

Фрези: торцеві, обкантовувальні, профілювальні, скульптурні

Мають багато спільного з відрізними кругами. При обробці каменю поширені виключно алмазні фрези. Область їхнього використання: фрезерування чи прорізування канавок та пазів, обробка фасок, кутів, калібрування поверхонь, обробка прямолінійних виробів. За конструкцією фрези поділяють на циліндричні й тарілчасті.

Циліндрична фреза складається із суцільного або порожнистого корпусу – диска та алмазних елементів, що розташовані по його периферії. Характерна особливість цього інструменту – можливість заміни зношених алмазних елементів завдяки використанню швидкознімних вставок із напаяними алмазними елементами.

Використовують природні алмазні порошки зернистістю 630/500 – 400/315, або синтетичні алмази АРС із зернистістю 1000/800 – 400/315 на металевому в'язучому, концентрація алмазів 25 % або 50 %.

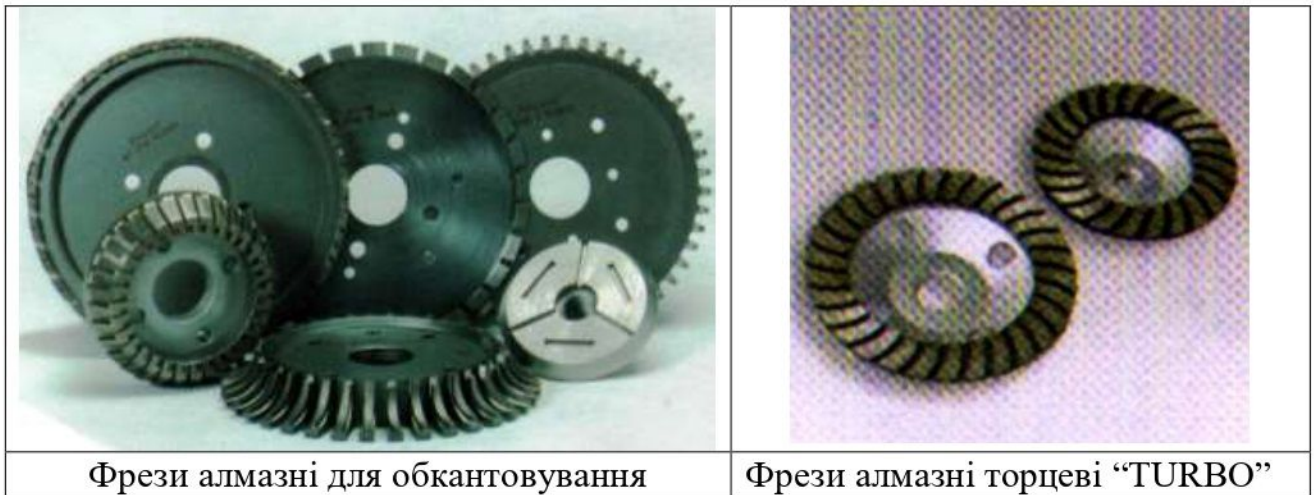
Передбачена робота кількох фрез разом (складені фрези) при калібруванні або прямокутному профілюванні.

Фрези торцеві

Таблиця 2.11

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 алмазні для обкантовування

Фрези алмазні торцеві “TURBO”

Рис. 2.28 Фрези фірми Tyrolit Vincent.

Фрези алмазні торцеві призначені для сухого й мокрого фрезерування і шліфування плит з граніту, мармуру, мозаїчних плит тощо, мають різну зернистість алмазних порошоків. Колова швидкість при \varnothing 125 мм – 6100-9200 м/с, при \varnothing 100 мм – 9200-12000 м/с.

Напрямок обертання фрези вказано на корпусі. Подача охолоджуючої рідини у кількості 8-10 л/хв здійснюється через порожнистий вал приводу і центральний отвір фрези. Зусилля притискання фрези становить 100-1000 Н залежно від типу каменю, діаметру й зернистості абразивного матеріалу (номеру) фрези та потрібної продуктивності обробки. При встановленні нової фрези потрібне її припрацювання за зусилля 50 % від робочого [www.service-kamnya.ru].

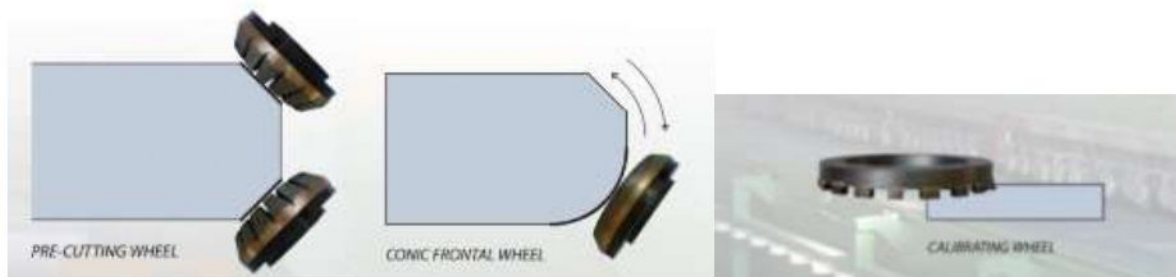

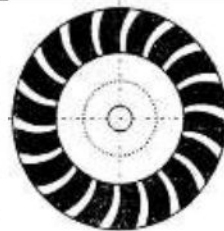


Рис. 2.29 Обробка крайок фрезами для обкантовування (фірма NICOLAI diamant)

		Діаметр, мм	№ фрези	Зернистість, мкм
 <p>а)</p>	 <p>б)</p>	100	000	700/600
			00	600/500
			0	400/315
			1	250/200
			2	100/80
			3	80/63

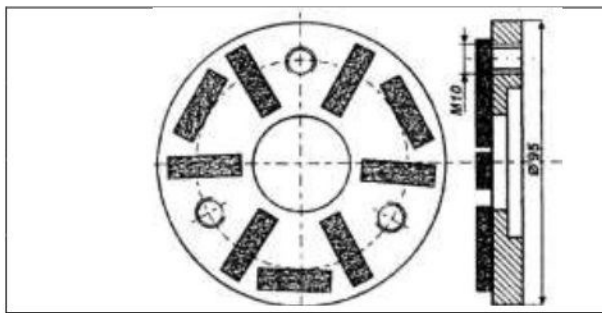
	№ фрези	Зернистість, мкм	Ціна, \$
	0	500/400	33,0
	1	250/200	30,0
	2	125/100	27,0

Рис. 2.30 Фреза алмазна торцева ФАТ, ФАТ-Р. Позначено:

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.

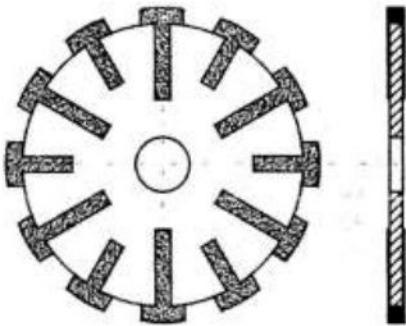


Рис. 2.31 Фреза алмазна радіально-торцева (фарт)

Для виконання прямих та радіальних прорізів у плитках з природного каменю з використанням машин типу „Контур“, „Лазер“, „Вектор“ и т. ін. застосовують фрези радіально-торцеві. Для граніту використовують типорозміри D×T×X×H: 124×4,2×7×25; 144×4,2×7×25, для мармуру – 124×4,2×x7×25; 144×4,2×7×25.






		
P30H(Premium)	CP35H(Elite)	CS35H(Elite)
		<p>Фрези серії G призначені для обробки природного каменю й будівельних матеріалів: вирівнювання поверхонь, обробки торців, зняття фасок.</p> <p>Фрези серії С призначені для грубої обробки: вирівнювання плоскої поверхні, підготовка бетонної поверхні до укладання керамічної плитки.</p>
CP65H(Extra)	CS65H(Extra)	

Рис. .32 Фрези алмазні торцеві Tyrolit.



Рис. 2.33 Фрези алмазні торцеві

Коментарі до рис. 2.33:

а) – Фреза алмазна торцева ФАТ 100, М14 діаметром 100 мм та з кріпленням різьбою М14 призначена для обробки крайок і торців та інших плоских поверхнь каменю (граніту, бетону), як сухим, так і з водою. Зернистість може становити №0 (630/500), №1 (250/200), №2 (160/125) и №3 (74/63). Виробник – Україна. [<https://www.stone-tool.com.ua/preview/>].

