

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 83с., 2 табл., 36 рис., 1 дод., 14 джерел.

ФРЕЗЕРУВАННЯ, СХЕМИ ФРЕЗЕРУВАННЯ, РІЗНОВИДИ ФРЕЗ, КІНЦЕВА ФРЕЗА

Завданням для дипломної роботи магістра є дослідження конструкції кінцевих фрез.

В дипломному проекті необхідно вирішити наступні задачі:

- Описати процес фрезерування;
- Різновиди фрез;
- Схеми фрезерування;
- Конструкції кінцевих фрез;
- Геометрії кінцевих фрез;
- Розрахунок кінцевої фрези;
- Вибір інструменту для виготовлення кінцевої фрези;
- Виготовлення кінцевої фрези.

Металорізальний інструмент є одним з важливих знарядь виробництва. Він використовується при обробці різанням різних деталей на металорізальних верстатах. При цьому зрізується частина матеріалу заготовки у вигляді стружки до отримання необхідної поверхні деталі.

Основні вимоги, що висуваються до різальних інструментів визначаються їх службовим призначенням: інструменти повинні забезпечувати задану точність та якість оброблених деталей; можливість переточувань в процесі експлуатації; економія дорогих інструментальних матеріалів; висока продуктивність процесу різання з найменшими можливими витратами; надійність роботи; можливість швидкої заміни в процесі експлуатації.

ABSTRACT

Explanatory note: 83 pages, 2 tables, 36 figures, 1 appendix, 14 sources.

MILLING, MILLING SCHEMES, TYPES OF MILLING, END MILLING

The task for the master's thesis is to research the design of end mills.

The following tasks must be solved in the diploma project:

- Describe the milling process;
- Types of cutters;
- Milling schemes;
- Designs of end mills;
- Geometries of end mills;
- Calculation of the end mill;
- Selection of the tool for making the end mill;
- Production of end mill.

A metal cutting tool is one of the important production tools. It is used when cutting various parts on metal cutting machines. At the same time, a part of the workpiece material is cut in the form of shavings to obtain the necessary surface of the part.

The main requirements for cutting tools are determined by their service purpose: the tools must ensure the specified accuracy and quality of the processed parts; the possibility of regrinding during operation; saving expensive instrumental materials; high productivity of the cutting process with the lowest possible costs; reliability of work; the possibility of quick replacement during operation.

ЗМІСТ

С.

Вступ.....	7
1 Огляд літературних джерел.....	8
1.1 Фрезерування як вид обробки різанням.....	8
1.2 Елементи контурів деталей. Області обробки.....	9
1.3 Різновиди фрез.....	11
1.4 Схеми і режими фрезерування.....	16
1.5 Аналіз конструкції і геометрії різальної частини кінцевих фрез.....	19
2 Розрахунок кінцевої фрези.....	29
2.1 Вибір матеріалу кінцевої фрези.....	29
2.2 Вихідні дані до розрахунку.....	31
3 Виготовлення кінцевої фрези.....	35
3.1 Опис обладнання та його можливостей.....	35
3.2 Вибір інструменту другого порядку.....	43
4 Розробка і оптимізація керуючої програми для виготовлення кінцевої фрези.....	46
Висновок.....	49
Перелік використаних джерел.....	50
Додаток А.....	52

ВСТУП

Сучасне авіабудування і машинобудування розвивається в напрямку збільшення автоматизованого обладнання, верстатів з ЧПК, гнучких виробничих систем важливим елементом яких є різальні інструменти. При цьому вибір конструкції інструменту із врахуванням перспектив їх розвитку дозволить скоротити простій обладнання, допоміжний час.

Для скорочення термінів і підвищення ефективності проектування використовуються системи автоматизованого проектування.

Фрезерування є одним з найбільш поширених методів обробки. Кінематика процесу фрезерування характеризується швидким обертанням інструменту навколо його осі і повільним рухом подачі. Рух подачі при фрезеруванні може бути прямолінійно-поступальним, обертальним або гвинтовим.

При прямолінійному русі подачі фрезами проводиться обробка різноманітних циліндричних поверхонь: площин, різноманітних пазів і канавок, фасонних циліндричних поверхонь.

При обертальному русі подачі фрезеруванням обробляють поверхні обертання, а при гвинтовому русі подачі – різноманітні гвинтові поверхні, наприклад западини косозубих коліс.

Фреза є початковим тілом обертання, яке в процесі обробки торкається поверхні деталі і на поверхні якого утворені різальні зуби. Форма початкового тіла обертання залежить від форми обробленої поверхні та розташування осі фрези відносно деталі. Змінюючи положення осі інструменту відносно обробленої поверхні, можна спроектувати різні типи фрез, призначених для виготовлення заданої деталі.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Фрезерування як вид обробки різанням

Фрезерування - це процес обробки металу різанням, під час якого інструмент (фреза) здійснює головний обертальний рух, а заготовка - поступальний або обертальний рух подачі. Лише в окремих випадках фреза здійснює, окрім головного, і рух подачі.

Фрезерування - один з найпродуктивніших і найпоширеніших методів обробки різанням. На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні й похилі площини, фасонні поверхні; фрезерують пази і шпоночні канавки, зубці прямозубчастих й гвинтових зубчастих коліс; набором фрез обробляють складні поверхні, виконують нарізи.

Фрезерування виконують на універсальних або верстатах з ЧПК. З огляду на специфіку програмування фрезерні операції прийнято класифікувати за кількістю осей верстата з ЧПУ, що одночасно використовуються для виконання даної операції. Розрізняють 2,5-; 3-; 4- і 5-координатну обробку.

При так званій 2,5-координатній або плоскій обробці одночасно використовується не більше двох осей. Третя вісь служить в основному як встановлювальна для підведення та відведення інструмента. 2,5-координатне фрезерування застосовується для обробки циліндричних та лінійних поверхонь (контурів), довільні напрямки та твірні яких або паралельні осі інструмента, або складають з цією віссю постійний кут у нормальному перерізі. У першому випадку обробка здійснюється бічною поверхнею циліндричних, а в другому – конічних фрез.

