

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

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

# ПРОЦЕСИ ТА ІНСТРУМЕНТИ КАМЕНЕОБРОБКИ

Тема 6

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

Основні фізико-механічні властивості, котрі визначають здатність до руйнування:

- механічна міцність – характеризується межею міцності за умов одноосного стискання;
- твердість – характеризується межею міцності при вдавлюванні штампю;
- щільність – характеризується відношенням маси речовини до об'єму, який вона займає;
- пружність – характеризується модулем пружності  $E$ ;
- пористість;
- пластичність – характеризується модулем зсуву  $G$  і коефіцієнтом поперечної деформації  $\mu$

## ОБРОБЛЮВАНІСТЬ ТА ВЛАСТИВОСТІ КАМЕНЮ

# ПРОЦЕС РІЗАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД

На різець діють:

$R_{різ}$  – сила опору різанню (руйнуванню породи передньою гранню різця);

$R_{п}$  – зусилля опору подачі, яке з'являється при заглибленні різця у породу та відтискає різець;

$R_{тр}$  – сила тертя вздовж площадки притуплення;

$R_{пк}$  – зусилля, що виникає при появі радіуса заокруглення, скероване вздовж тіла різця (співпадає з  $R_{п}$  за напрямком)



За будь-якого способу обробки каменю виконується наступна технологічна схема виробництва: наближена, а потім точна обробка виробів за формою і розмірами, фактурна обробка.

До наближених процесів обробки належать: розпилювання, обколювання та оспицьовування, наближена термообробка.

До точних процесів обробки належать: обкантовування (фрезерування), витесування, термообробка.

До фактурної обробки – шліфування й полірування, витесування, термообробка, ультразвукова обробка.

Фактурна обробка надає виробу необхідний декоративний вигляд або здійснюється з метою захисту від зовнішніх впливів.

## ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ

Технологічні процеси обробки каменю передбачають надання каменю певної форми та розмірів, а його лицьовій поверхні – заданої фактури.

# ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ

Розрізняють два види фактур: **абразивні та фактури** сколювання.

**Абразивні фактури** об'єднують наступні види обробки каменю:

- полірування (полірована фактура);
- шліфування без накатування глянцю (лощена фактура);
- шліфування абразивами (шліфувана фактура);
- розпилювання штабовими та канатними пилами (пиляна А фактура);
- розпилювання дисковими та стрічковими пилами (пиляна Б **фактура**).

**Фактури сколювання** охоплюють:

- прорізування гребінкою з твердосплавними різцями (рифлена фактура);
- вплив струменем високотемпературного газу (термостійка фактура);
- обробка хрещатою (хрестоподібною) бучардою (точкова фактура);
- обробка пластинчатою бучардою або фрезою, що котиться (борозниста фактура).

## ОСНОВНІ ФАКТУРИ ТА ОПЕРАЦІЇ ДЛЯ ЇХНЬОГО ОТРИМУВАННЯ

## ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ

Основні фактури та операції для їхнього отримання [14].

Фактура	Тип операції
<b>Пласка поверхня</b>	
Поверхня, яка утворилася після видобутку у кар'єрі	Природна фактура, отримана без додаткової обробки
Фактура сколювання	Розколювання на каменокольних пресах, витесування на верстатах
Пиляна фактура	– поверхня після штрипсового розпилювання; – поверхня після розпилювання алмазними дисковими пилами; – поверхня після алмазно-канатного розпилювання
Ударна фактура	– точкова ударна фактура різними інструментами (шпунтами, бучардами, фасонними молотками, піскострумінна обробка); – лінійна ударна фактура (інструмент – долота, скарпелі, ножі, скребки та ін.)
Шліфувана фактура	– калібрування; – шліфування; – тонке шліфування; – лощіння; – полірування.
Фактура після хімічної обробки	Неоднорідна за висотою фактура
Штучне старіння, „антік“	Алмазні або абразивні щітки
Штучне старіння водою	Обробка під високим тиском водою із додаванням абразиву
Лазерна фактура	Обробка лазером з отриманням нерівномірної фактури
Термооброблена фактура	Обробка відкритим вогнем за допомогою горілок
<b>Крайки, торці</b>	
Всі види обробок	– всі елементи стиків між горизонтальними й вертикальними облицювальними елементами; – всі види обробок крайок виробів з каменю, які стикаються з іншими елементами при будівництві



# ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ

Фактура лицьової поверхні наступні ознаки:

**Полірована** фактура – із дзеркальним блиском, чітким віддзеркалюванням предметів, без слідів попередньої обробки. Полірування особливо яскраво виявляє колір та малюнок каменю.

**Гладка** матова (лощена) – бархатисто-матова поверхня без слідів попередньої обробки з повним виявленням малюнка каменю.

**Шліфована** – рівномірно шерхла, з отриманими тільки при шліфуванні нерівностями рельєфу висотою до 0,5 мм. Шліфування робить поверхню рівномірно шерхлою, малюнок каменю нечіткий.

**Пиляна** – нерівномірно шерхла, з нерівностями рельєфу висотою до 2 мм, грубіша, ніж шліфована поверхня, з виявленим кольором та малюнком каменю

**Термооброблена** – шерхла поверхня із слідами шелушіння від високотемпературного газового струменя, має вигляд дещо „оплавленої“, що дозволяє яскравіше, ніж при шліфуванні, виявити колір та малюнок каменю. Рекомендують для зовнішніх сходів.

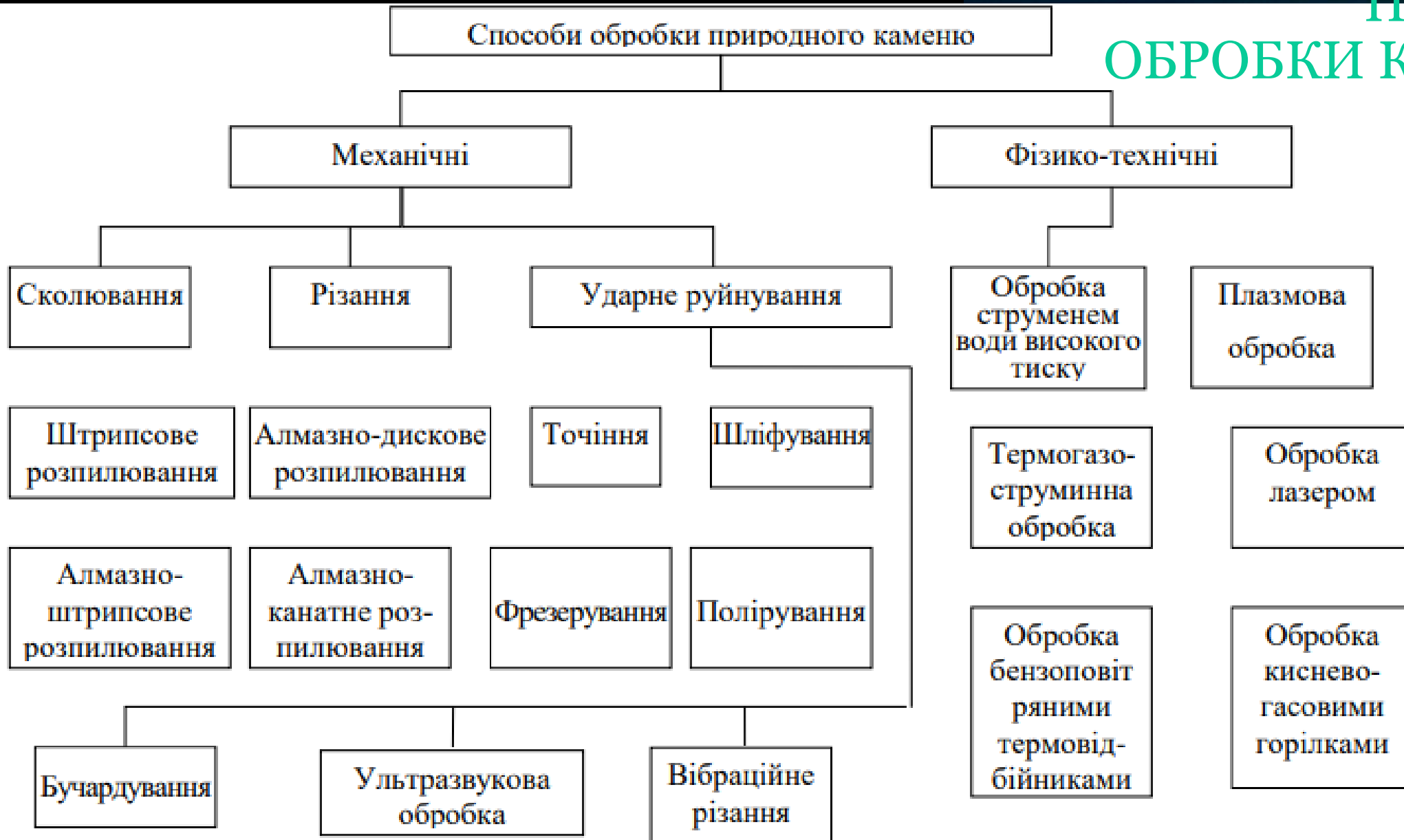
**Точкова** (бучардована) – рівномірно шерхла, з нерівностями рельєфу висотою до 5 мм.

Фактура **сколювання „Скеля“** (або „Пласка скеля“, „Гранітна скеля“).



Фактури **штучного старіння** лицьової поверхні плит з натурального каменю отримують різними методами. Рекомендуються для „фактурних“ пористих порід і м'яких мармурів.

# ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ





# ВИДИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ

**Полірування, лощіння і шліфування** – специфічна обробка основна мета якої – досягнення максимально гладкої поверхні гірської породи.

Виконуються ці процедури за допомогою алмазного інструменту, спеціально створеного для обробки каміння.

Різниця використовуваного пристосування полягає в тому, який результат потрібно досягти.

Для шліфування використовується поверхня з більшою фракцією алмазного покриття, для лощіння – середня фракція, для полірування – найдрібніша.

Різна фракція алмазного покриття знімає всі можливі нерівності з кам'яної поверхні і надає виробу гладкість як «на вигляд» так і на дотик.



# ВИДИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ

**Термічна обробка** – зняття полірованої поверхні з натурального каменю.

Мета цієї процедури полягає в створенні шорсткостей на поверхні матеріалу. Досягається така фактура шляхом впливу вогню на ділянки каменю, внаслідок чого відбувається вигорання мінералів, які входять до складу породи і утворюються характерні виїмки.

Використовують таку технологію для:

- Створення цікавих фактур з мінімальними витратами;
- Того, щоб прибрати ефект ковзання з плитки;
- Зорового згладжування перепадів в висоті і дефектів в встановлених гранітних плитах;
- Додання зорового ефекту постарілого каменю твердих порід.





**Використання абразивних щіток** – дряпання поверхні для додання їй шорсткості.

Метод використовується для штучного старіння виробів з м'яких видів граніту і мармуру.

Часто абразивні щітки використовують для зниження ковзання поверхонь сходів і плит, надання рельєфної фактури готовим виробам.

Такий спосіб обробки дає можливість створити або відтворити виріб в благородному стилі «антик», і найбільш часто застосовується в процесі реставраційних робіт.

Створені за допомогою абразивних щіток кам'яні вироби мають витончену, антикварну фактуру, чим і обумовлена популярність цього стилю в оформленні кам'яних елементів декору.

## ВИДИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ





# ВИДИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ

**Бучардування** – створення зернистого ефекту на поверхні за допомогою спеціального інструменту – бучарди – шліфувальної машини з зубчастими дисками.

Ця техніка створює на поверхні каменя шорсткість, яка може регулюватися.

Після такої обробки камінь набуває сірий, асфальтовий колір.

Популярність використання цього методу полягає в протиковзаючому ефекті. З цією метою кам'яні плити для сходів і підлогових покриттів душових, ванних кімнат і басейнів піддають бучардуванню.

Ступінь зернистості регулюється. Для цього обробка може проводитися твердосплавними зірочками або пневматичними інструментами з голкоподібними наконечниками. Наприклад, для створення більш грубої поверхні використовують пневматичні інструменти.

**Колота обробка** – спеціальна методика, що дозволяє надати новій кам'яній поверхні монументальної природності за допомогою створення відколів у вигляді природних ушкоджень, що з'являються на кам'яних поверхнях під багатовіковим впливом опадів. Такий спосіб створення фактури поверхні використовується для кам'яних огорож, оформлення фасадів та інших декоративних елементів.

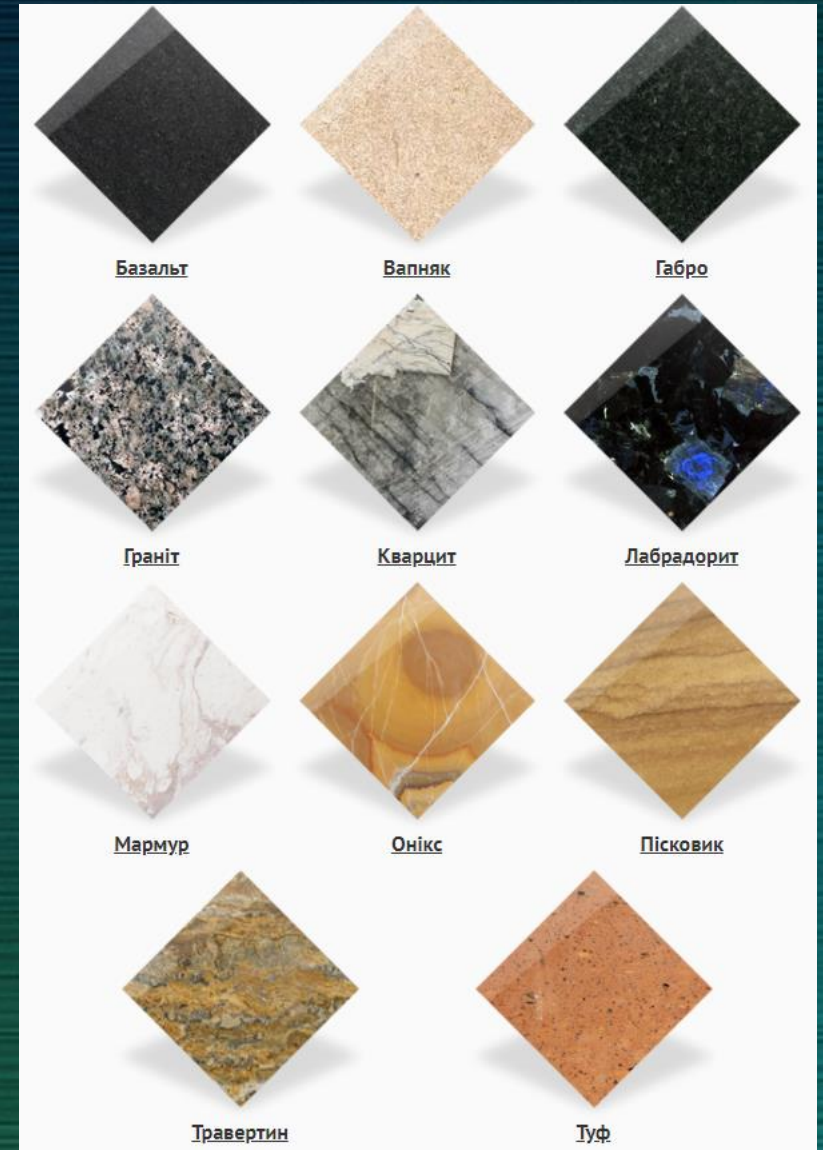
# ВИДИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ

**Піско і дробостр** – обробка кам'яних поверхонь для створення дрібної або крупної шорсткості.

Технологія полягає в тому, що на матеріал впливає спрямований струмінь повітря під тиском, з елементами абразиву дрібної або більшої фракції. В основному застосування цієї техніки поширено в оформленні підлогових і інших поверхонь для створення нековзних ділянок.

Використання сучасних, інноваційних інструментів дозволяє застосовувати цей метод для нанесення на кам'яні поверхні точних малюнків, написів і декоративних елементів різного розміру.

Фактурна шорсткість, яка надається матеріалу після піскоструминної або дробоструминної обробки зробила цю технологію поширеною в зовнішніх роботах.

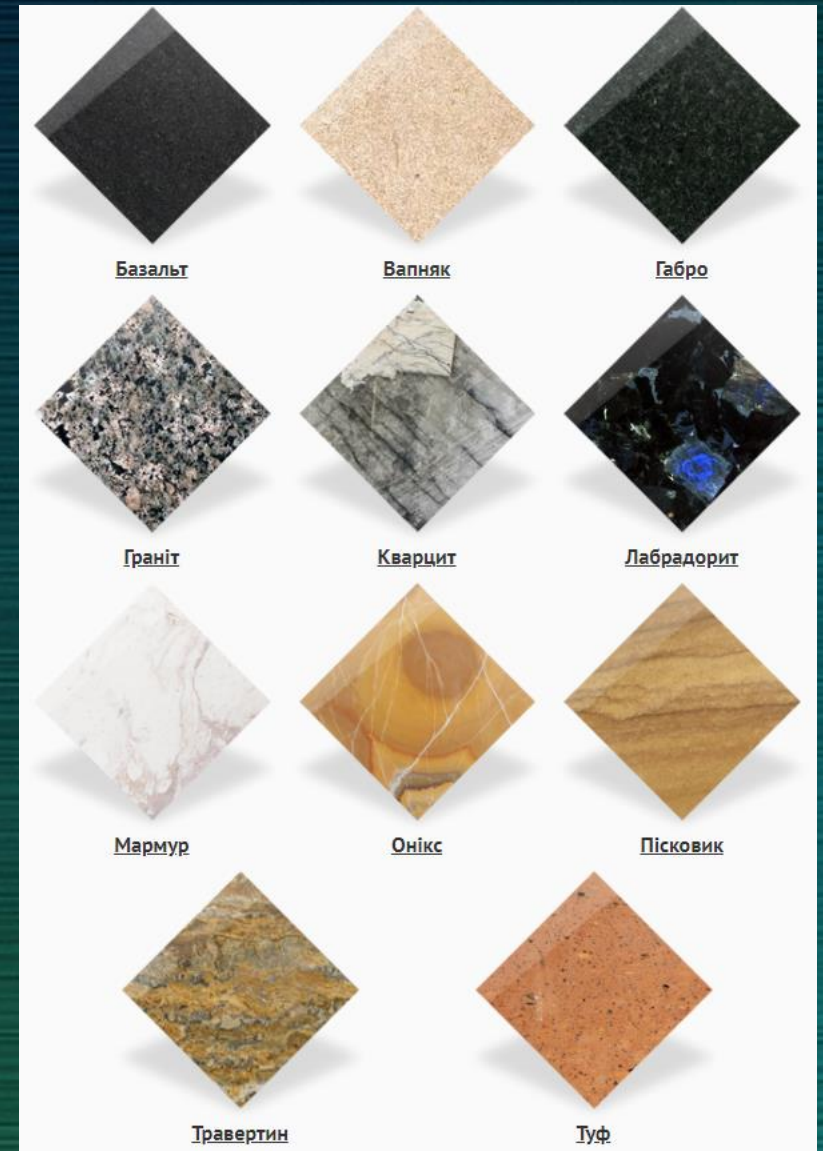




Технологічний процес обробки різанням здійснюють у дві стадії:

- обробка каменю за формою та розмірами (поділяється на наближену та точну);
- фактурне оздоблювання каменю, під час якого форма за звичай не змінюється і оброблюється лише лицьова поверхня виробу. Лицьовій поверхні надається заздалегідь визначена шорсткість (зокрема – блискуча гладкість), яка зумовлюється декоративними особливостями каменю та його призначенням.
- Найбільш трудомісткий процес (40-50%) загальних витрат) – розпилювання блоків на плити чи бруски – заготовки. На долю фактурної обробки припадає 25-35%, на обкантивання – до 10% загальних витрат. Собівартість сировини у собівартості продукції – 20-25%, фактурна обробка є багатоступеневою, значною мірою залежить від якості висхідної поверхні розпилу, тобто визначається методом попередньої (первинної) обробки.

## ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ КАМЕНЮ

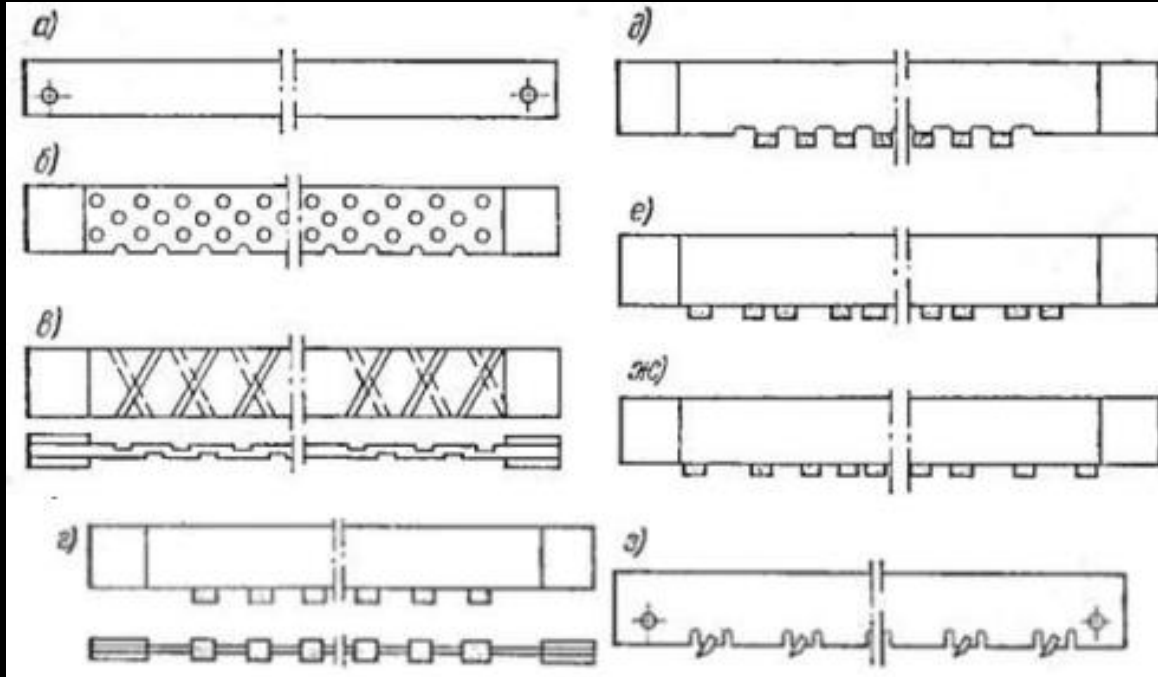




## Штрипсові (штабові, смугові) пили

Бувають двох типів:

- гладкі (рис. а);
- армовані пластинками із твердого сплаву (з).



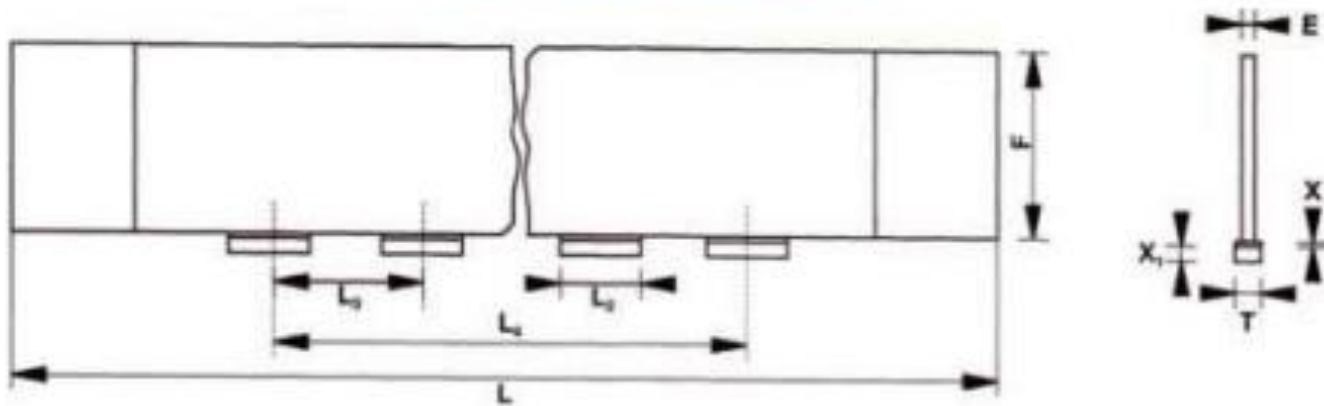
**Штрипсові пили.** а) – неармована; б) – перфорована; в) – з канавками; г) – алмазна з нормальним кроком ріжучих елементів; д) – алмазна з температурними пазами; е) – алмазна з кроком ріжучих елементів, який чергується; ж) – алмазна з кроком ріжучих елементів, який збільшується від центру пили до периферії; з) – армована пластинками з твердого сплаву (ВК8).

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Для каменеобробки  
використовують:

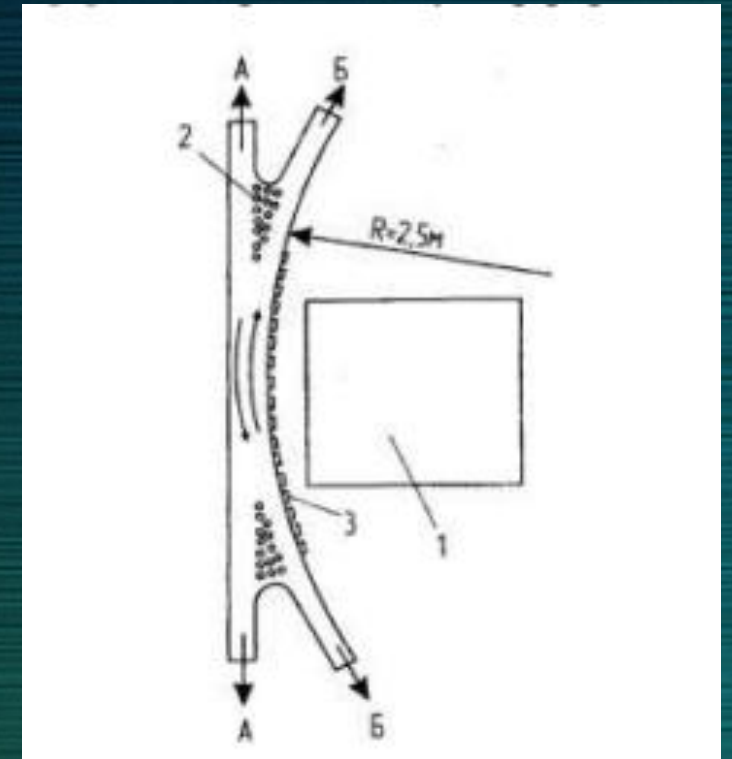
1. Штабові (полосові) пили (штрипси).
2. Алмазно- штабові пили (алмазні штрипси).
3. Дискові пили, алмазно-дискові пили (алмазні відрізні круги).
4. Канатні пили, алмазно-канатні пили.
5. Алмазно-стрічкові пили.
6. Барові пили, алмазні барові пили.
7. Фрези.
8. Шліфувально-полірувальні круги та головки

## АЛМАЗНІ ШТРИПСОВІ ПИЛИ



Алмазний штрипс фірми TYROLIT

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ



Пила з криволінійною ріжучою кромкою

1 – розпилюваний блок;  
2 – перфорація; 3 – різальна кромка.



# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Дискові пили, алмазно-дискові пили (алмазні відрізні круги)

Переваги:

- сегментні пили навіть за великих діаметрів можуть виготовлятися на порівняно простому обладнанні, оснащення потребує меншої кількості алмазів,
- при роботі споживається менше електроенергії. Можливим є виготовлення інструменту будь-якого діаметру, як наслідок – широка область застосування.
- забезпечується додаткове охолодження і виведення шламів, що утворюються при різанні (але за тривалої безперервної роботи перегрів диску все ж таки можливий, тож через кожні 1,5 хв експлуатації необхідними є 20-30 сек. обертання на холостому режимі): призначені для сухого різання.

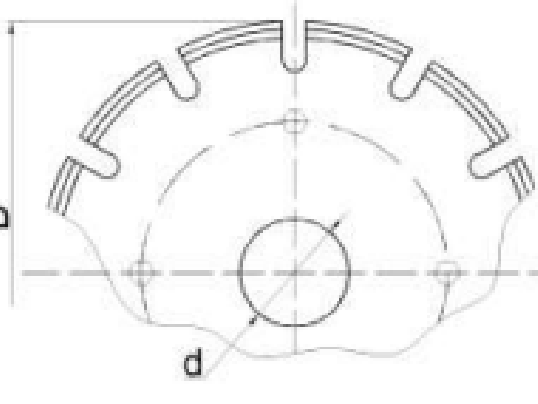


Рис. 2.8 Конструкція різальної кромки алмазних відрізнних дисків: а – із суцільною різальною частиною; б – із вузьким пазом; в – з нормальним пазом (у формі літери U). Позначено:  $S$ ,  $H$  – відповідно товщина й ширина алмазного шару,  $d$  – діаметр посадкового отвору,  $D$  – зовнішній діаметр диску.



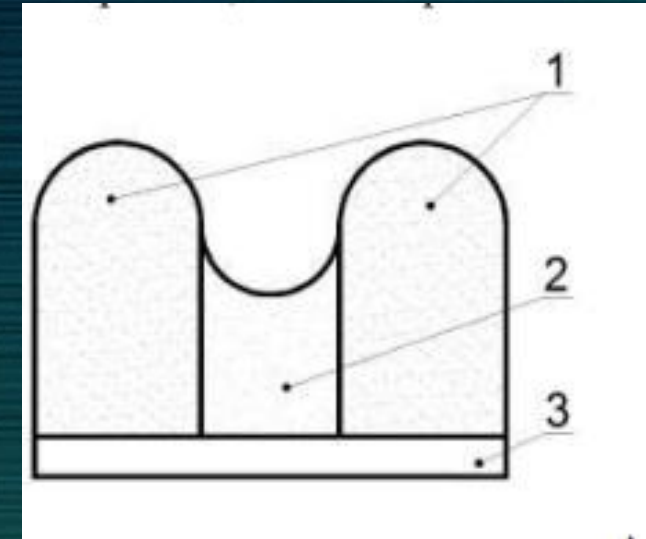
## Дискові пили, алмазно-дискові пили (алмазні відрізні круги)

Основні розміри сегментних пил.



