

4.3. Технологічні процеси власне фрезерування каменю

Власне фрезерування - це процеси прорізання пазів, вибірки полицок, кутів, зняття фасок, калібрування каменю середньої твердості, виконання прямокутних профілів і т.п., які здійснюються на тих же верстатах, що й окантовування з використанням в якості робочого інструменту алмазних відрізних кіл (дискових пилок), алмазних периферійних (циліндричних) фрез і рідше торцевих (тарілчастих) фрез.

Відрізними колами прорізають пази, виконують вибірку полицок і кутів, зняття фасок, формуючи прямокутний профіль виробу, у деяких випадках фрезерування заготовок алмазними відрізними колами на одностоєчних верстатах дозволяє отримати складний криволінійний контур виробу.

Застосування алмазних циліндричних фрез при фрезеруванні каменю практично те ж, що й відрізних кіл з тією тільки різницею, що фрези завдяки більшій ширині ріжучих елементів дозволяють здійснювати вибірку більших обсягів каменю за один прохід інструмента.

Торцеве фрезерування алмазними тарілчастими фрезами виконують на мармурі і декоративному бетоні при виготовленні деталей найпростішого профілю (вибірці кутів, полицок, знятті фасок) або при калібруванні плит на конвеєрних шліфувальних верстатах.

§ 51. Основні правила й технологічні режими властиво фрезерування й найпростішого профілювання

Розглянемо особливості головної операції власне фрезерування, яка виконується після підготовки верстата до роботи, установки заготовки на столі верстата та її розмітки.

Характер фрезерування залежить в основному від заданої форми виробу і типу устаткування. Як приклад на мал. 89 наведені різні варіанти фрезерування заготовок на верстаті СМР-015 з використанням алмазного відрізного кола і циліндричних фрез. При цьому можуть бути виконані поздовжні, поперечні пази залежно від орієнтації поворотного стола. Пази можуть бути прямі вузькі (*a*), якщо вони фрезеруються відрізним колом, і широкі (*b*), якщо для їх виробництва використовують циліндричні фрези. Використовуючи додаткову поворотну ріжучу головку, на верстаті СМР-015 можна при необхідності виконувати і похилі пази (*в*), одержувати ребристий рельєф поверхні (*г*). Поворотна головка застосовується також і для

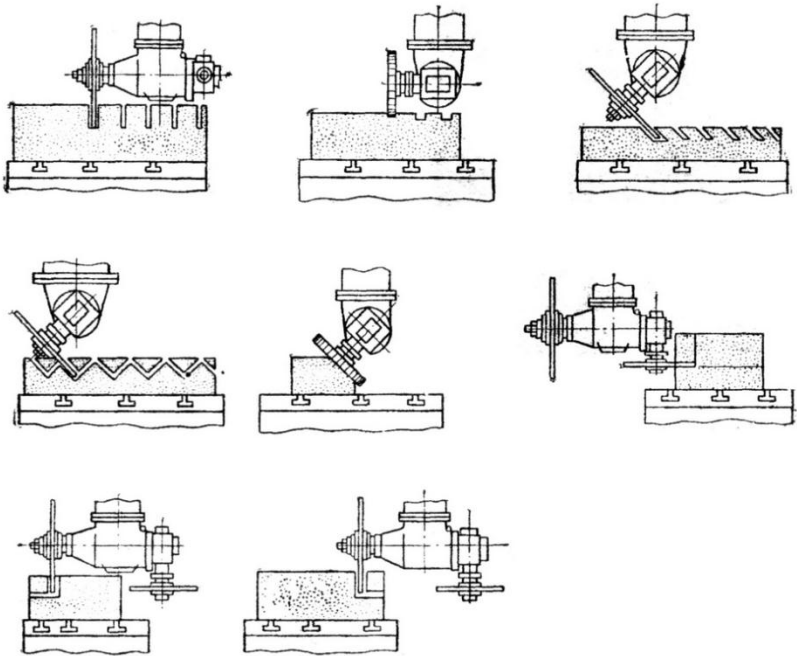
виробництва фасок (δ), для чого вона оснащується алмазним відрізним колом або тарілчастою фрезою. Комбінація основної головки, яка виконує вертикальний пропили, і поворотної головки, яка виконує горизонтальний пропили, дозволяє здійснювати підрізування уступів, вибірку кутів і поличок e , $ж$, $з$, тобто виконувати найпростіший профіль.