Інше призначення 2,5-координатного фрезерування – це обробка площин, перпендикулярних до осі інструмента.

Фрезерування з використанням одночасно трьох осей верстата (3-координатна обробка) використовується для об'ємної обробки будь-яких поверхонь, доступних для підведення інструмента при незмінному напрямку

його осі в просторі. Інші різновиди багатокоординатної фрезерної обробки прийнято відносити до спеціалізованих ТП.

На верстатах з ЧПК знаходять застосування класичні різновиди фрезерування:

- циліндричне – обробка контурів бічною циліндричною поверхнею інструмента;
- торцеве – формоутворення торців вузьких ребер, ширина яких не перевищує діаметра фрези, а також поверхонь з малим припуском.

На верстатах з ЧПК застосовується і змішане фрезування, при якому одночасно обробляються деталі бічною та торцевою поверхнями фрез.

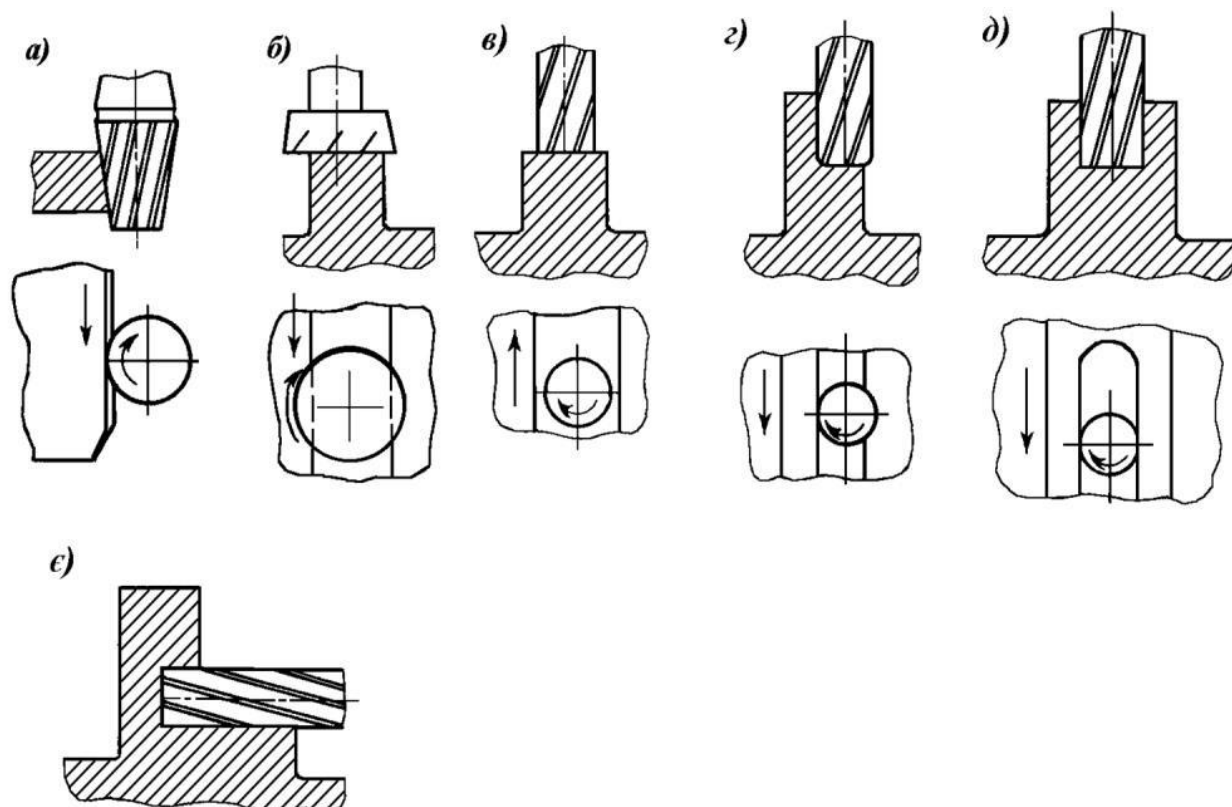
1.2 Елементи контурів деталей. Області обробки

При програмуванні фрезерних операцій, як і при токарній обробці, елементи контуру оброблюваних деталей можуть бути поділені на основні та додаткові. До числа додаткових у даному випадку відносяться спряжувані поверхні з постійним та змінним радіусами спряження. При плоскій обробці внутрішні спряження постійного радіуса формуються за рахунок відповідної конфігурації інструментів. Для забезпечення технологічності деталі такі спряження повинні виконуватись з однаковим, типовим для даного контуру або деталі радіусом $r_{\min}$, з витримуванням певного співвідношення між цим радіусом і типовим вхідним радіусом $R_{\text{тип}}$ на контурі, що регламентує максимально допустимий діаметр фрези для чистових переходів.

При фрезеруванні можна виділити визначені області обробки (зони). Вони поділяються на (рисунок 1.1):

- відкриті;
- напіввідкриті;
- закриті;

– комбіновані.



а-в – відкриті при обробці фрезою:

а – циліндричною;

б – торцевою;

в – кінцевою;

г – напіввідкрита при обробці кінцевою фрезою;

д – закрита при обробці кінцевою фрезою;

е – комбінована при обробці кінцевою фрезою

Рисунок 1.1 – Зони обробки при фрезеруванні

До відкритих відносяться області, що не накладають обмежень на переміщення інструмента вздовж його осі площин, перпендикулярних до цієї осі.

У напіввідкритих областях переміщення інструмента обмежені як вздовж осі, так і в площині, що перпендикулярна до осі.

В закритих областях переміщення інструмента обмежене в усіх напрямках.

Комбіновані області формуються в результаті об'єднання декількох областей різних типів, згаданих вище.

1.3 Різновиди фрез

Фреза - це тіло обертання, на поверхні якого розміщені різальні зубці. Залежно від форми і призначення фрези поділяють на:

- циліндричні;
- торцеві;
- дискові;
- кінцеві;
- кутові;
- нарізні (різьбові);
- черв'ячні та інші.