б), в), г), д), е) – [постачальник: <http://fortuna-kam.ru/almaznyj-instrument/>].

б) – Фреза алмазна торцева типу „Циклон“ для шліфування бетону, граніту, мармуру та інших видів природного каменю. Конструкція дозволяє також оброблювати бічною поверхнею фрези. Діаметр 80 мм, висота сегмента 5 мм. Кріплення гвинтом М 14. Виробник – Invatech, Україна.

в) – опукла алмазна сегментна фреза „Тайфун“ Ø 100 мм для шліфування бетону, граніту, мармуру та інших видів природного каменю. Висота сегменту 3 мм. Форма фрези дозволяє оброблювати вигнуті поверхні. Кріплення різьба М14. Виробник – Invatech, Україна.

г) – Алмазна сегментна фреза „Опукла“ для шліфування бетону, граніту, мармуру та інших видів природного каменю. Діаметр 40 мм, висота 10 мм. Виробник: Invatech, Україна.

д) – алмазна сегментна фреза Ø 100 мм для шліфування бетону, граніту, мармуру та інших видів природного каменю. Висота сегменту 5 мм. Кріплення гвинтом М 14. Сегменти розташовані двома рядами для кращого охолодження й відведення шламу.

е) – Алмазна сегментна фреза „Тайфун-спеціальний“ Ø 100 мм для шліфування граніту. Висота сегменту 3 мм. Виробник – Invatech, Україна.

Циліндричні алмазні фрези різної конструкції випускають закордонні фірми, зокрема бельгійська фірма „Діамант Борт“ (DIAMANT BOART) випускає фрези у двох виконаннях – із суцільним корпусом та із порожнистим, діаметр фрез – 300, 350 та 400 мм, кількість алмазних елементів – 34, 40, 46 шт., ширина фрез 20...80 мм. Аналогічні фрези діаметром 250, 300 та 350 мм випускає фірма „Вінтер“ (Німеччина).

Тарілчасті (торцеві) фрези використовують для калібрування виробів із каменю (вапняк, доломіт і т.п.) та мозаїчних плит. В СРСР випускалися такі фрези: Ø180, 250, 300, 350 та 450 мм, із знімними алмазними сегментами (8 шт.), на кожному з яких в залежності від діаметру закріплено 3-10 алмазних елементів у вигляді брусків, що розташовані по внутрішньому та зовнішньому концентричним колам, тобто по торцю. Сегменти закріплюють гвинтами впотай.

Такі фрези можуть калібрувати вироби з м'яких порід каменю та декоративного бетону із зніманням значного шару за один прохід.

Фірма «Вінтер» випускає фрези Ø 250, 300, 350, 400, 500, 700 мм, кількість алмазних елементів, відповідно – 15, 18, 21, 24, 30 та 40 шт. (довжина елементів 40 мм, висота 6-7 мм, ширина 8-9 мм). Сегменти мають спеціальну форму та елемент, який виламає підрізаний залишок каменю.

Фрези фасонні (профільовальні)

Профільовальні фрези застосовують для профільної обробки (шліфування) крайок плит (торців виробів) з граніту та мармуру, а також штучного каменю. В якості обладнання використовують як стаціонарні верстати, так і мобільні ручні крайкофрезерувальні машини (портативні машини Master, Sector, Flex та ін.). Профільовальна фреза має упорне обмежуваче кільце, що дозволяє вести обробку без шаблонів. Кожна фреза призначена для обробки матеріалу певної товщини (20, 30, 40 мм).

Стандартний комплект профільовальних фрез більшості виробників містить 4 фрези однакової форми, які призначені для різних етапів обробки і відрізняються зернистістю алмазів:

№0 – фреза з розташованими радіально алмазно-металевими сегментами з великою зернистістю, призначена для обдирання зайвого матеріалу й первинного вирівнювання крайки (зернистість 500/400 мкм).

№1 – суцільна фреза середньої зернистості для остаточного вирівнювання й грубого шліфування (400/315 мкм)

№2 – фреза з дрібною зернистістю для шліфування й усунення шорсткості (125/100 мкм, 40/28 мкм).

№3 – фреза з алмазним порошком у металевому в'язучому для тонкого шліфування й підготовки крайки до лощіння й полірування (28/20 мкм-1,0 мкм).

Профілювальні фрези – специфічний інструмент, який практично неможливо замінити, бо ніякий інший інструмент не дозволить так швидко й точно виконати, наприклад, фігурні поздовжні пази на торцях, зняти й зашліфувати фаски тощо.

Обробку виконують з водяним охолодженням: воду подають під тиском (0,2-0,25 МПа) точно у зазор між фрезою й каменем з того боку, куди рухається фреза.



Рис. 2.34 Профілювальні фрези. [<http://fortuna-kam.ru/almaznyj-instrument/>]

			
Швидкість різання 1200-2000 мм/хв		Швидкість різання 500-700 мм/хв	
Рис. 2.35 Сегментні профілювальні фрези типу „Торнадо“ [http://www.nicolaidiamant.com/content/]			

