний вигляд шкребка

# МЕТОДИ ЗАВАЛЕННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОГО МОНОЛІТУ



Технічні характеристики шкребків

Тип шкребка	Марка базового навантажувача	Довжина, м	Маса, кг
I	Cat980F/GWA500	6–8	3500
II	Cat 988 F WA 600 L330C	8–12	5500
III	Cat 990 WA 700	8–12	6500
IV	Cat 992 D WA 800	12–15	7500

# МЕТОДИ ЗАВАЛЕННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОГО МОНОЛІТУ





# МЕТОДИ ЗАВАЛЕННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОГО МОНОЛІТУ



# МЕТОДИ ЗАВАЛЕННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОГО МОНОЛІТУ