За формою задньої поверхні зубців розрізняють фрези з гостро заточеними і затилованими зубцями (кут заточування відповідно до 6° і 25°). За конструктивними ознаками фрези поділяють на суцільні та зі вставними зубцями (ножами). Суцільні фрези виготовляють переважно зі швидкорізальної сталі. Корпус фрез зі вставними ножами виготовляють з конструкційної сталі, а ножі - з твердих сплавів. Залежно від способу кріплення фрез на верстаті розрізняють фрези насадні з отвором, які закріплюють на оправці, та фрези кінцеві з конічними або циліндричними хвостовиками.

Циліндричні фрези (рисунок 1.2) мають зуби тільки на циліндричній поверхні. Застосовуються вони для обробки площин. Суцільні гвинтові зубчасті фрези виготовляють з великими і малими зубцями відповідно для чорнового і чистового фрезерування.

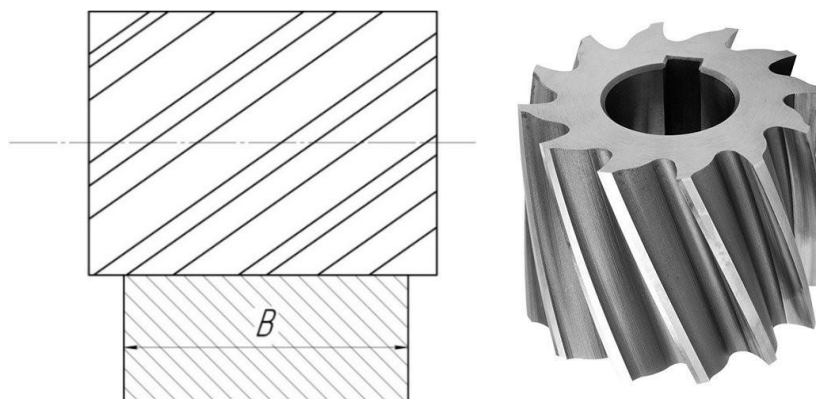
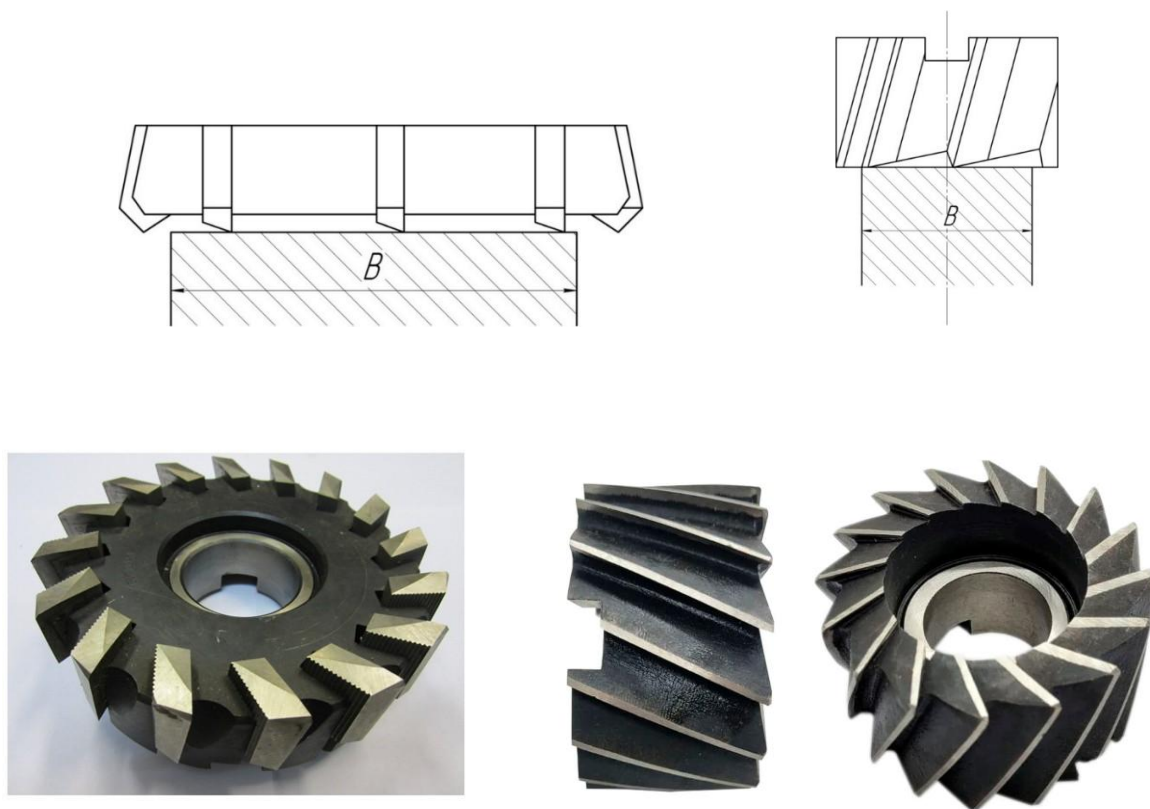


Рисунок 1.2 – Циліндрична фреза

Торцеві фрези (рисунок 1.3) також застосовують для обробки площин. Вони оснащені зубцями на торці й на боковій поверхні та можуть бути суцільними або із вставними пластинами.



а

б

а – фреза із вставними пластинами; б – фреза суцільна

Рисунок 1.3 – Торцеві фрези

Відрізні й шліцові фрези - це дискові фрези малої товщини (рисунок 1.4). Вони призначені для розрізання металу і прорізування вузьких канавок (наприклад, на головках гвинтів).



Рисунок 1.4 – Дискові фрези

Ріжучі елементи дискових фрез можуть розташовуватися, як з однієї, так і з обох сторін. Залежно від виду обробки (від попередньої до фінішної) змінюється розмір фрези і її зубів. Твердосплавні дискові фрези здатні працювати в найскладніших умовах, коли присутня висока вібрація і неможливо швидко виводити стружку з області різання.

Кутові фрези (рисунок 1.5) з зубцями на конічній та торцевій поверхнях застосовують для прорізування канавок кутового профілю. Їх широко використовують для виготовлення фрез, зенкерів, розверток тощо.