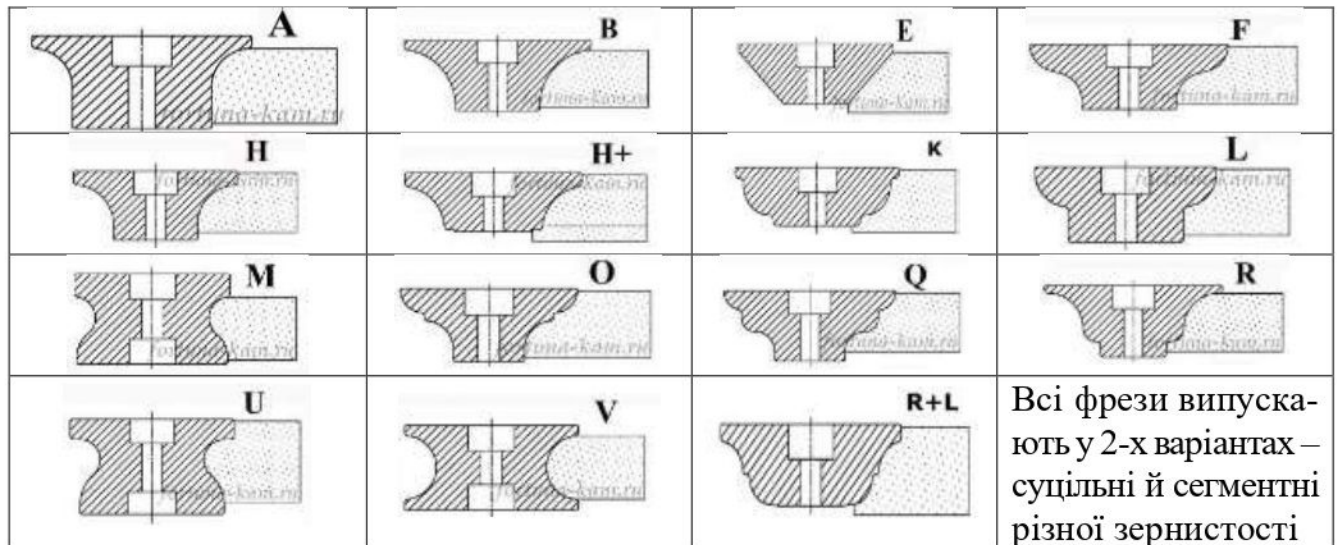


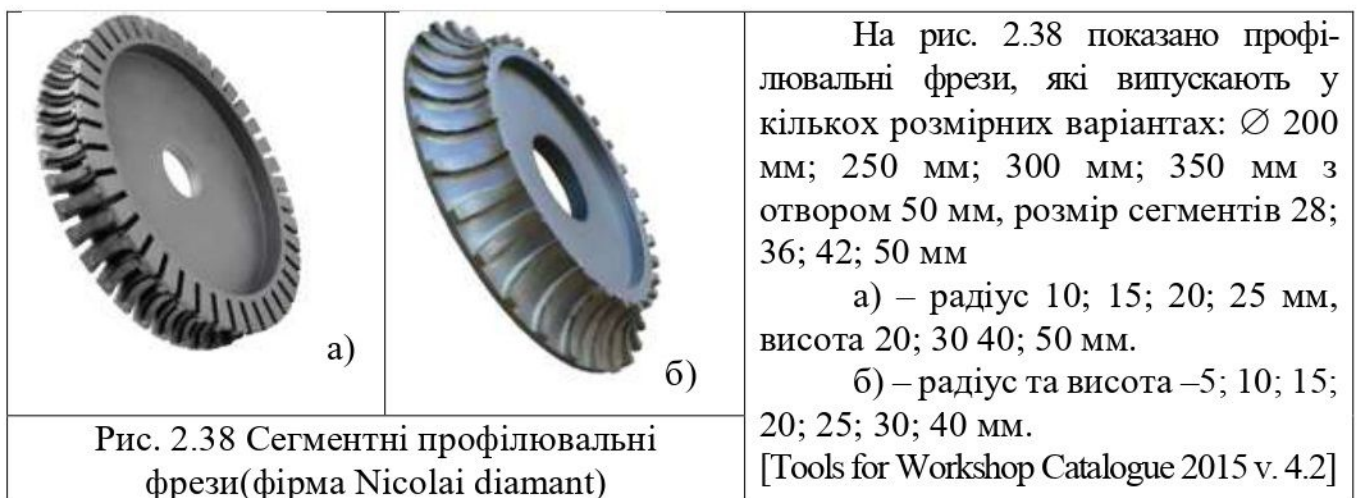
Рис. 2.36 Фрези фасонні (типові профілі)

Комплект містить дві фрези для чорнової обробки (сегментну й із суцільною



смугою), профілювальну фрезу, дві фрези для викінчувальної обробки (із суцільною смугою), гумові круги для полірування. Стандартний діаметр 120 мм. На рис. 2.37 показано також приклади фасонних профілів фрез.

Рис. 2.37 Комплект фасонних алмазних фрез з металевим в'язучим фірми Tyrolit Vincent для верстатів з ЧПК для обробки мармуру й граніту.



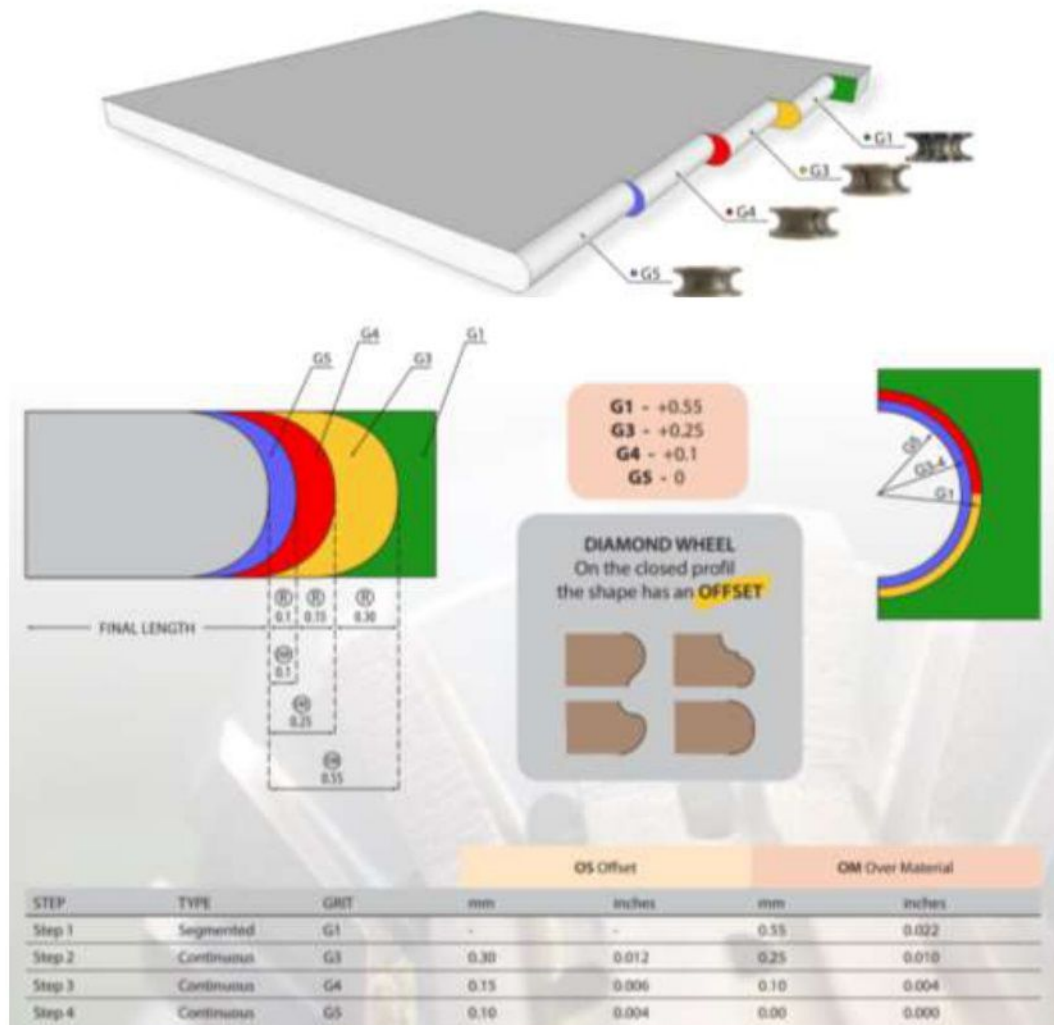


Рис. 2.39 Приклад застосування комплекту профілювальних фрез (ф. Nicolai diamant)

На верстатах гравірувальних та для скульптурних робіт використовують фігурні фрези (рис.3.37).

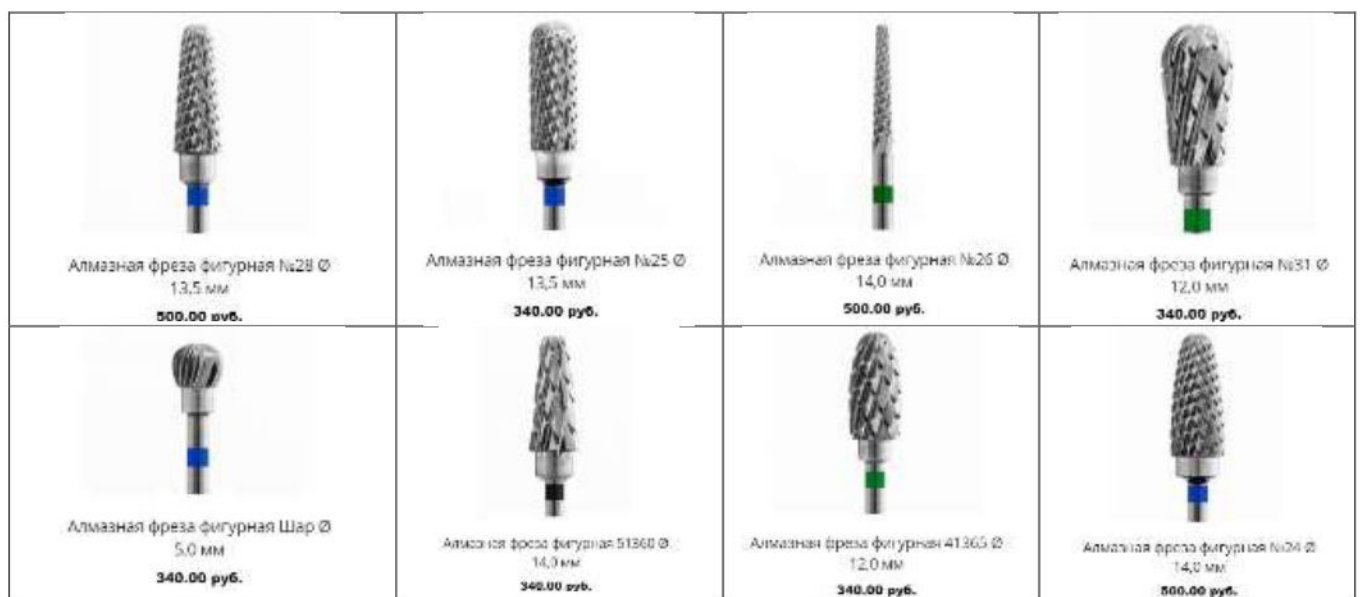


Рис. 2.40 Фігурні алмазні фрези (скульптурні).