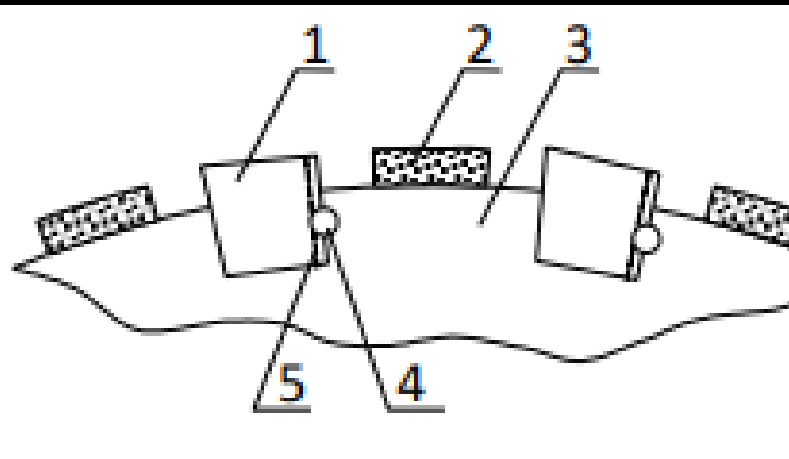
$D$	250	320	400	500	630	800	1000	1100	1250	1400	1600	2000
$d$	32	32	50	50	50	90	120	120	120	120	180	180
$b$	2,6	3,0	3,2	3,8	4,2	5,5	6,5	6,5	7,0	7,5	9,0	12,0

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ



Сегмент типу „Сендвич“ для алмазних дискових сегментних пил:

- 1 – зовнішній шар з високою концентрацією алмазів (50-100%);
- 2 – центральний шар із зниженою концентрацією алмазів (12,5...25%);
- 3 – безалмазна основа (підкладка).



Сегментна алмазна дискова пила:

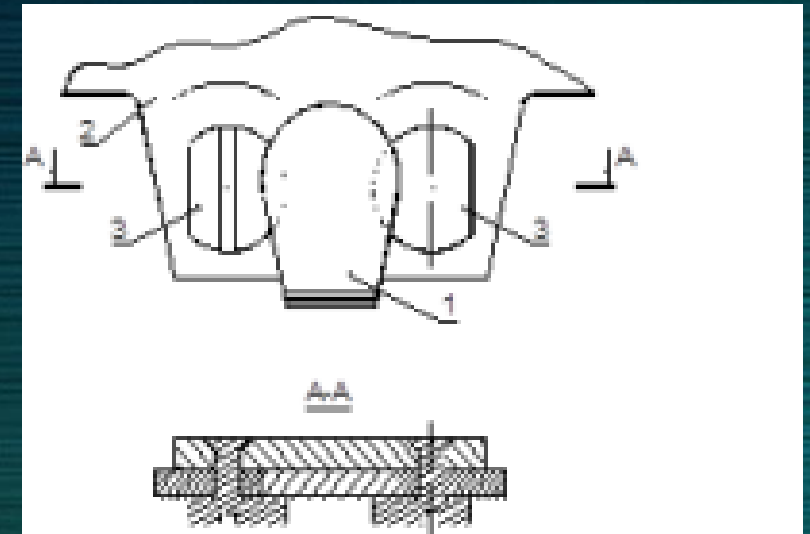
- 1 – „чистильник“,
- 2 – алмазоносний сегмент,
- 3 – корпус пили,
- 4 – заклепка,
- 5 – паз „ластівчин хвіст“

## Дискові пили, алмазно-дискові пили (алмазні відрізнні круги)

Конструктивні пропозиції, які сприяють поліпшенню якості обробки:

- Для зменшення виколювання крайок виробу робочу поверхню інструменту виконують по спіралі Архімеда.
- Виконують потовщення у зоні посадкового отвору з метою зменшити відхилення диску.
- Застосовують оригінальну конструкцію різальної кромки для зменшення кількості відколів.
- Використовують бічні Т-образні сегменти для захисту диску від зношення й попередження защемлення в оброблюваному матеріалі.
- Французький патент: порожниста пила з корпусом із двох склепаних дисків з рядом спеціальних каналів на периферії для подачі рідини у зону різання.
- Для різання твердих матеріалів максимально наближують алмазоносні сегменти. Для м'яких і середньої твердості порід застосовують ступінчасте розташування сегментів.
- Для швидкої заміни ріжучих елементів 1, які мають клиновидну форму із кріпленням у вигляді замку, на корпусі 2 пили передбачують різноманітні фіксатори, наприклад, у вигляді двох поворотних головок 3, які мають форму дисків спеціальної форми, що їх встановлено по обидва боки від заглибини у корпусі, де розміщено ріжучий сегмент 1

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ



Сегментна пила із швидкою заміною ріжучого елемента:

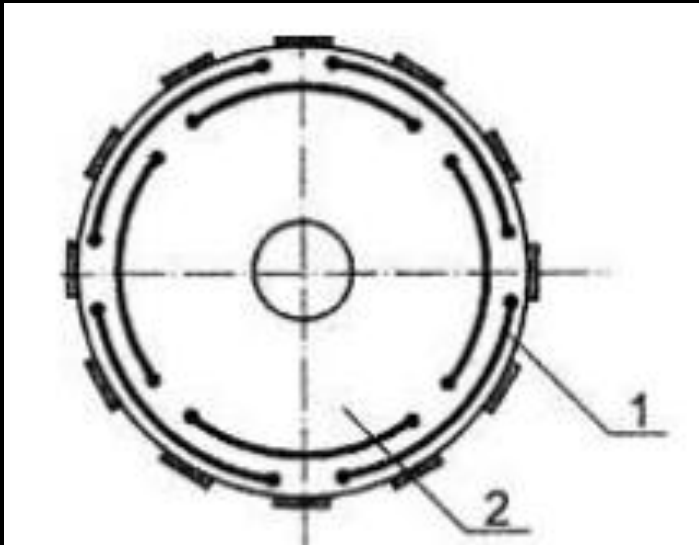
1 – ріжучий елемент,

2 – корпус пили,

3 – поворотні головки із зрізом

## Дискові пили, алмазно-дискові пили (алмазні відрізні круги)

# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ



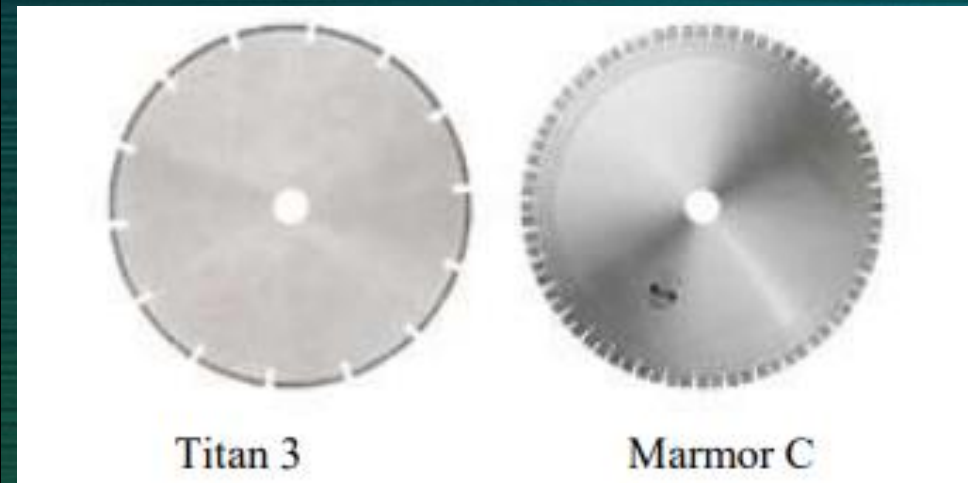
Дискова пила із кільцевими прорізами:  
1 – кільцеві прорізи;  
2 – полотно пили

Рекомендовані режими різання дисковими пилами (кругами).

Матеріал	Швидкість різання, м/с	Продуктивність, см <sup>2</sup> /хв	Глибина різання, мм
Мармур твердий, сланець, серпентиніт	35-40	1000-1500	20-50
Мармур абразивний, доломіт	45-50	2000-3000	50-100
Мармур м'який, вапняк, травертін	50-60	4000-5000	100-200



Диски для різання низькоабразивних порід



Алмазні диски для граніту та мармуру



# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Дискові пили, алмазно-дискові пили (алмазні відрізни круги)

		
<p>а) – DISTAR Turbo adtns 230</p>	<p>б) – диск Ehwa GE-AIR турбо 230</p>	<p>в) – диск turbo TS 125</p>
		
<p>г) – диск Ehwa GE-AIR турбо</p>	<p>д) – диск Sankyo «LW-SR9» з фланцем 230 мм</p>	<p>е) – диск турбо з подовжувачем</p>
		
<p>ж) – диск сегментний SA 230F</p>	<p>з) – турбо-сегментний диск Shinhan LTS 230</p>	<p>і) – диск turbo MULTI 125F</p>

		
<p>к) – диск Tiger Claw</p>	<p>л) – диск сегментний LWSP 125</p>	<p>м) – Sankyo «RI» турбо</p>

## ВІДРІЗНІ АЛМАЗНІ КРУГИ

# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Диск горизонтального різання:

- а) – в позиції обробки;
- б) – в процесі складання;
- в) – елементи встановлення

Дискові пили, алмазно-дискові пили  
(алмазні відрізни круги)



а)



б)



в)



# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

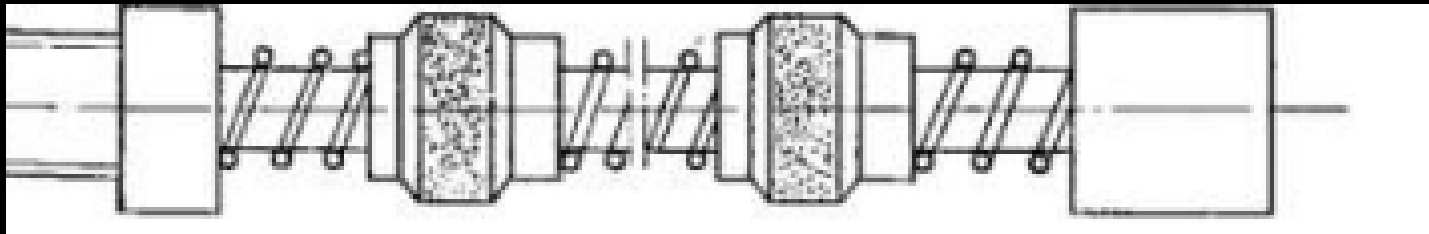
Дискові пили, алмазно-дискові пили  
(алмазні відрізні круги)