Рисунок 1.5 – Кутові фрези

Для обробки деталей складної форми, найчастіше криволінійного профілю, використовують фасонні фрези (рисунок 1.6). Такі фрези активно застосовуються для обробки деталей з металу зі значним співвідношенням довжини заготовки до її ширині, так як фасонні поверхні деталей невеликої довжини на великих виробництвах частіше виготовляють методом протягування. Фасонні фрези використовуються для додання профілю поверхонь незамкнутого типу. Крім того, вони підходять для формування канавок.



Рисунок 1.6 – Фасонні фрези

Черв'ячні фрези (рисунок 1.7) використовують для нарізки зуба на шестернях і колесах, шліцьових валах. Кут нахилу виставляється оправкою на верстаті. Обробка проводиться обкаткою, коли деталь обертається, зміщуючись на один зуб за оборот фрези. У роботі бере участь відразу кілька зубів або пластин.

Обробка виконується методом обката за рахунок точкового торкання заготовки інструментом. Черв'ячні фрези поділяються на ряд підвидів за такими параметрами:

- цілісні або збірні;
- праві або ліві (напрямок витків);
- багато-або однозахідні;
- з нешліфованими або зі шліфованими зубцями.



Рисунок 1.7 – Черв'ячні фрези

Кінцеві фрези (рисунок 1.8) застосовують для створення пазів, контурних уступів і виїмок, обробки взаємно перпендикулярних площин. У таких фрез основну роботу, пов'язану з різанням, здійснюють головні ріжучі кромки, які розташовуються на циліндричній поверхні. А ось допоміжні ріжучі кромки виконують зачистку дна канавки. У таких фрез зуби зазвичай гвинтові або похилі.

Кінцеві фрези діляться на кілька різновидів за такими ознаками:

- монолітні або з припаяними ріжучими елементами;
- з конічним або циліндричним хвостовиком;
- для кінцевої обробки металу (дрібні зубці) або для грубої (великі зубці).

Кінцеві твердосплавні фрези застосовуються для роботи з металами, які погано обробляються - сталлю, чавуном та ін. Серед кінцевих фрез виділяють також сферичні (кульові), необхідні для обробки виїмок сферичної форми, радіусні, що використовують для вибірки пазів різноманітних форм, грибкові - твердосплавні фрези для Т- образних пазів на заготовках з чавуну, сталі, кольорових металів. До кінцевих також відносяться гравери або фрези для гравіювання, які використовуються для обробки дорогоцінних металів, міді, латуні та інших матеріалів.



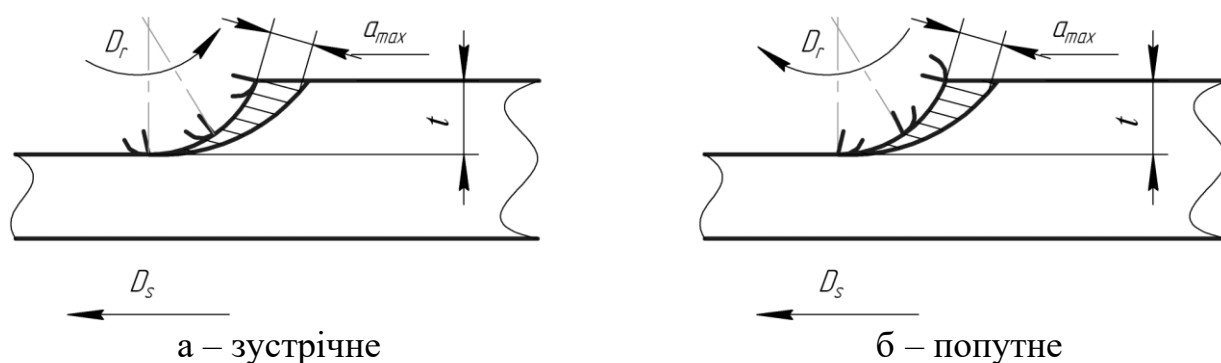
Рисунок 1.8 – Кінцеві фрези

1.4 Схеми і режими фрезерування

Залежно від напрямку обертання фрези та напрямку подачі розрізняють зустрічне фрезерування (коли заготовка, яка обертається, подається назустріч обертанню фрези) і попутне (коли напрям обертання фрези та напрям подачі збігається) (рисунок 1.9). При зустрічному фрезеруванні товщина шару металу, що зрізується зубом фрези змінюється від 0 до $a_{\max}$. Поступове збільшення товщини зрізаємого шару сприяє плавній роботі фрези. Проте перш ніж врізатися в метал, що обробляється, зуб фрези внаслідок округлення різальної кромки деякий час ковзає по поверхні різання, зміцненій внаслідок пластичних деформацій під час різання попереднім зубом. Це приводить до значного спрацювання зубів фрези. Сили, які виникають при фрезеруванні цим методом,

намагаються відірвати заготовку від столу, що може привести до вібрацій і погіршення чистоти поверхні.

При попутному фрезеруванні в момент врізання зуба відбувається удар, оскільки знімається шар найбільшої товщини $a_{\max}$, який поступово зменшується до 0. Зменшення товщини шару, який зрізається і те, що сила різання намагається притиснути заготовку, що обробляється, до столу верстату, сприяє підвищенню чистоти та точності обробленої поверхні. Зустрічне фрезерування доцільно використовувати при чорновій обробці, особливо заготовок з коркою або окалиною, попутне при напівчистовій і чистовій обробці, коли вже знято корку та потрібна висока чистота обробленої поверхні.



а – схема зустрічного фрезерування; б – схема попутного фрезерування.

Рисунок 1.9 – Схеми фрезерування

Встановити оптимальний режим різання, що впливає на продуктивність обробки, точність та шорсткість оброблюваної поверхні, можливо тільки у разі правильного вибору елементів режиму різання. Такими елементами є: глибина різання, подача, швидкість різання, ширина фрезерування (для зустрічного фрезерування елементи режиму різання позначені на рисунку 1.10, а). Глибина різання t (мм) — товщина шару матеріалу, який знімає фреза за один прохід, — виміряна перпендикулярно до оброблюваної поверхні.