Вказано ціну придбання через замовлення в мережі Інтернет у фірми-посередника

За правильної експлуатації, при грамотній організації технологічного процесу (наприклад, зниження навантаження на фрезу за рахунок попередньої обдирної обробки і відповідного зменшення припуску на подальшу обробку), при максимальній подачі води в зону різання і т. ін. ресурс фасонних фрез складає:

- при обробці мармуру – до 1500 м. п.;
- при обробці граніту – до 200 м. п.

Для обробки архітектурно-будівельних виробів різного профілю використовують профілювальні круги.

Поділяють на алмазні (на металевому в'язучому матеріалі) та абразивні (із карбиду кремнію та електрокорунду на бакелітовому або керамічному в'язучому матеріалі). За кордоном переважно поширений алмазний інструмент.

Цей інструмент виконують у вигляді периферійних кругів, переріз робочої частини яких відповідає зворотному профілю оброблюваного виробу.

Робоча частина алмазних профілювальних кругів може бути виконана суцільною (суцільний алмазозносний шар), або переривчастою – з окремих алмазних елементів.

Абразивні профілювальні круги менш зручні в експлуатації, тому що мають малу стійкість і швидко втрачають форму, тобто потребують відновлення за шаблоном.

В СРСР випускалися абразивні круги прямого профілю типу ПП, діаметром від 3 до 1060 мм (30 діаметрів і більше 650 типорозмірів). Ці круги Ø250...600 мм використовують для виконання прямолінійних профілів на виробках з каменю. З цих кругів можуть виготовляти інструменти криволінійного профілю шляхом фасонного обточування.

Профілювання виробів виконують у кілька проходів інструментом різної зернистості та на різному в'язучому відповідно до стадії обробки.

Фрези ротаційні (планетарні).

Застосовують, зокрема як для обробки гранітних та мармурових плит, сходинок, бордюрів, так і у дорожньо-будівельній техніці для обробки асфальтових доріг, так звані планетарні або ротаційні інструменти, які по суті є підшипниковими вузлами з круглими ріжучими інструментами, які обертаються. Це можуть бути як фрези, так і

шліфувально-полірувальні круги. Корпуси вузлів закріплено по колу на дисковому пласкому тримачі і вони утворюють торцевий ротаційний інструмент. Під дією сил різання інструмент у підшипниковому вузлі обертається, при цьому зберігаються всі основні рухи різання – швидкість різання і подача. Інструментом можна здійснювати торцеве фрезерування або шліфування (починаючи з обдирки) і полірування. Кожен з обертових інструментів може мати привод, який забезпечить примусове планетарне обертання, що зумовлює якісне й продуктивне знімання матеріалу. Така фреза дозволяє здійснювати суцільне фрезерування, наприклад, дорожнього полотна.

Переваги ротаційного інструменту:

- збільшення стійкості інструментів у декілька разів і, відповідно, зменшення витрат інструментальних матеріалів ;
- підвищення продуктивності у 2-2,5 разів при одночасному зниженні сил різання;
- покращення якості обробки;
- зниження енергоємності процесу обробки.

Можливим є також використання ротаційних різців в якості робочого органу барових ланцюгів.

2.4.9 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 мрамору, а також частково граніту;
- алмазні бруски різних характеристик.
- алмазні шліфувальні головки – для шліфування й полірування облицювальних плит. Алмазомісткий шар виготовляють для шліфувальних головок на металевому в'язучому, а для полірувальних – на каучукомісткому.

Шліфувальні круги. За відсноною 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.

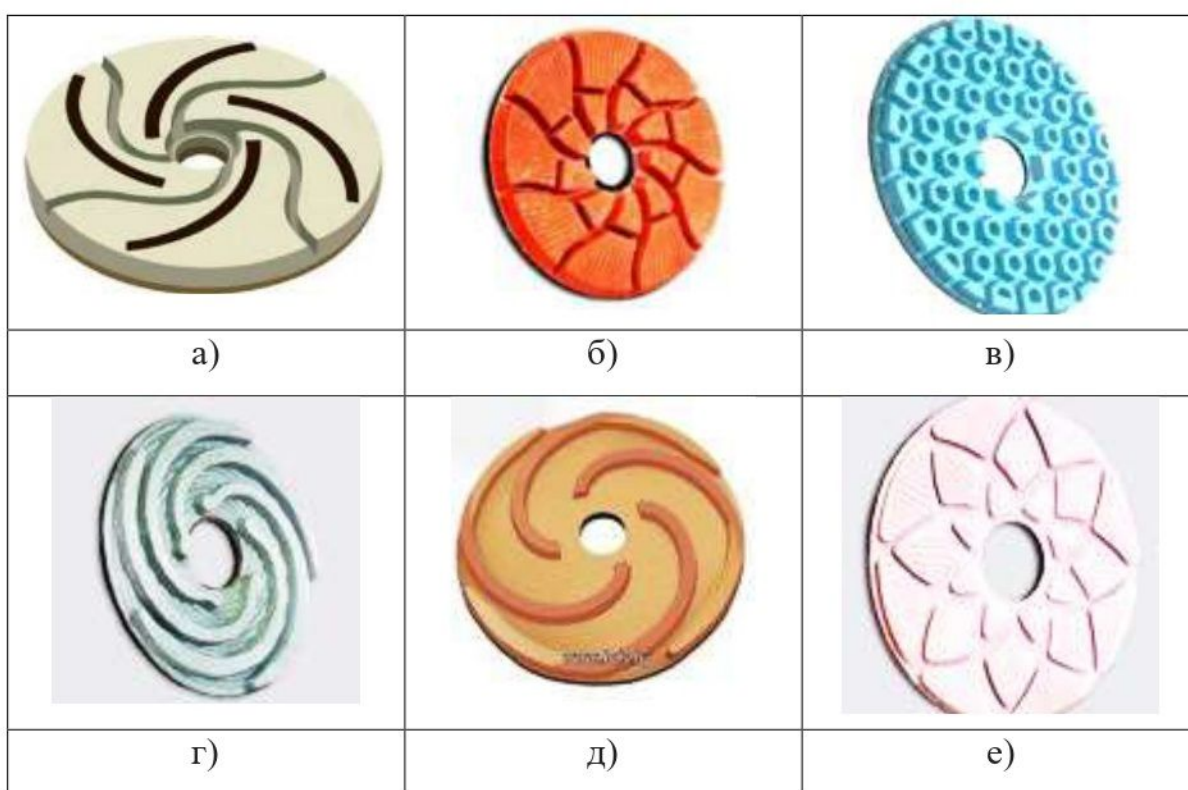


Рис. 2.41 Шліфувальні диски [\[http://bds.by/\]](http://bds.by/).

Коментарі до рис. 2.41.

а) – Шліфувальний диск ФАШ-ОС на синтетичній основі для виконання послідовно грубого й середнього шліфування на консольно-важельних та мостових (типу СМР) верстатах плоских поверхонь з природного каменю (граніт, мармур) після розпилювання, Використовується лише з подачею води в зону обробки. Діаметр диску 130,160, 200, 250, 320, 400 мм. За зернистістю 3 типи. Кріпиться притискною планшайбою, що скорочує час на заміну інструменту. Гумова основа перешкоджає

провертанню інструменту при обробці, робить його гнучкішим і покращує якість шліфування. Виробник СООО „Бел Ди-Стар“ (Республіка Беларусь) [<http://bds.by/>].

Диски алмазні шліфувальні для шліфування й полірування виробів з природного каменю на консольно-важельних верстатах з подачею води у зону різання. Виробник СООО „Бел Ди-Стар“ (Республіка Беларусь)

- б) – Диск „Гріндер“ ($\varnothing 160, 200, 250$ мм, зернистість 50-6000 мкм, 11 переходів);
- в) – Диск „Соти“ ($\varnothing 200, 250$ мм, зернистість 120-6000 мкм, 5 переходів);
- г) – Диск „Трек“ ($\varnothing 200, 250, 300$ мм, зернистість 50-6000 мкм, 8 переходів);
- д) – Диск „Твіст“ ($\varnothing 250$ мм, зернистість 120-3000 мкм, 7 переходів);
- е) – Диск „Flo“ ($\varnothing 200, 250$ мм, зернистість 50-5000 мкм, 10 переходів);

Використовують абразивні круги з карбїду кремнію та електрокорунду на неметалевому в'язучому матеріалі.