Розрізування каменю  
дисковими пилами (на  
багатопильних та на  
однопильних верстатах)



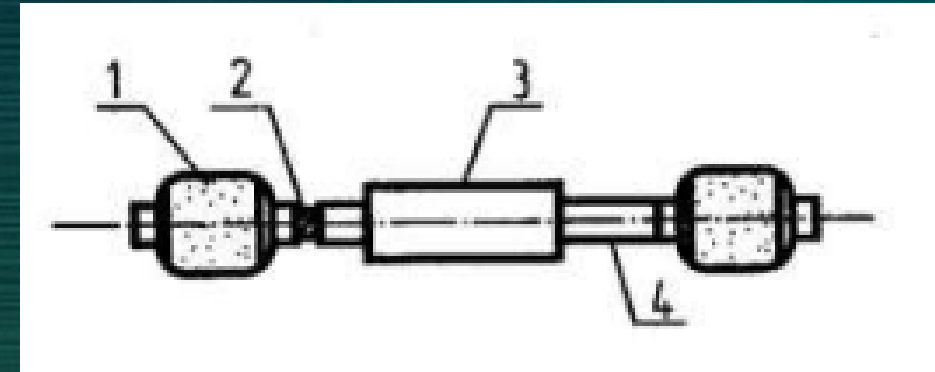
Алмазні канатні пили застосовують як для видобування, так для обробки каменю, зокрема для розпилювання великих блоків (довжиною до 5 м), пасерування блоків, різання плит та масового виробництва плит на мультіканатних машинах, контурного різання.



## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Канатні пили, алмазно-канатні пили

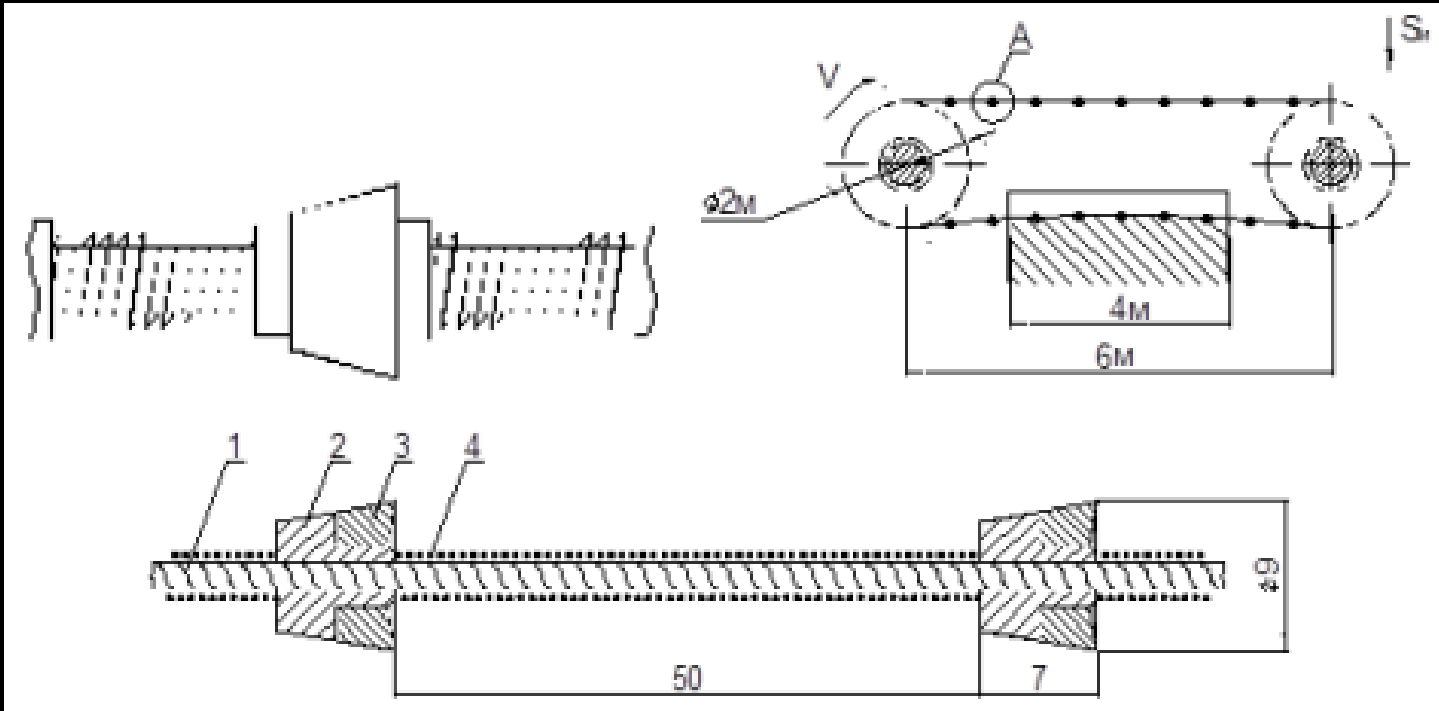
Належать до гнучкого різального інструменту



Елементи алмазно-канатних пил.  
Позначено: 1 – алмазна різальна втулка;  
2 – сталевий канат; 3 – розділовий  
елемент (втулка); 4 – захисний  
амортизуючий шар

# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Канатні пили, алмазно-канатні  
пили



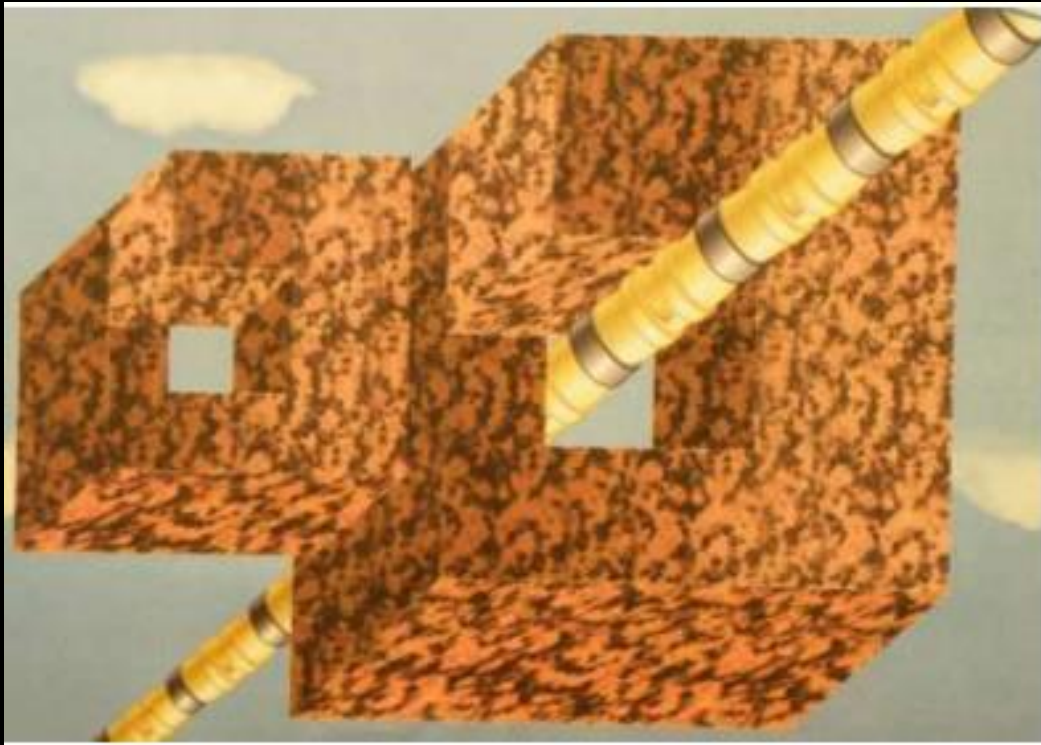
1 – канат, 2 – втулки, 3 – кільце (різець) з твердого сплаву,  
4 – пружина

Канатні пили з твердосплавними кільцями



# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

## Канатні пили, алмазно-канатні пили



а) – алмазний канат з гумовим покриттям

Характеристика канату: діаметр алмазоносних втулок – 11мм,  
алмазоносний шар – 1,5 мм, 35-40 втулок на 1 м довжини канату,  
діаметри розділових втулок 8 мм.



б) – алмазний канат з пластифікованим покриттям.

Продуктивність по твердому мармуру 4-6 м<sup>2</sup>/год.



в) – алмазний канат з пружинними блоками (26-32спечені алмазні втулки).

Продуктивність по вапняку й мармуру 6-14 м<sup>2</sup>/год



Алмазно-канатні пили фірми TYROLIT для розробки кар'єрів та випилювання блоків з вапняку та мармуру



# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

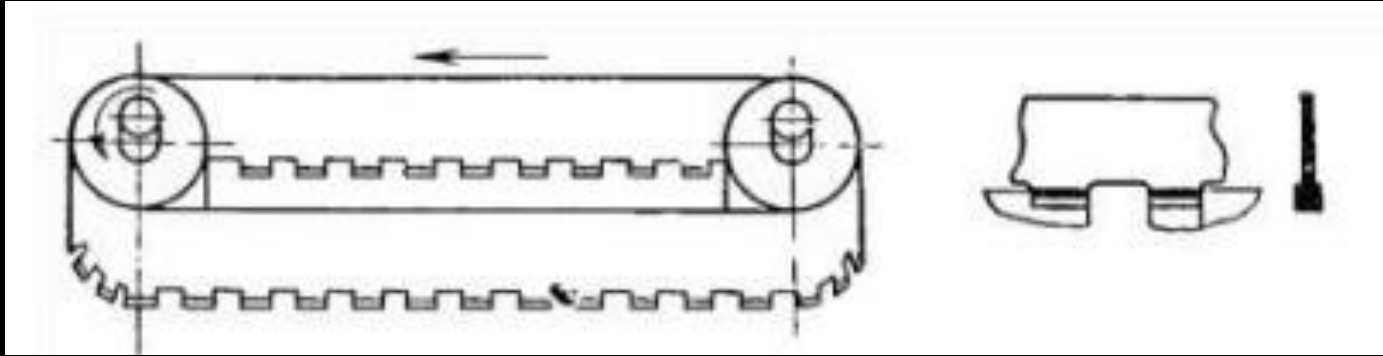
Канатні пили, алмазно-канатні пили

Канат виробництва фірми Wanlong Stone Machinery Co (Китай) призначений для розрізування кам'яних блоків (мармур, граніт, пісковик, вапняк), профілювання, використання у кар'єрах. Має малу ширину різку, є ефективним (хороша різальна здатність), мал шумна, екологічна.