Використовуючи алмазні циліндричні фрези, виконують обробку заготовки не тільки по прямолінійному, але й по криволінійному контуру (мал. 90), для чого необхідно, щоб робоча головка з інструментом у процесі поздовжньої подачі змінювала своє положення по висоті відповідно до заданого контуру. На багатьох фрезерувально-окантовувальних верстатах така робота автоматизована і виконується по спеціальному копіру.

Різноманітні фрезерні роботи можуть виконуватися на консольних одностоечних верстатах СМР-031, 440 Н і ін. з використанням в якості робочого інструмента алмазних відрізних кіл різного діаметра (мал. 91). Так, шляхом послідовного виконання спочатку вертикального пропили, а потім — горизонтального пропили після повороту робочої головки на 90° здійснюють вибірку кута або підрізання уступу a . При необхідності підрізати уступ значної ширини, тобто вибрати полицку, здійснюють серію вертикальних пропилів із кроком, що відповідає поздовжній глибині різання навкруги даного діаметра, після цього повертають робочу головку на 90° і роблять послідовне підрізання уступу, забираючи шматки каменю після кожного горизонтального пропили b . Аналогічним чином виконують і підрізання похилого уступу з тією тільки різницею, що робоча головка при цьому фіксується під деяким кутом до вертикальної і горизонтальної площин $в$. Більш складною є операція одержання криволінійного контуру $м$. Спочатку фрезерують похилий окантовувальний пропили 1, потім виконують серію вертикальних пропилів 2. Далі повертають робочу головку на 90° і здійснюють послідовне підрізання каменю горизонтальними пропилами 3 до зустрічі з окантовувальним пропилом 1, систематично забираючи шматки каменю з поверхні заготовки. Після цього розвертають робочу головку у вихідне положення і повторюють по попередній розмітці нову серію вертикальних пропилів 4 різної глибини, що відповідає заданому контуру виробу. На закінчення виконують підрізання каменю серією пропилів 5, орієнтуючись відповідно до розмітки по дотичній до заданого контуру виробу. Варіанти фрезерних робіт $у$ і z застосовують при виготовленні товарів народного споживання (деталей пам'яників і т.п.).

При фрезеруванні каменю алмазними відрізними колами технологічні режими обробки відповідають режимам окантовування, наведеним в § 46. Технологічні режими обробки каменю алмазними фрезами мають деякі відмінності. У табл. 49 наведені значення режимних параметрів обробки різних видів каменю алмазними циліндричними фрезами.

На відміну від алмазних циліндричних фрез, які використовуються практично для обробки будь-яких видів каменю, тарілчастими фрезами обробляють переважно породи середньої міцності і низькоміцні.



4.4. Технологічні процеси профілювання каменю

Профілювання - це процес виготовлення виробів, які мають складний профіль, або складну конфігурацію в плані (карнизів, лиштів, плінтусів, стільниць), а також виробів з формою тіл обертання (колон, циліндричних стійок, баз колон, балясин, куль й ін.), які виконуються за допомогою фрези або профілювального кола.