Зокрема, використовують складені круги, що складаються з корпусу-планшайби та закріплених на ньому абразивних елементів – кругів прямого чи конічного профілю та брусків (3, 4, 6 одиниць). Іноді круги прямого профілю виконують запресованими в металевий корпус – арматуру.

Розповсюджені також (особливо у закордонній практиці) круги із знімними сегментами (рис. 1, г), що мають криволінійну робочу поверхню з радіусом кривини від 75 до 375 мм. Цим досягнуто зменшення площі контакту, тобто підвищення тиску і продуктивності обробки.

Для фрезерування й шліфування плоских поверхонь плит з природного каменю використовують алмазні диски на полімерній основі. Різальні сегменти впаяні у пластик дискового корпусу, який з'єднується з приводом верстату за допомогою проміжного сталевого корпусу та болтів М8. Переважно призначені для консольно-полірувальних верстатів.

Для коліно-важільних верстатів для середнього й тонкого шліфування з подачею води граніту, габро, базальту, мармуру, пісковика, мозаїчних матеріалів випускають алмазні шліфувальні круги $D \times H = 160 \times 20; 200 \times 20; 250 \times 20$ на органічному в'язучому із зернистістю 200/160; 80/63; 40/28; 14/10; 5/3.

Фірми випускають кілька груп інструментів. Наприклад, „Бел Ди-Стар“ (Республіка Беларусь, [<http://bds.by/>]) випускає диски шліфувальні на жорсткій основі із алмазними сегментами на металевому в'язучому, на гнучкій основі, диски шліфувальні алмазні з полімерним в'язучим для середнього й тонкого шліфування мармурових і гранітних плит, полірувальні з полімерним в'язучим із додаванням мікроабразиву для досягнення ідеального блиску на мармурових та гранітних плитах.



Рис. 2.42 Шліфувальні й шліфувально-полірувальні круги.

Коментарі до рис. 2.42:

а) – круг шліфувальний 250 на полімерній основі «Супер ЕЛІТ-90 сегментів» для обробки з водою плоских виробів з природного каменю. Виробник – Україна;

б) – круг шліфувальний $\varnothing 130$ мм на полімерній основі аналогічний а);

в) – диск алмазний шліфувально-полірувальний для кераміки, граніту та мармуру (обробка з подачею води).

г) – Диск алмазний $\varnothing 320$ мм на полімерній основі для шліфування граніту й мармуру з охолодженням водою

д) – шліфувальні металеві круги із змінними алмазними сегментами. Використовуються із водяним охолодженням.

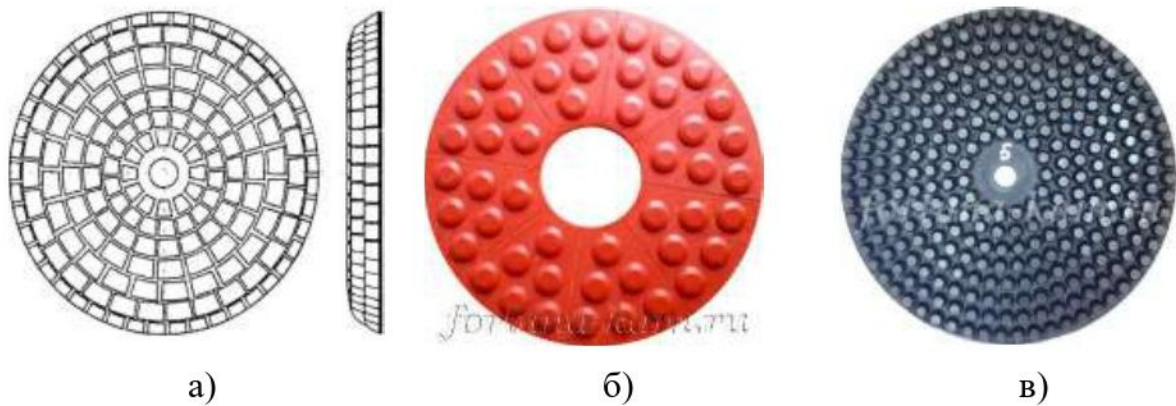


Рис. 2.43 Шліфувально-полірувальні диски

а) – Диск алмазний радіальний шліфувально-полірувальний для обробки виробів, які мають увігнуті радіальні поверхні. Встановлюють на тримач з отвором М14 для кріплення. Випускають стандартні й економ комплекти; б) – шліфувально-полірувальний алмазний круг „Табле“ для обробки граніту, мармуру та інших видів природного каменю з водяним охолодженням. Комплект містить 7 переходів; в) – шліфувально-полірувальний алмазний круг аналогічного б) призначення;

Алмазні шліфувальні круги найчастіше виконують складеними: складаються з корпусу та комплекту швидкознімних алмазних елементів.



Рис. 2.44 Сегменти алмазні

Наприклад, круг АПС-2: сталевий диск з пазами на робочому торці, в які вставлені алмазні елементи, що мають форму брусків. Кількість брусків – 4...10, залежно від діаметру (250, 360, 450, 560 мм). Висота круга 23, 27, 28, 32 мм. На рис.3.38 показано сегменти алмазні для кругів 1A1RSS будь-якого розміру (діаметром від 115 до 3500 мм), які випускають різних типорозмірів $L \times W \times h$: від $40 \times 2,8 \times 7(10)$ до $40 \times 5,5 \times 7(10)$ мм; від $24 \times 2,6 \times 7(10)$ до $24 \times 12 \times 12(20)$ мм і т. ін..

Застосовують високоміцні алмази фірми „Де Бірс“.

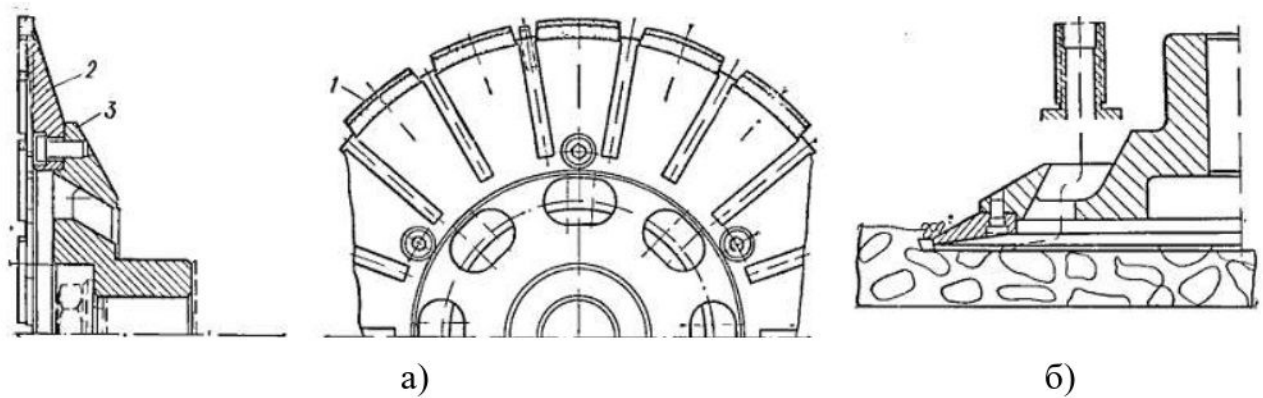


Рис. 2.45 Алмазні тарілчасті фрези [34]: а) – для обробки м'яких порід; позначено: 1 – алмазні елементи; 2 – елементи фіксації та видалення; 3 – корпус;
 б) – схема роботи тарілчастої фрези при калібруванні м'яких порід із значним шаром каменю, який знімається.

Для обробки виробів з міцного та абразивного каменю (граніту, габро, кварциту, пісковика та ін.) застосовують натуральні алмази зернистості 630/500-40/28 – в залежності від стадії шліфування, концентрацією 50 або 75% на першій стадії та 100% на наступних. Для обробки виробів з каменю середньої та низької міцності (мармур, травертин та ін.) використовують також і синтетичні алмази (АС15, АС32, АС50) зернистістю 630/500-5/3 та з концентрацією 25 або 50% на першій стадії, та 100-125% на наступних стадіях.

Шліфувальні круги відрізняються розташуванням алмазних елементів-брусків, які за звичай є змінними.