Конструктивні параметри канатних алмазних пил фірми Wanlong Stone Machinery Co.

Діаметр, мм	Кількість алмазних „бусин“ на метр	Лінійна швидкість, м/с	Використання
8,5/8,8	37	20-30	Граніт, пісковик
11	40	20-30	Граніт, пісковик
11,5	40	20-30	Граніт, пісковик
11,5	40	20-30	Граніт, пісковик
8,5/8,8	37	25-35	мармур
11	28	25-35	мармур



Стрічкова алмазна пила (армована алмазними різальними елементами)

### Переваги стрічкових пил:

- незначна товщина корпусу;
- високий коефіцієнт використання інструменту;
- можливість розпилювання блоків значної довжини;
- висока швидкість різання;
- підвищена еластичність корпусу.

### Недоліки:

- невисокий ресурс стрічки (корпусу);
- неможливість використання інструменту в багатопильних вертатах

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

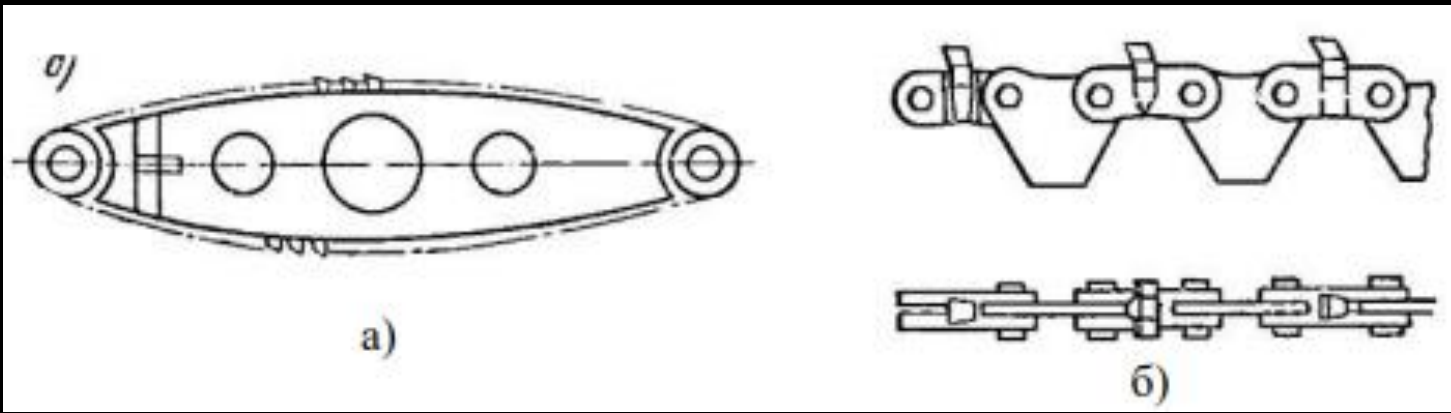
### Алмазно-стрічкові пили

**Стрічкова пила** – це гнучка нескінчена стрічка з високолегованих сталей, має довжину 10-15 м, ширину 150-180мм, товщину 1,1-1,6 мм.

Розміри алмазних брусків:  
товщина 2,2-2,6 мм, довжина  
зубу – 10 мм, шаг між зубцями  
– 50 мм.

Діаметр шківів – 1,5-3,0 м





Барова твердосплавна пила, армована твердосплавними різцями: а) – загальний вигляд; б) – пила з полегшеним ланцюгом із трипозиційним розміщенням різців (для каменів низької міцності)

**Область застосування:** добування вапняку-черепашника міцністю 3-5 Н/мм<sup>2</sup>, туфу, мармуру. Вирізають великі блоки, потім їх розрізають на штучний камінь або облицювальні плити. Може використовуватися при добуванні каменю відкритим та закритим способом.

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Барові пили, алмазні барові пили

**Переваги** у порівнянні з дисковими пилами:

- можливість різання на велику глибину;
- можливість спростити та здешевити конструкцію за рахунок усунення редуктора;
- зручність переналадки для роботи у горизонтальній або вертикальній площині.

**Недоліки:**

- абразивне зношення шарнірів;
- динамічні навантаження, які виникають у ланцюгу.



# Порівняльна характеристика параметрів розпилювання

# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Інструмент	Габарити інструмента	Міцність породи	Швидкість різання (або подачі)	Глибина різання (прохід)	Продуктивність обробки м <sup>2</sup> /год
Штрипси: гладкі перфоровані армовані твердим сплавом	3800x140x(4-10) мм	тверді 25-30 Н/мм <sup>2</sup>			0,05-0,1 на один загальна 4-5
	3600-4400× 130-160×4-4,5 мм Сплав ВК8	Обмежене застосування	(200-600 мм/год)		
	3800×180×3,5 Алмазний брусок 4,5-5 мм		1-1,5 м/с, (30-1000 мм/год)		Мармур 0,3-0,4 на один штрипс
Алмазно- дисккові пили (сегментні)	Ø200-3500 мм Товщина 1,5-15 мм	граніт	15-25 м/с	0,5-1,5 мм	0,6-1,5
		мармур твердий	35-40 м/с	20-50 мм	6-9
		вапняк	50-60 м/с	100-200 мм	24-30
канатні	> Ø3,5 мм	Тверді породи	8-15 м/с		0,2-0,7 (абразив карбід кремнію)
		М'які			2-3,4
алмазно- канатні	Довжина 16- 20м, Ø3-5мм Алмазні елементи 10-12 мм, Ø9-11 Шківні Ø1,5-3м	Мармур, вапняк	25-40м/с		6-9(з покриттям)
		Твердий Мармур	20-24м/с		4-6 (з пружин. блоками)
		Тверді породи			0,6-1,6
алмазно- стрічкові	10-18м×150-250 мм×1,0-2,0 мм; алмазні бруски 10 мм, товщина 2,2-2,6 мм, шківні Ø1,5-3 м	Міцний камінь	20-26 м/с (900-6000 мм/год)		0,9-2,0
		Середня й низька міцність	35-40 м/с (200-900 мм/год)		2,5-12
алмазні барові	Довжина кон- туру 5125 мм алмазн елемент 15×(18-22)×35 мм	Будь-яка міцність		Максим. пропил 1600 мм	
		Мармур	(1800-6000 мм/год)		3-8
		Габро	(600 мм/год)		1-1,5
Барові твердо- сплавні	Довжина контур 5-6 м Твердий сплав ВК8	3-5 Н/мм <sup>2</sup>	(5000-10000 мм/год)		10-15
		Вапняк, туф, мармур	3000-4000		6-7

## ФРЕЗИ ТОРЦЕВІ

Параметри стандартних фрез

Зовнішній діаметр фрези, мм	Діаметр посадкового отвору, мм	Ширина фрези (по алмазним сегментам), мм	Кількість алмазних вставок, шт
200	60	50	30
300	80	50	46
	120	60	46
400	90	50	60
	120	60	60

Фрези фірми Tyrolit Vincent



Фрези алмазні для обкантовування

Фрези алмазні торцеві "TURBO"

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Фрези: торцеві, обкантовувальні, профілювальні, скульптурні



## ФРЕЗИ ТОРЦЕВІ

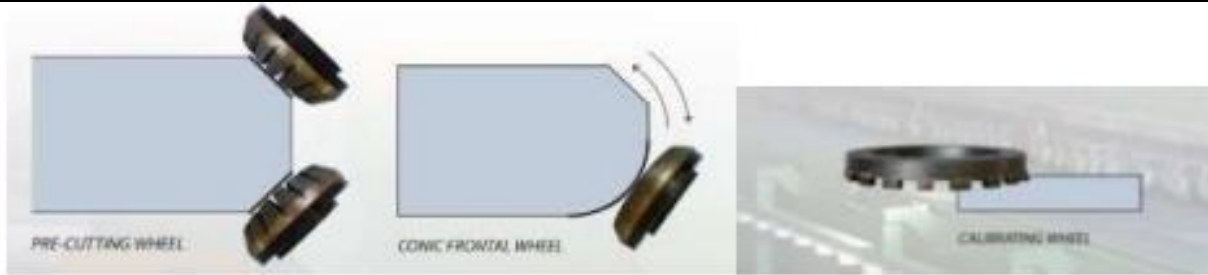


Рис. 2.29 Обробка крайок фрезами для обкантовування (фірма NICOLAI diamant)

Діаметр, мм	№ фрези	Зернистість, мкм
	00	600/500
	0	400/315
	1	250/200
	2	100/80
	3	80/63

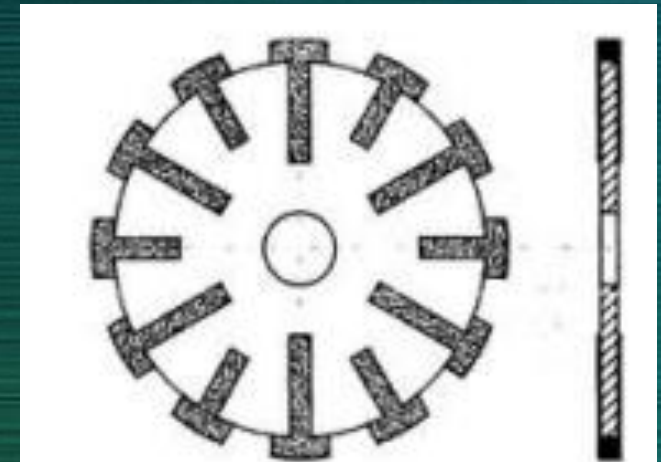
№ фрези	Зернистість, мкм	Ціна, \$			
			0	500/400	33,0
			1	250/200	30,0
			2	125/100	27,0