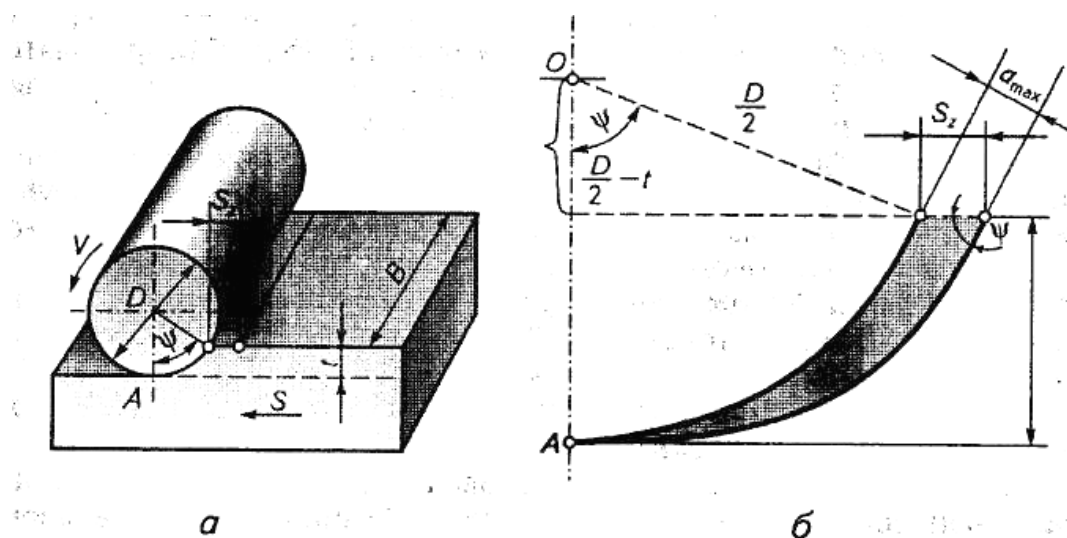


Рисунок 1.10 – Елементи режиму різання при зустрічному фрезеруванні

Подача - поступальне або обертаюче переміщення заготовки відносно осі фрези. При фрезеруванні розрізняють три розмірності подачі:

- подача на один зуб фрези S_z (мм/зуб) - переміщення заготовки відносно фрези за час її кутового повороту на один зуб;
- подача на один оберт фрези S_o - переміщення заготовки відносно фрези за один її оберт;
- подача за хвилину $S_{хв}$ - переміщення заготовки відносно фрези за хвилину.

Подачі зв'язані між собою:

$$S_{хв} = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n \quad (1.1)$$

де z та n - відповідно кількість зубів фрези та частота обертання фрези.

Швидкість різання V (м/хв) — окружна швидкість найбільш віддаленої від осі обертання точки ріжучої кромки фрези:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (1.2)$$

де D — діаметр фрези, мм.

Ширина фрезерування B — довжина поверхні контакту фрези з оброблюваною заготовкою, виміряна в напрямку, перпендикулярному напрямку подачі.

Товщина шару, зрізаного при фрезеруванні, — це товщина шару металу, яка знімається одним зубом фрези, виміряна в радіальному напрямку (рисунок 1.10, б). Зуб фрези зрізає стружку змінної товщини, для якої

$$a_{max} = S_z \cdot \sin \psi \quad (1.3)$$

де ψ — кут контакту.

1.5 Аналіз конструкції і геометрії різальної частини кінцевих фрез

Відомо, що геометрична форма зуба фрези дуже впливає на зносостійкість і працездатність інструменту. Якщо форму зуба вибрано правильно, фреза працює швидко, спокійно, без частих переточень. Тому необхідно знати всі елементи зуба фрези та уявляти, якими мають бути кути заточування фрези в залежності від способу фрезерування.

Кожен зуб фрези є найпростішим інструментом — різцем. Отже, конструктивні та геометричні параметри зубів аналогічні різцям.

Взаємне розташування поверхонь зуба фрези та їх положення стосовно поверхонь заготовки визначають геометричні елементи: передній кут γ , головний задній кут α , кут загострення β , кут різання δ та інші. Дані кути мають важливе значення для правильної та ефективної роботи інструменту, тому вони ретельно витримуються при заточуванні та подальших переточках фрези.

Форма зубів і западин повинна забезпечувати міцність зубів, отримання достатнього простору для розміщення стружки, гарантувати найкраще

відведення стружки із зони різання та допускати максимально можливу кількість переточок.

Основними конструктивними елементами кінцевої фрези є: хвостовик, різальна частина фрези і їх складова - загальна довжина (рисунок 1.11) [9].

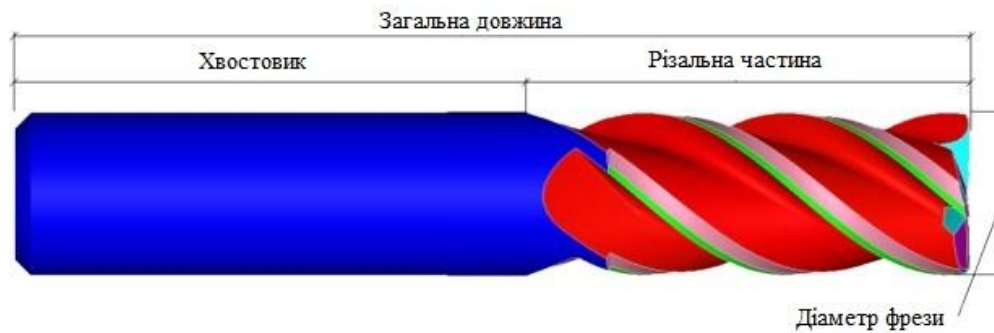


Рисунок 1.11 – Основні елементи кінцевої фрези

Різальна частина кінцевої фрези складається з таких елементів, як (рисунок 1.12):

- стружкова канавка;
- стрічка;
- передня поверхня;
- різальна кромка.



Рисунок 1.12 – Елементи різальної частини фрези

Елементи геометрії різальної частини кінцевої фрези показано на рисунку 1.13.