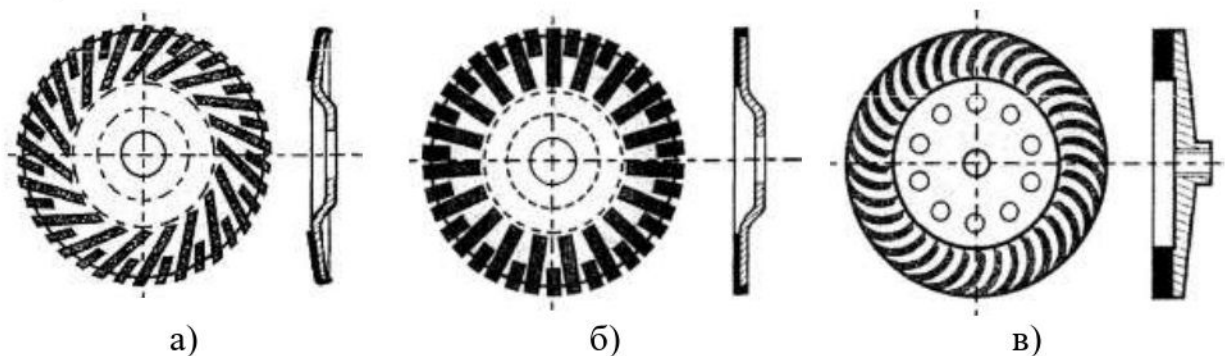


Рис. 2.46 Диски алмазні.

Коментарі до рис. 2.46:

а) – „Спайдер“. Призначений для сухого шліфування плоских поверхонь виробів із граніту. Має опуклу робочу поверхню. Зернистість 630/500 мкм, діаметр Ø100 та 127 мм.

б) – „Спайдер“ спеціальний також для сухого шліфування площин та торців. Може мати плоску та торцеву робочу поверхню. Діаметр Ø100 та 127 мм. Зернистість – 630/500 мкм.

У всіх дисків а) і б) посадковий отвір $\varnothing 22,2$ мм.

в) – „Циклон“. Призначений для високопродуктивного сухого шліфування плоских поверхонь та торців виробів із граніту, мармуру, бетону та інших будівельних матеріалів. Діаметри дисків 50; 80; 100; 127 мм. Посадкове місце М 14. Висота сегментів 7 мм. Зернистість – 630/500 мкм або 800/630 мкм.

Алмазні сегменти є різноманітними, можуть мати різне розташування алмазних брусків.

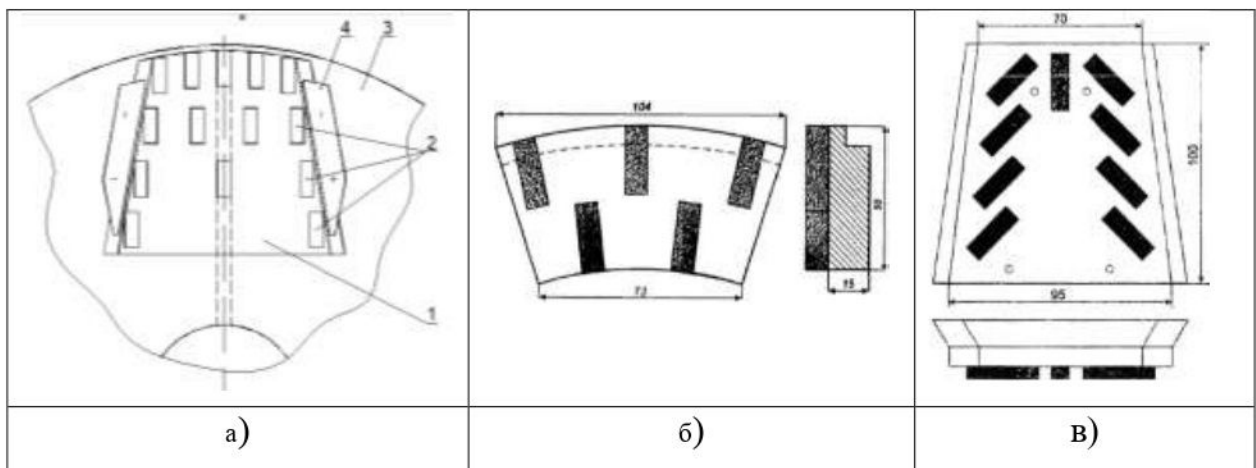


Рис. 2.47. Алмазні сегменти. а) – позначено: 1 – сегмент, 2 – різальні елементи, 3 – корпус, 4 – напрямні.

Сегмент 1 типу „Франкфурт“ для складеного алмазного круга (рис. 2.47, а) має трапецеїдальну форму та армований комплектом різальних елементів у вигляді брусків 2, які розташовано у певній послідовності.

Сегменти кругів, що їх призначено для грубого шліфування, мають 14 брусків, які розташовані у 4 ряди по 5, 4, 3 та 2 у кожному, починаючи із зовнішнього (рис. 2.48). Сегменти кругів для тонкого шліфування мають по 9 брусків. Розмір брусків – $l \times b \times h = 24 \times 9 \times 5$ мм. Сегменти монтують на корпусі 3 круга за допомогою напрямних 4 та їх надійно фіксують за рахунок відцентрових сил при обертанні. Кількість сегментів залежить від діаметра круга (круг $\varnothing 300$ мм має 3 сегменти, а круг $\varnothing 700$ мм – 12 сегментів) [34].

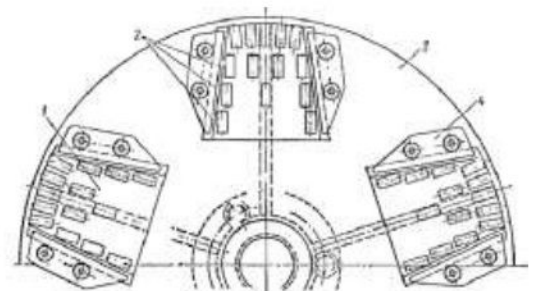


Рис. 2.48 Складений алмазний круг із сегментів „Франкфурт“ [34].

Елемент алмазний шліфувальний „Сектор“ (рис. 2.47, б) призначений для шліфування мозаїчних підлог, підлог з природного каменю, тощо. Встановлюють на мозаїчно-шліфувальні машини. Три типи по зернистості – 500/315, 250/160, 100/63. Вартість 32...28\$.

Елемент алмазний шліфувальний „Трапеція“ (рис. 2.47, в) призначений для шліфування плоских поверхонь. Кріплення типу „ластівчин хвіст“. За зернистістю 4 типи – від 630/400 до 100/63. Вартість 46...40\$.

Алмазні шліфувальні головки

Алмазні шліфувальні головки призначені для грубої, напівчистої і чистої обробки мозаїчних підлог на мозаїчно-шліфувальних машинах (наприклад, моделей СО-111, СО-199) із безперервною подачею рідини у зону різання (можлива обробка без охолодження). У комплект входять 6 головок діаметром 100 мм з різною зернистістю.



Рис. 2.49 Алмазна шліфувальна головка

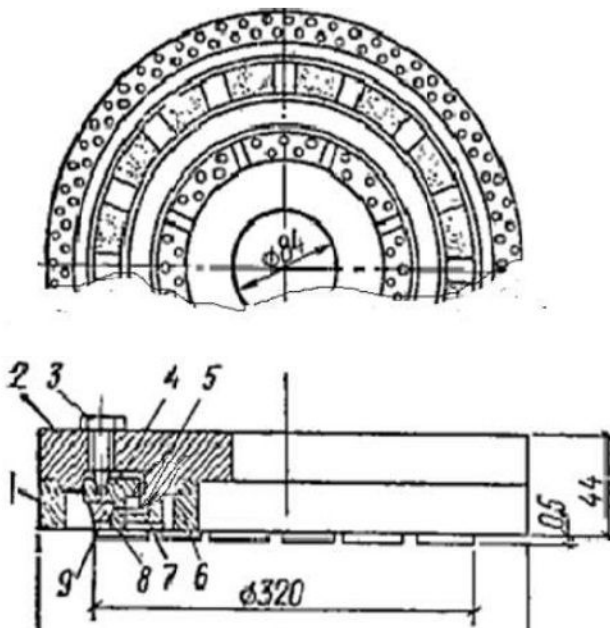


Рис. 2.50 Алмазна головка для грубого шліфування АГШГ [34].