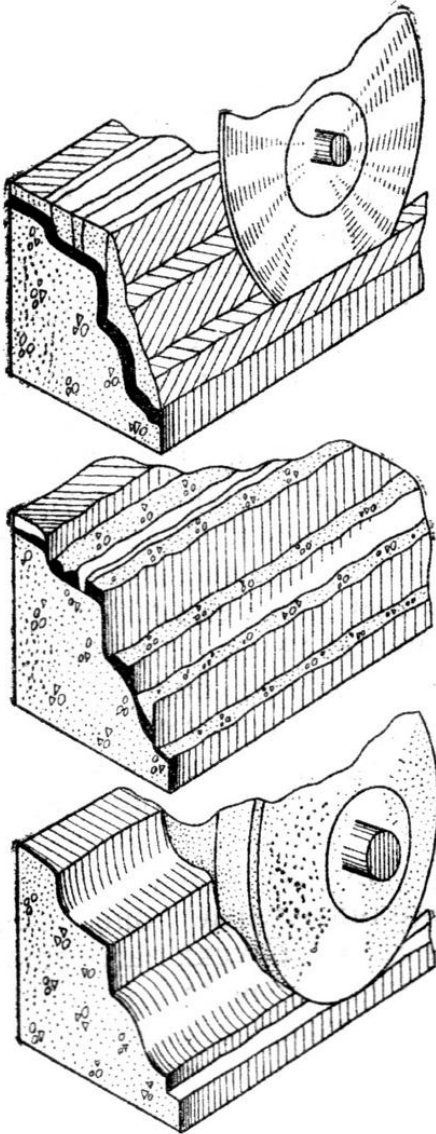
Профілювання виробів залежно від ступеня складності профілю поділяється на просте і складне. Найпростішим профілюванням одержують погонажні вироби спрощеного профілю, утвореного перетинанням прямих ліній-різів (кути і фаски підвіконних плит,

полочки, ребра, сходи різних архітектурно-будівельних виробів і т.п.) або найпростішими кривими і дугами кола, наприклад зкруглення карнизів, плінтусів і т.д. Для цих цілей використовують різноманітні фрезерувально-окантовувальні й універсально-фрезерні верстати, робочим інструментом яких є відрізні кола, циліндричні фрези або одиничні алмазні профілювальні кола.

Складне профілювання - найбільш трудомісткий процес виробництва, в результаті якого одержують виріб складної форми із профілем, утвореним комбінацією декількох найпростіших елементів або сполученням різних криволінійних поверхонь (карнизи, плінтуса, фігурні фаски й т.д.) До цього ж процесу відносять і виробництво виробів з формою тіл обертання, які мають круглий профіль (колони, балясини, циліндричні підставки й т.п.). Складне профілювання виробів з каменю виконують на різноманітному спеціалізованому устаткуванні.

Для виробництва складнопрофільних виробів в якості робочого інструмента використовують абразивні або алмазні периферійні профілювальні кола, циліндричні фрези, рідше відрізні кола. При цьому, як правило, застосовують комбінації різних інструментів, які працюють одночасно або послідовно. Характерним є використання наборів алмазних профілювальних кіл, які дозволяють отримати складний профіль за одну технологічну операцію.

Найпростіші криволінійні профілі одержують на фрезерувально-окантовувальних верстатах, використовуючи в якості робочого інструменту алмазні профілювальні кола периферійного типу (мал. 92). Виконання цієї операції аналогічно фрезеруванню каменю алмазними циліндричними фрезами.



§ 52. Технологія виготовлення складнопрофільних виробів

Характерною рисою виготовлення складно-профільних виробів є те, що їх, як правило, виконують шляхом послідовного проведення декількох технологічних операцій, які поступово підводять заготовку

до виробу з необхідним профілем. Для виконання складного профілю погонажних виробів можуть використовуватися деякі види універсально-фрезерних верстатів, наприклад, моделі ГФ-50. Однак більш доцільно застосовувати для цього спеціалізоване устаткування (див. § 26).

Складно-профільні вироби з неглибоким профілем виготовляють у наступній послідовності (мал. 93). Покладені на стіл бруски-заготовки виставляються в один ряд один за одним по всій довжині стола і міцно закріплюються гвинтовими притисками. Потім розмічають профіль, для чого по торці крайнього (переднього) бруска емалевою фарбою проводять смугу по контуру накладеного на торець шаблона. Потім виконується попередня обробка профілю, яка полягає в розрізанні ряду брусків відрізним алмазним колом на початку і кінці профілю, а також у найбільш характерних місцях вигину (мал. 93, а). При відстані між різами більше 50 мм різ не повинен доходити до контуру на 15-20 мм, при меншій відстані допускається наближення різа до контуру на 5 мм. Надрізана частина бруска сколюється і частково вирівнюється (мал. 93, б), завдяки чому обсяг подальшого профілювання шліфувальними колами зводиться до мінімуму, сприяючи продовженню терміну служби інструмента. Остаточна обробка профілю, яка завершує процес профілювання, виконується абразивним або алмазним профілювальним колом зі зворотним рельєфом (мал. 93, в).