а) – фреза алмазна торцева ФАТ, ФАТ-Р; б) – фреза алмазна торцева опукла ФАТ, ФАТ-Р; в) – фреза алмазна торцева сегментна ФАТ-С для шліфування підлог з природного каменю та мозаїчних мозаїчно-шліфувальними машинами

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Фрези: торцеві, обкантовувальні, профілювальні, скульптурні

Фреза алмазна радіально-торцева (фарт)



## ФРЕЗИ ТОРЦЕВІ

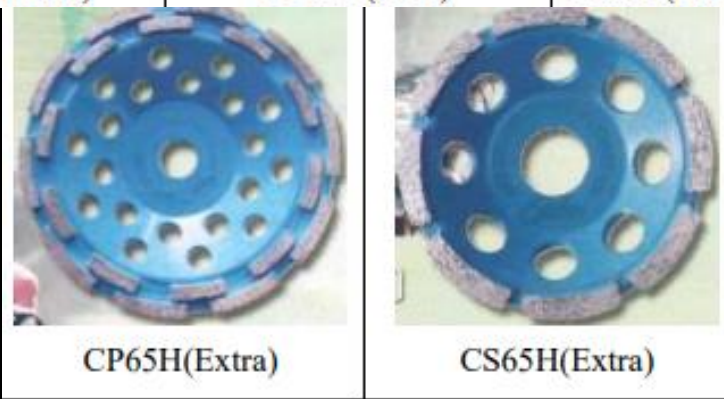
# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ



P30H(Premium)

CP35H(Elite)

CS35H(Elite)



CP65H(Extra)

CS65H(Extra)

## Фрези алмазні торцеві Tyrolit

## Фрези алмазні торцеві





## ФРЕЗИ ФАСОННІ (ПРОФІЛЮВАЛЬНІ)



Профільовальні фрези

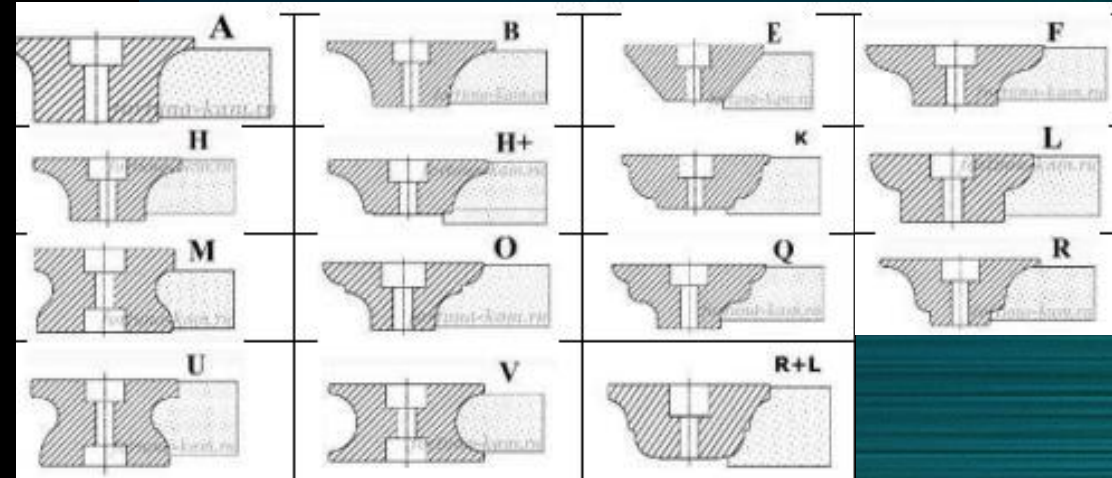


Швидкість різання 1200-2000 мм/хв

Швидкість різання 500-700 мм/хв

Сегментні профільовальні фрези типу „Торнадо“

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ



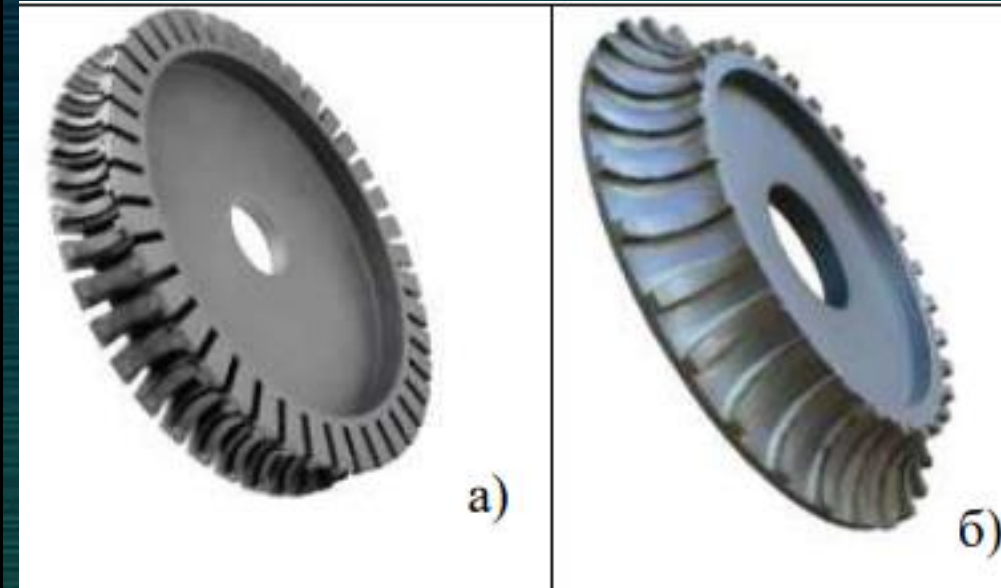
Фрези фасонні (типові профілі)

## ФРЕЗИ ФАСОННІ (ПРОФІЛЮВАЛЬНІ)



Комплект фасонних алмазних фрез з металевим в'язучим фірми Tyrolit Vincent для верстатів з ЧПК для обробки мармуру й граніту

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ



Сегментні профілювальні фрези(фірма Nicolai diamant)



# ФРЕЗИ ФАСОННІ (ПРОФІЛЮВАЛЬНІ)

# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

**G1 - +0.55**  
**G3 - +0.25**  
**G4 - +0.1**  
**G5 - 0**

**DIAMOND WHEEL**  
 On the closed profil  
 the shape has an **OFFSET**

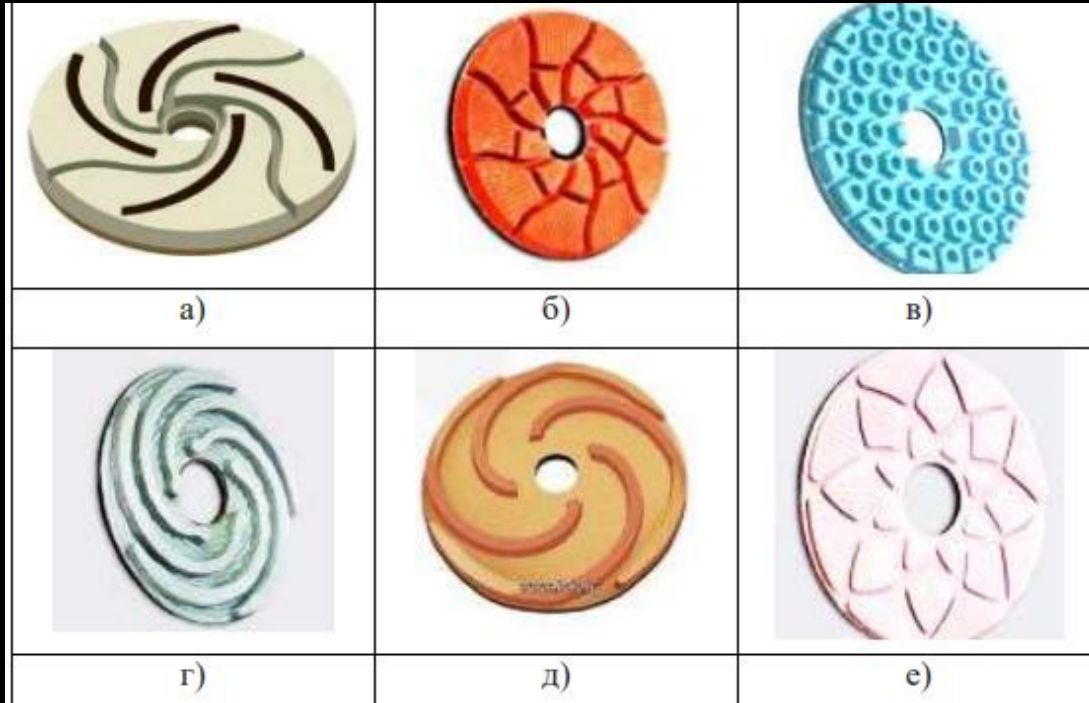
STEP	TYPE	DWT	OS Offset		OM Over Material	
			mm	inches	mm	inches
Step 1	Segmented	G1	-	-	0.55	0.022
Step 2	Continuous	G3	0.30	0.012	0.25	0.010
Step 3	Continuous	G4	0.15	0.006	0.10	0.004
Step 4	Continuous	G5	0.10	0.004	0.00	0.000



Фігурні алмазні фрези (скульптурні)

Приклад застосування комплекту профілювальних фрез (ф. Nicolai diamant)

## Шліфувальні круги



Шліфувальні  
диски

За відносною абразивною здатністю матеріалу шліфувальні круги поділяють наступним чином:

- натуральний алмаз – 1;
- алмаз синтетичний – 0,8;
- карбід кремнію (карборунд чорний та зелений) – 0,25...0,45;
- корунд – 0,15...0,25;
- електрокорунд – 0,2...0,3; карбід бору – 0,2...0,25;
- кварц – 0,05...0,07.

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

### ШЛІФУВАЛЬНО-ПОЛІРУВАЛЬНІ КРУГИ

При шліфуванні й поліруванні облицювальних плит як інструмент використовують:

- абразивні чашкові круги на бакелітовому та магнезійному в'язучому – для шліфування граніту (Ø100; 120; 140; 160; 190 мм).
- алмазні чашкові круги (наприклад, ФЧК, Ø120...200 мм) – для шліфування й полірування мармуру, а також частково граніту;
- алмазні бруски різних характеристик.
- алмазні шліфувальні головки – для шліфування й полірування облицювальних плит.