Інститутом надтвердих матеріалів АНУ розроблено комплект кругів (головок) для всіх стадій шліфування. Алмазна головка для грубого шліфування (обдирка) граніту (рис. 2.50) складається з корпусу 2, зовнішнього 1 і внутрішнього 6 опорних кілець, робочого кільця 8, підкладки з алмазними елементами 9, що її закріплено на основі 4, яку поєднано з корпусом 2 різьбовим з'єднанням, запобіжником від повороту і фіксатором. Робоче кільце містить встановлювальне 5 та ущільнює 7 кільця. Опорні кільця 1 та 6 містять 130 твердосплавних вставок. У крузі 16 алмазних елементів, вони складаються з порошку синтетичних алмазів (зернистість 315/250-400/315, зв'язка МЖ, концентрація алмазів – 50%) із загальною масою алмазів 68,8 каратів.

Перед початком роботи фіксатор 3 вигвинчують, повертають основу 4 з алмазними елементами 9 відносно кілець 2 та 3; забезпечують, щоб алмазні елементи виступали на певну величину. Потім робоче кільце фіксують (загвинчують і стопорять фіксатор). У випадку зношення алмазних елементів їх знову висувають відносно поверхні опорних кілець.

Для грубого шліфування та калібрування мармуру призначено інший вид алмазних голівок. Діаметр 450 або 675 мм, кількість алмазних елементів відповідно 72 або 120. Кут між алмазними елементами – 5° або 3° . Зернистість 400/315-250/200, концентрація алмазів – 50%, зв'язка – МЗ.

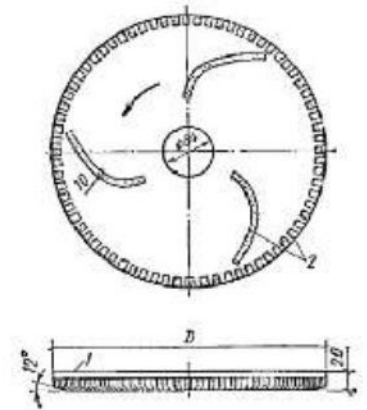


Рис. 2.51 Алмазна головка для грубого шліфування мармуру [34].

Випускають головки АГШГ для грубої шліфовки та АГШЧ для чистової та напівчистової (середньої та доводочної).

Вони також виготовляють у 2-х виконаннях: АГШГ – для шліфування мармуру, лабрадориту та граніту з висотою нерівностей до 1 мм (1) та для мармуру і лабрадориту з висотою нерівностей 1-2 мм (2), а АГШЧ – для використання на коліно-важільних верстатах (1) та на мостових і порталних із гідросистемою притискання інструменту (АГШЧ2).

Діаметри головок 160, 250, 320, 450 мм.

Алмазні елементи – з порошків синтетичних алмазів АС15 та АС32 на металевому в'язучому матеріалі, зернистість 315/250...28/20 (для доведення). Концентрація алмазів 50 % для грубої та середньої та 100 чи 150 % для доводочної шліфовки.

Залежно до стадій шліфування зернистість абразиву становитиме: для обдирання – 125-80; для грубого шліфування – 63-32; для середнього шліфування – 25-12; для тонкого – 10-5; для лощення – М40-М20; для доведення – М14-М7. Згідно із вказаними зернистостями абразивний інструмент позначають номерами від 1 до 6.

Алмазні гнучкі шліфувально-полірувальні круги – незамінний інструмент для шліфування й полірування граніту, мармуру, кераміки, бетону тощо. Порівняно з абразивними кругами мають вище ефективність через високу зносостійкість та зменшення часу й зусиль для отримання якісного результату, завдяки гнучкій основі дозволяють провести обробку у важкодоступних місцях та вигнутих поверхнях.

Виготовляють ці круги із зернин алмазу різних фракцій шляхом нанесення їх на пластичну основу із фіксацією для збереження гнучкості спеціальним полімером, сталим відносно зношення й впливу високих температур. На звороті знаходиться спеціальна „липучка“, за допомогою якої диск фіксують на переходнику M14 і встановлюють на кутову шліфувальну машину.

Алмазні гнучкі шліфувально-полірувальні круги поділяються на два типи:

- для обробки з водяним охолодженням – тобто мають конструкцію для подачі води в кількості, яка є прямо пропорційною до розміру абразивних зернин, тобто при первинній обробці більше, а при поліруванні – мінімальне;
- для обробки «на сухо».

Номера дисків позначають зернистість алмазної крихти: найгрубіша має № 30, найдрібніша для полірування – № 3500. Для надання каменю глянцею існують спеціальні круги із зернистістю BUFF, які можуть замінити повсть із полірувальним порошком.

Обробку здійснюють у кілька етапів: на початковій стадії на поверхні лишаються досить значні заглибини, які поступово на подальших стадіях перетворюються у подряпини, глибина яких всяк час зменшується і доходить до стадії полірування. Для дисків № 30-№ 800 рекомендовано швидкості обертання 2000-3600 об/хв, а більш за № 1000 – не більш за 1200-1500 об/хв.



Рис. 2.52 Шліфувальні та шліфувально-полірувальні гнучкі диски для обробки граніту й мармуру з центральною подачею води.

- а), б) – круги еластичні типу «липучка» для шліфування й полірування. Позначено: а) – стандартні \varnothing 100, 125, 150 мм з грануляцією 00, 100, 200, 300, 400, 600, 800, 1500, 2000, 3000; б) – економічні \varnothing 100 мм з грануляцією 00, 100, 200, 400, 800, 1500, 2000; в) – алмазні сегментні гнучкі диски на полімерній основі з грануляцією 00, 1, 2, 3, 4 для шліфування; г) – Круги еластичні з покращеними характеристиками для шліфування й полірування \varnothing 160, 250 із грануляцією 200, 300, 400, 600, 800, 1200, 1500, 2000, 3000.

Еластичний абразивний круг Klingspor RFR 654 – це спеціальний виріб концерну Klingspor який постачається під замовлення. Може мати різний зовнішній діаметр, ширину круга та діаметр посадочного отвору. Виготовляється з абразивним зерном на основі електрокорунду або карбїду кремнію. Зв'язка з спеціального штучного матеріалу може мати різну твердість – від м'якої до стійкої та твердої. Правильно підібравши зерно та зв'язку можна оптимально адаптувати агресивність шліфування еластичним абразивним кругом Klingspor RFR 654 в залежності від відповідного оброблюваного матеріалу чи способу використання. [<https://abrazivka.com.ua/abrazivniy-instrument-dlya-poliruvannya>].

Застосовують різного типу й зернистості алмазні трапеції (рис. 2.53), призначені для встановлення на дисках для радіально-консольних верстатів, конвеєрних ліній, машин для шліфування й полірування підлог з природного каменю. Кріплення трапецій здійснюють до планшайб (основа) за допомогою матеріалу типу «липучка». Липучки можуть бути гумові або пластикові. Дозволяють легко й швидко замінювати трапеції. Основою передбачено центральну подачу охолоджуючої води.

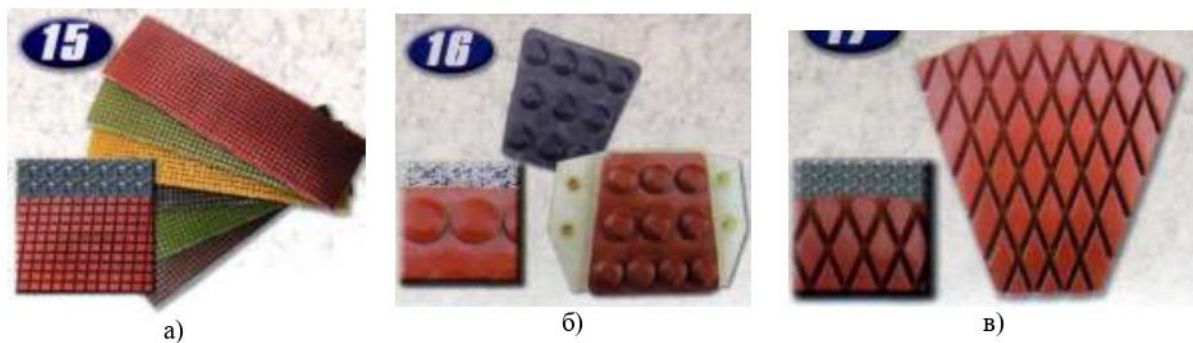


Рис. 2.53 Гнучкі елементи типу „липучка“ [<http://www.service-kamnya.ru/>].

- а) – алмазна гнучка смужка типу „липучка“ для дополірування граніту у важкодоступних місцях; б) – алмазні трапеції діакераміка на полімерній основі; в) – алмазні трапеції типу „липучка“ для шліфування і полірування граніту та мрамору з центральною подачею води.

Для підготовки поверхні каменю до полірування виготовляють 8 номерів алмазних дисків, наприклад, на полімерній основі, для граніту й 7 для мрамору. Комплект може складатися з однієї обдирної №0, трьох шліфувальних №1, №2, №3 та семи полірувальних дисків на полімерному в'язучому.

Приклад послідовності фактурної обробки [36]:

Кількість проходжень	1		2	2	2	1
Номери інструменту	№ 240	№ 400	№ 600	№ 800	№ 1200	Полірувальний
Зернистість, мкм	200/160	80/63	60/40	40/28	28/20	1/0

Рекомендації щодо режимів обробки при шліфуванні.

Основна вимога – забезпечити зусилля притискання, яке залежить від типу в'язучого. Розраховують за питомим тиском та площею контакту інструменту з оброблюваною поверхнею. Верстат повинен забезпечувати потрібне зусилля, в іншому разі треба зменшити діаметр інструменту. Якщо зусилля зменшується, падає продуктивність, якщо занадто збільшується – зростає зношення інструменту.

Рекомендований питомий тиск для інструментів з органічним в'язучим – не менш за 0,05 МПа.

Збільшення колової швидкості інструменту зумовлює зниження інтенсивності знімання матеріалу, але одночасно зменшується зношення й шорсткість. За високих швидкостей інструменту зернистість менше впливає на шорсткість. Тож рекомендується для збільшення стійкості інструменту й поліпшення якості обробки використовувати високі швидкості, а для збільшення інтенсивності обробки – застосовувати швидкість меншу, але обирати оптимальне значення.

Рекомендовані швидкості – від 2 до 16 м/с, тобто для інструменту D=250 мм це 150 об/хв-1200 об/хв.

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.

Полірування крайок здійснюють гнучкими алмазними кругами. Для складних профілів можуть бути застосовані повстяні круги з полірувальними пастами, порошками чи суспензіями.

1. **Повстяні круги** – це торцевий полірувальний інструмент, \varnothing 250-450 мм. Такий круг наклеюють на сталевий диск – корпус .

Ставилися спеціальні вимоги до повсті (наприклад, довжина пасм вовни – не менше 40 мм, міцність на розрив – не менше 3 МПа, модуль пружності $(1-3) \cdot 10^3$ МПа).

Як поліруючі матеріали найширше використовують порошки оксидів хрому, олова, алюмінію.

Застосовують найчастіше на коліно-важільних верстатах.

Повстяні круги використовують у разі потреби в особливо високій якості оброблюваної поверхні.

Для полірування граніту використовують повстяні круги, які армовано спіраллю із свинцевої стрічки, та порошок з оксиду олова з додаванням свинцю та сірки.

2. Жорсткі полірувальники останнім часом використовуються на конвеєрних, рідше – на мостових верстатах. Має постійні властивості протягом усього строку експлуатації. Не потребує використання полірувального порошку (відповідно немає потреби у пристроях подачі порошку). Інструмент складається із поліруючого шару, який наклеєно на металевій корпус. Іноді на робочому торці поліруючого шару виконують радіальні канавки для води.

Зовнішній діаметр \varnothing (300 ... 450) мм.

Поліруючий шар містить оксиди хрому, алюмінію, олова тощо та в'язучий матеріал у вигляді епоксидної смоли.

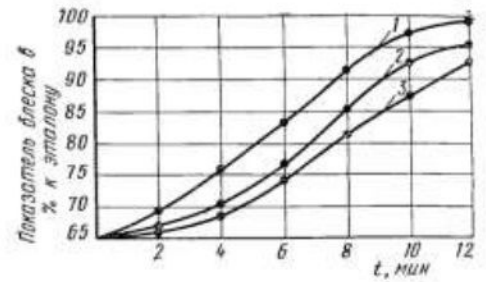


Рис. 2.54 Здатність полірування: 1 – оксид хрому; 2 – оксид алюмінію; 3 – оксид олова [24].



Рис. 2.55 Алмазні полірувальні круги. Фірма-постачальник

[<https://granitlion.com.ua/ru/>]

Позначено: а), б), в), г) – алмазні полірувальні круги; д) – тримач типу «липучка» на гумовій основі

Коментарі до рис. 3.49:

а) – Алмазні полірувальні круги „4 кроки“ ($\varnothing 100$ мм та $\varnothing 250$ мм) застосовують для полірування виробів з граніту й мрамору у три етапи: полірування без води (№ 1 та № 2); полірування з водою (№ 3 та № 4); полірування губкою із застосуванням хімічних речовин для каменю. Встановлюють їх на малогабаритні кромко-шліфувальні машини і на стаціонарні верстати, на яких передбачено встановлення алмазних полірувальних кругів малого діаметру. Кріплення – липучкою. Виробник – Китай.

б) – Алмазні полірувальні круги „5 кроків“ ($\varnothing 100$ мм) мають 5 номерів, полірування обов’язково з водою. Виробник – Китай.

Алмазні полірувальні круги VD (Україна), серії Elite фірми Deks (Корея) різної зернистості призначені для полірування плоских поверхонь плит з натурального чи штучного каменю без застосування води, а полірувальні круги „Трикоптор“ (рис. , в)) $\varnothing 100$ мм (Китай) та Dialink $\varnothing 100$ мм та $\varnothing 150$ мм (Китай) різної зернистості – для шліфування й полірування плит обов’язково з водою.

Всі ці круги передбачають кріплення липучкою.

д) – тримач типу «липучка» на гумовій основі, випускають трьох типів – жорсткі, м’які та звичайні. По центру мають отвір для подачі охолоджуючої рідини. Посадковий розмір М 14×2.

3. Алмазні полірувальні головки АГП схожі на шліфувальні головки АГШЧ.

Зовнішні діаметри головок: 160, 250, 320, 450 мм.

Головка містить сталевий корпус, еластичну матрицю з гранульованого пластика з наклеєними на неї алмазними елементами, двох дисків і еластичної прокладки з губчастої гуми. Алмазні елементи мають шар з порошків синтетичних алмазів (концентрація 100 %) на еластичному в’язучому, що містить каучук, і на тканинній основі. Алмазні полірувальні головки мають високу зносостійкість при обробці порід середньої міцності (мармур, травертіни, доломіти тощо), але вартість їх досить висока.

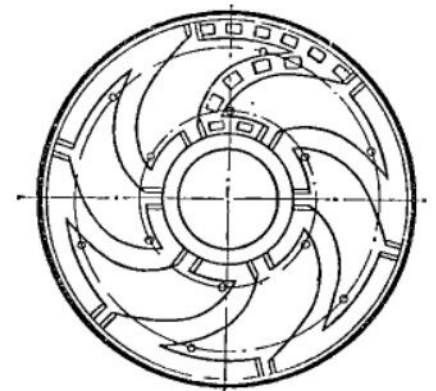


Рис. 2.56 Алмазна полірувальна головка АГП



Рис. 2.57 Алмазні шліфувально-полірувальні головки.

а) – Головка для шліфування і полірування природного каменю будь-якої твердості.

Виробник – Україна; б) – Алмазні шліфувальні головки 160 №1 (Klingspor, Німеччина)

<https://abrazivka.com.ua/almazniy-instrument/shlifovalni-almazni-chashki-ta-almazni-almazni-chashki-klingspor/almazna-chashka>

На рис. 2.58 показано полірувальну планшайбу із свинцем, а на рис. 2.59 планетарну полірувальну головку для АГШК (не придатна для усунення перепадів більш за 0,5 мм) діаметром 125 мм.



Рис. 2.58 Полірувальна планшайба із свинцем



Рис. 2.59 Планетарна полірувальна головка для АГШК

https://diammarket.ru/catalog/komplektuyushchie_dlya_mashin_ml/polirovalnaya_planshayba_so_svintsom/