При виготовленні складнопрофільних виробів із глибоким профілем необхідні додаткові операції надрізання алмазним відрізним колом бруска-заготовки по контуру найбільш складної частини профілю (мал. 94). Цю операцію виконують у такому порядку. Спочатку, як і в першому випадку, на торці заготовки 1 наносять малюнок профілю, 2, а потім відрізним колом здійснюють пропили 1—1 і 2—2, видаляючи надлишок каменю і наближаючи перетин заготовки до заданого профілю. У місцях підвищеної складності навкруги виконують надрізи 3 (через 20-30 мм) до наміченої на камені лінії профілю, після чого надрізану масу каменю сколюють закольником, скарпелем або шпунтом. Подальшу обробку ведуть профілювальним колом 4, яке має негативний профіль виробу, у результаті чого заготовка набуває необхідний профіль. Якщо буде потреба, шліфування-полірування профільної поверхні виконується послідовним набором профілювальних кіл із зменшуваною зернистістю, а потім - полірувальним колом.

Більш складним є процес виготовлення складнопрофільних виробів із криволінійної (у плані) формою (деталі арок, фонтанів і т.п.). Найбільш прийнятним устаткуванням для цього є радіально-

консольні верстати (наприклад, моделей ЖБ-100, ЖБ-200), а в окремих випадках - мостові профілювальні верстати координатного типу. Процес обробки деталей зводиться до чотирьох груп технологічних операцій (мал.95).

1. Випилювання із блоку алмазною дисковою пилюкою прямокутної заготовки з відповідними припусками на наступну обробку (рис. 95, а).

2. Обробка заготовки алмазною циліндричною фрезою по зовнішньому і внутрішньому радіусах (рис. 95, б).

3. Виконання алмазними циліндричними фрезами радіальних пазів прямокутного перетину на двох суміжних гранях заготовки (для паза на верхній грані залежно від конструкції верстата можуть використовуватися фрези з горизонтальною або вертикальною віссю обертання, рис. 95, в),

4. Виконання закруглених профілів (профільними алмазними або абразивними колами з увігнутою периферією, рис. 95, г).

Обробці зазвичай піддаються одночасно кілька заготовок, які укладаються одна за іншою на робочий стіл верстата. Розміри і форма заготовок у процесі їх обробки систематично контролюються спеціальними шаблонами. При необхідності одержати деталь із лощеною або полірованою фактурою до перерахованих операцій технологічного процесу додається шліфування-полірування, яке виконується на тому ж устаткуванні, що й на операціях 2-4, але з відповідним інструментом. Іноді для цієї мети використовують ручні шліфмашинки із гнучким валом.

Технологічно складним є процес виготовлення виробів круглого профілю, тобто у формі тіл обертання (колон, балясин, підставок, куль і т.п.). Вироби циліндричної форми виконують, використовуючи один із трьох основних технологічних варіантів: профілюванням окремих елементів, обточуванням обертаючої заготовки і висвердлюванням заготовки із блоку.

По першому варіанту виготовляють складені колони, кожний елемент яких має профіль у вигляді сегмента з дугою, що є частиною окружності перетину колони. При цьому кожний елемент такої колони одержують найпростішим профілюванням заготовки периферійним колом негативного профілю по раніше описаній технології. Виготовлені елементи колони монтують на каркасі-підставці з металу або азбестоцементу, що має переріз у вигляді квадрата або багатогранника. Число граней відповідає кількості елементів, які складають колону. Описаний спосіб виготовлення колон є найбільш простим, однак має істотний недолік - наявність неминучих швів на стиках елементів. При виготовленні колон з каннелюрами, тобто