# Шліфувальні круги

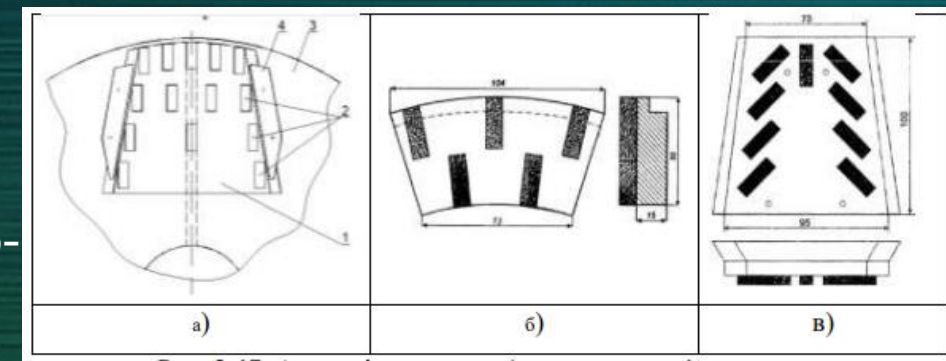
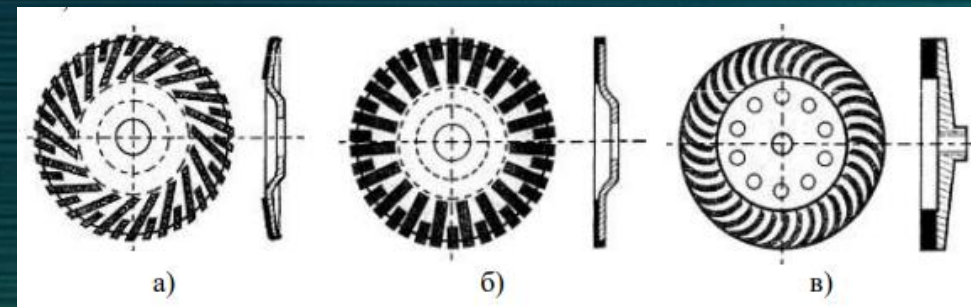
Шліфувальні й шліфувально-полірувальні круги



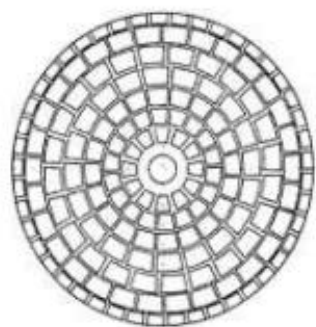
# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

ШЛІФУВАЛЬНО-ПОЛІРУВАЛЬНІ КРУГИ

Диски алмазні



Алмазні сегменти: 1 – сегмент, 2 – різальні елементи, 3 – корпус, 4 – напрямні



а)



б)



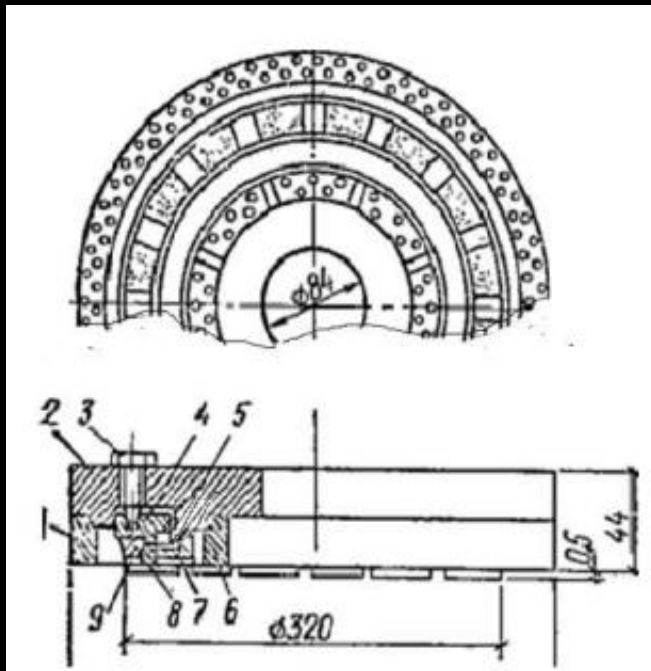
в)

Шліфувально-полірувальні диски

## Алмазні шліфувальні головки



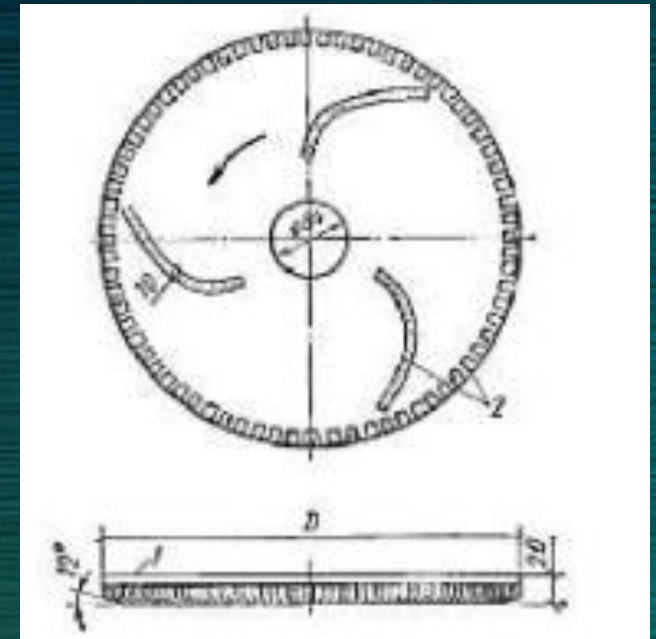
Алмазна  
шліфувальна  
головка



Алмазна  
головка для  
грубого  
шліфування  
АГШГ

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

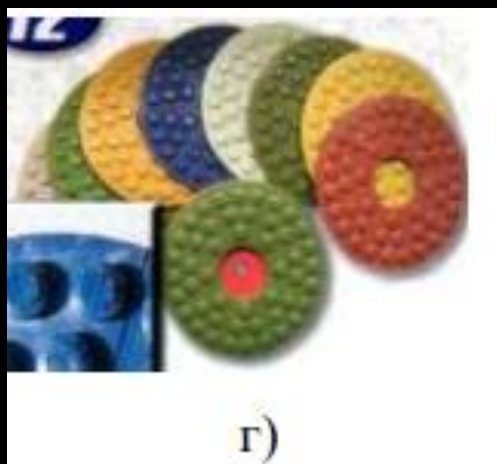
ШЛІФУВАЛЬНО-ПОЛІРУВАЛЬНІ КРУГИ



Алмазна головка для  
грубого шліфування  
мармуру



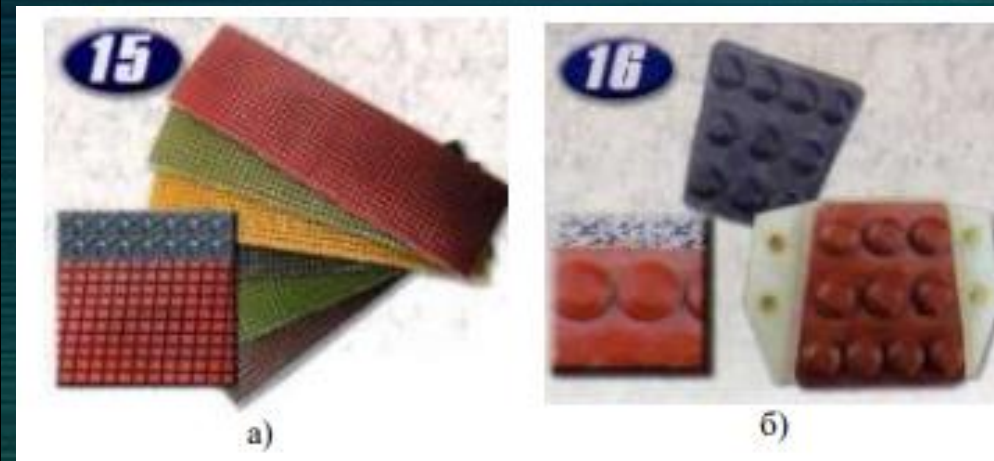
# Алмазні гнучкі шліфувально-полірувальні крути



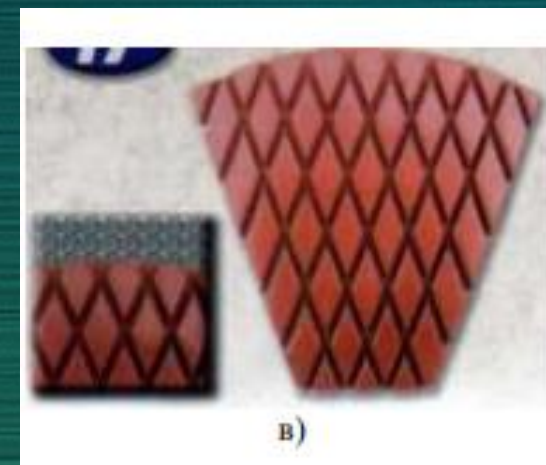
Шліфувальні та шліфувально-полірувальні гнучкі диски для обробки граніту й мармуру з центральною подачею води

# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

ШЛІФУВАЛЬНО-ПОЛІРУВАЛЬНІ КРУТИ



Гнучкі елементи типу „липучка“



## Полірувальні круги



Алмазні полірувальні круги.

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

### ШЛІФУВАЛЬНО-ПОЛІРУВАЛЬНІ КРУГИ

Три основних види:

1. повстяні та фетрові круги, що працюють із поліруючою суспензією;
2. жорсткі полірувальники з поліруючих матеріалів на синтетичному в'язучому
3. алмазні головки



## Полірувальні круги



Алмазна  
полірувальна  
головка АГП

## Алмазні шліфувально-полірувальні головки



а)



б)

## РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

### ШЛІФУВАЛЬНО-ПОЛІРУВАЛЬНІ КРУГИ



Полірувальна  
планшайба із  
свинцем



How To Carve A Marble/Granite Stone Sink bowl in a Day

# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

Как вырезать раковину из мрамора/гранита за один день





# РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ