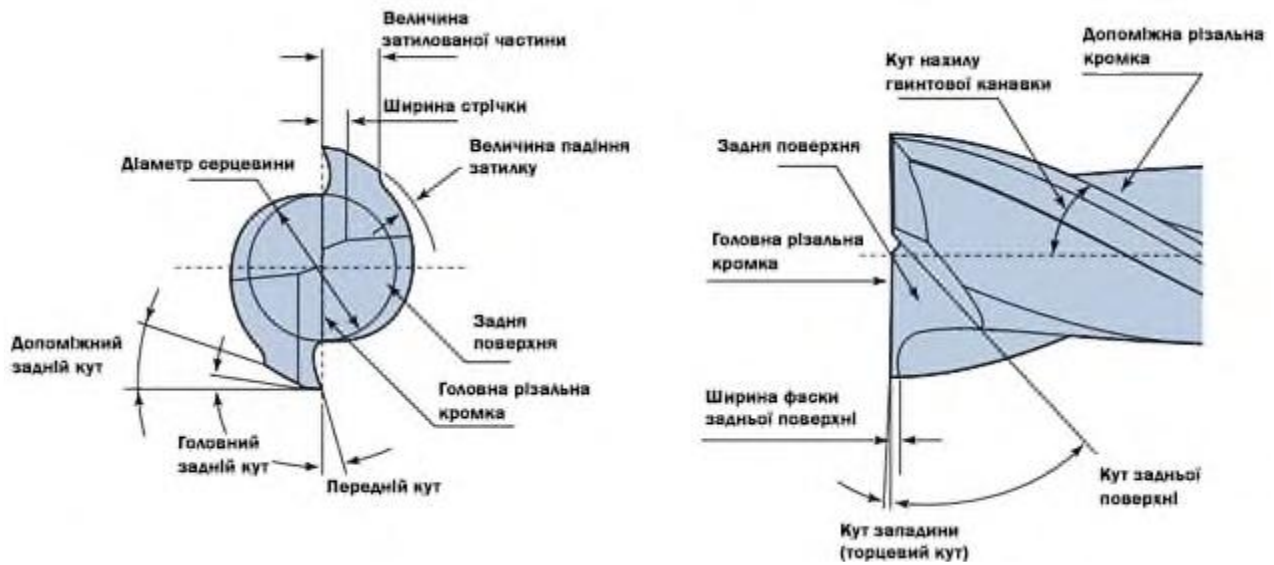


Рисунок 1.13 – Геометрія кінцевої фрези [16]

До основних характеристик геометрії різальної частини фрези відносять (рисунок 1.14):

- головний задній кут - α ;
- допоміжний задній кут - α_1 ;
- передній кут - γ ;
- стрічку - f_c .



Рисунок 1.14 – Геометрія різальної частини фрези [9]

Канавка між сусідніми зубами слугує для відведення стружки. Вона обмежена передньою поверхнею одного зуба та спинкою сусіднього. Канавки роблять прямі та гвинтові.

Пряма канавка паралельна осі фрези. Гвинтова канавка розташовується по гвинтовій лінії. На рисунку 1.15 показано утворення гвинтової лінії. Якщо уявний гнучкий трикутник ABC повернути на циліндр так, щоб катет $AB = \pi D$ збігся з основою циліндра діаметром D , тоді гіпотенуза AC утворює на циліндрі гвинтову лінію ліву (рисунок 1.15 а) або праву (рисунок 1.15 б). Кроком H гвинтової лінії називається висота її підйому за один оборот навколо циліндра.

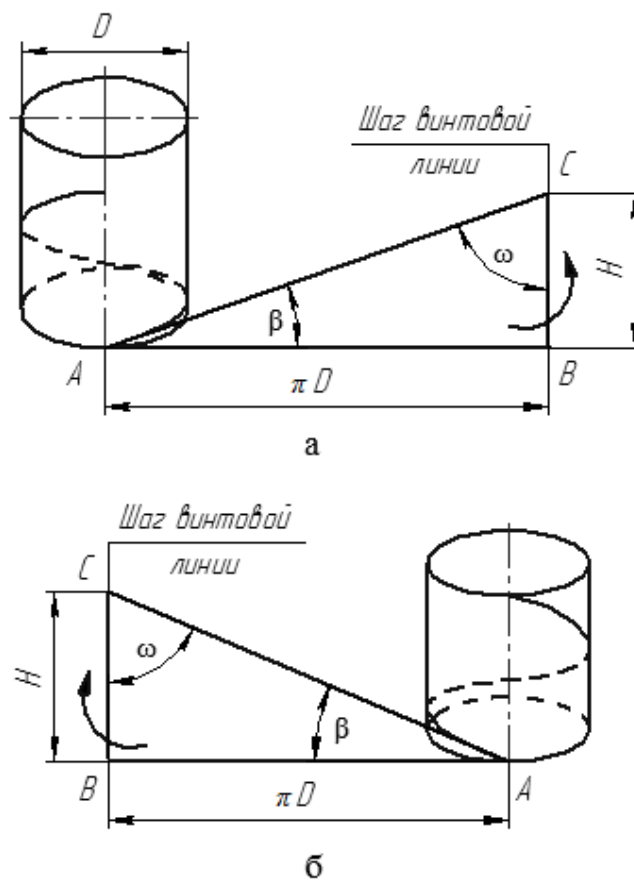


Рисунок 1.15 – Схема утворення гвинтової лінії

Кут ω називається кутом нахилу гвинтової лінії, а кут β - кутом підйому гвинтової лінії. Ці кути, як видно з малюнку 1.15, пов'язані між собою співвідношенням $\omega = 90^\circ - \beta$.

Канавка гвинтова ліва (рисунок 1.16 а) – канавка, спрямована по гвинтовій лінії з підйомом праворуч наліво. Канавка гвинтова права (рисунок 1.16 б) - канавка, спрямована по гвинтовій лінії з підйомом зліва вгору направо.

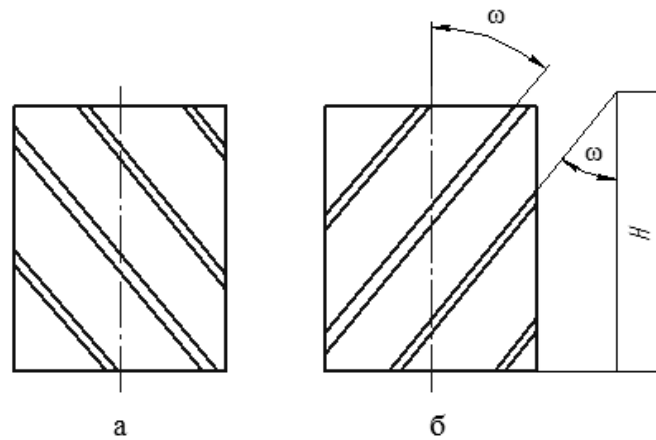


Рисунок 1.16 – Напрямок гвинтових канавок

Крок гвинтової канавки H – відстань між двома послідовними точками на ріжучій кромці фрези, що лежать на одній утворюючій циліндричній поверхні.

Кількість різальних зубів на кінцевій фрезі - це важливий показник, який залежить від матеріалу, що обробляється, і можливостей верстата. Відповідно до класифікації кінцевих фрез, вони є 2-7-зубі і більше. Найбільш поширеними варіантами вважаються 2, 3 або 4-зубі фрези [9].

Двозубі кінцеві фрези з центральним різом призначаються для врізання, обробки пазів, контурів, мають збільшені стружкові канавки для ефективного відводу стружки. На високих швидкостях подачі при важкому периферійному фрезеруванні забезпечується чорнова якість оброблюваної поверхні [9].

Тризубі кінцеві фрези є компромісом поміж великим об'ємом канавок кінцевих фрез з двома канавками і міцністю кінцевих фрез з 4-ма канавками. Радіус або фаска кута різальної кромки захищають від сколів і несправностей і продовжує термін служби інструменту [9].

Чотиризубі кінцеві фрези є універсальним рішенням для фрезерування в тих випадках, коли немає проблем з відведенням стружки із зони різання фрези. Збільшена товщина сердечника інструменту зменшує прогин і підвищує точність

обробки, в той час як зменшене навантаження призводить до підвищення якості поверхні [9].

Кінцеві фрези з більш ніж 4-ма зубами відмінно підходять для підвищення продуктивності роботи з жорсткими матеріалами, такими як титан, де обертів шпинделя найчастіше просто не вистачає [9].

Фрези з п'ятьма зубами забезпечують добре зчеплення різальної кромки і чистоту обробки поверхні [9].

Фрези з шістьма зубами збільшують стабільність інструменту, утримуючи більше різальних кромок в контакті з робочим матеріалом. Зменшується кількість сколів різальної кромки, продовжують термін служби кінцевої фрези і в разі підвищують стійкість інструменту [9].

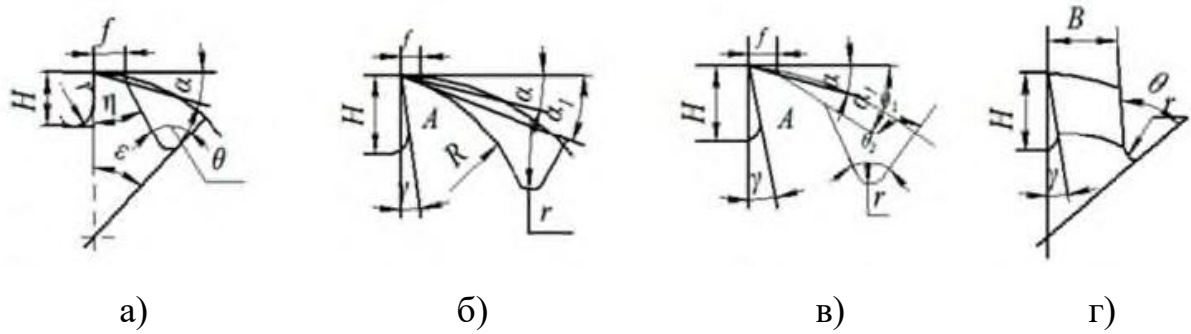
Кінцеві фрези з сімома і більше зубами забезпечують високе зчеплення різальних кромок з матеріалом, що оброблюється, збільшують швидкість видалення металу і чистову якість обробленої поверхні [9].

За своєю формою зуб фрези може бути загостреним або ж затилованим. У сучасному машинобудуванні більш широке поширення мають фрези з загостреними зубами [10]. На рисунку 1.17 показано різні форми зубів фрези.

Завдяки сучасному розвитку інструментального виробництва на цей час можливо уникнути передчасного списання більшої частини інструментів, що використовуються в механічній обробці, і їх виключення з технологічного процесу. І як наслідок - уникнути витрат на закупівлю нових. Як правило, виробником інструментів з твердого сплаву в геометрію від початку закладена можливість як мінімум триразового заточування фрези [9].

Знос фрези, здебільшого, відбувається по задній поверхні. За ним можна судити за погіршенням якості обробленої поверхні або появи вібрацій [12].

Заточування фрез починається зі стрічки - f_s (рисунок 1.18) і триває по всій ширині спинки зуба. Геометрія заточування фрези показана на рисунку 1.19.



а - однокутова; б - параболічна; в – з ламаною спинкою; г - затилована

Рисунок 1.17 – Форма зубів фрези [10]

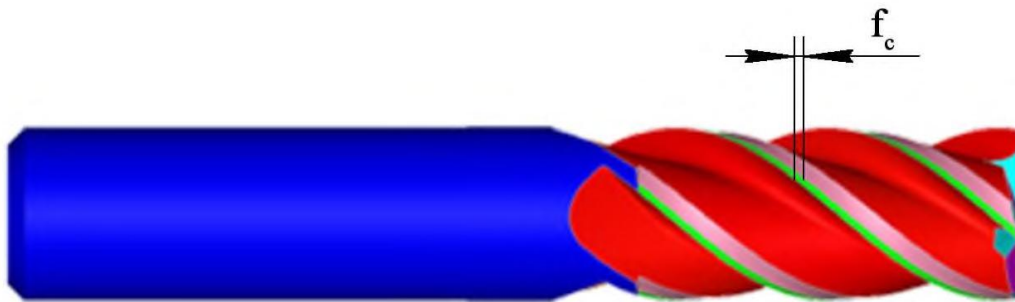


Рисунок 1.18 – 3D зображення стрічки кінцевої фрези [12]



Рисунок 1.19 – Геометрія заточування кінцевої фрези [11]

Розмір стрічки - f_c впливає на силу тертя між інструментом і заготовкою. Тому ширину необхідно підтримувати в певному діапазоні [11].

Виходячи з інформації, що зазначена в ГОСТ 17025-71, кінцеві фрези виготовляють в двох виконаннях: А - з циліндричною стрічкою на задній поверхні зуба ($f_c \leq 0,05$ мм), Б - заточені нагостро [11]. На рисунку 1.20 показано основні розміри та виконання фрез за ГОСТ 17025-71.

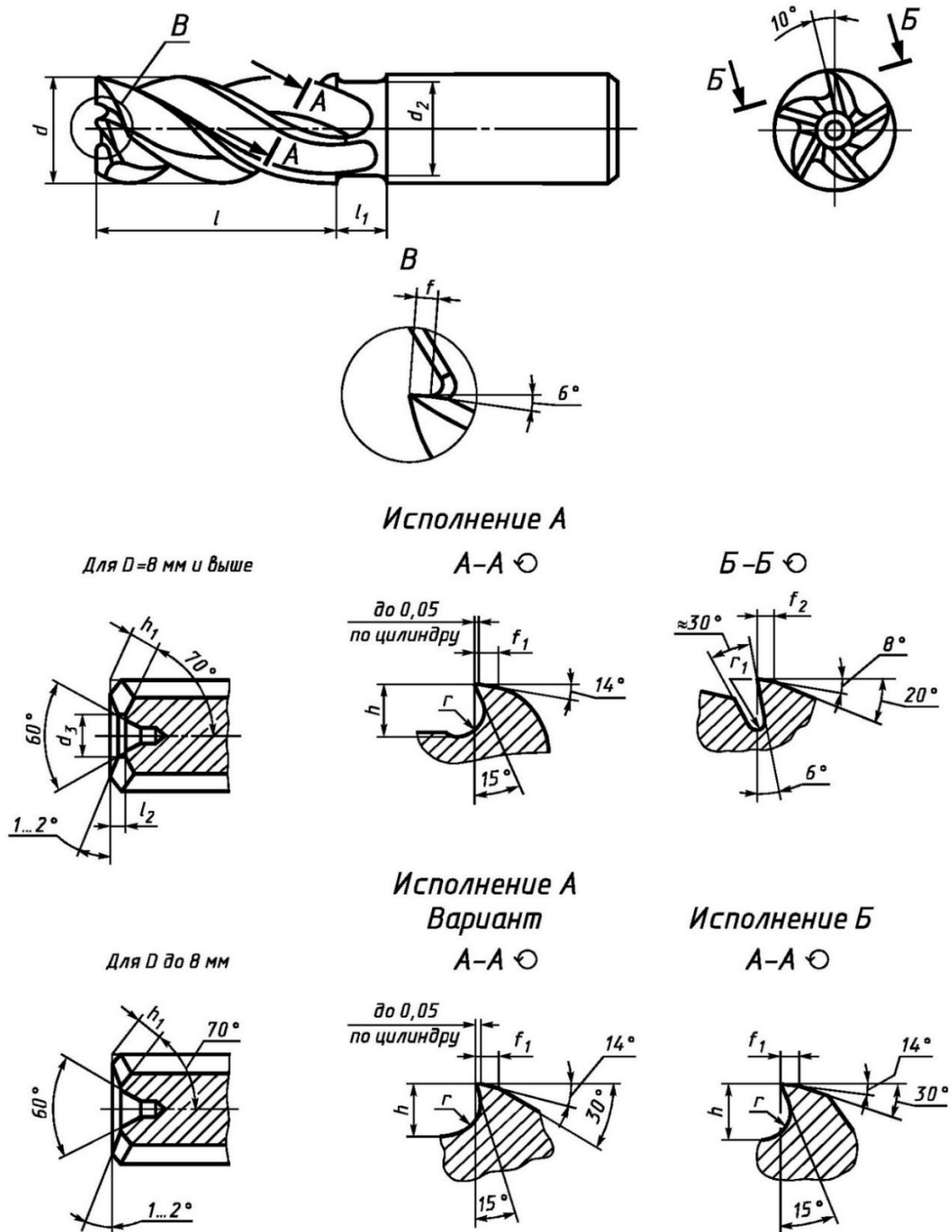


Рисунок 1.20 – Основні розміри та виконання фрез за ГОСТ 17025-71 [11]

Згідно ГОСТ 17025-71 фрези виготовляють з нерівномірним або рівномірним окружним кроком зубів (рисунок 1.21):

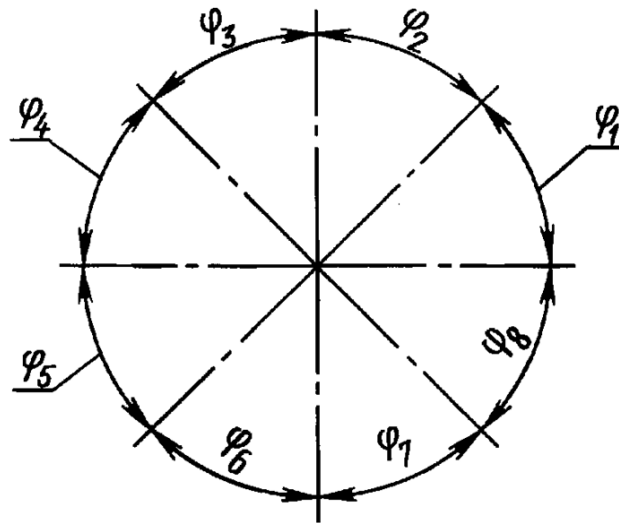


Рисунок 1.21 – Окружний шаг зубів фрези

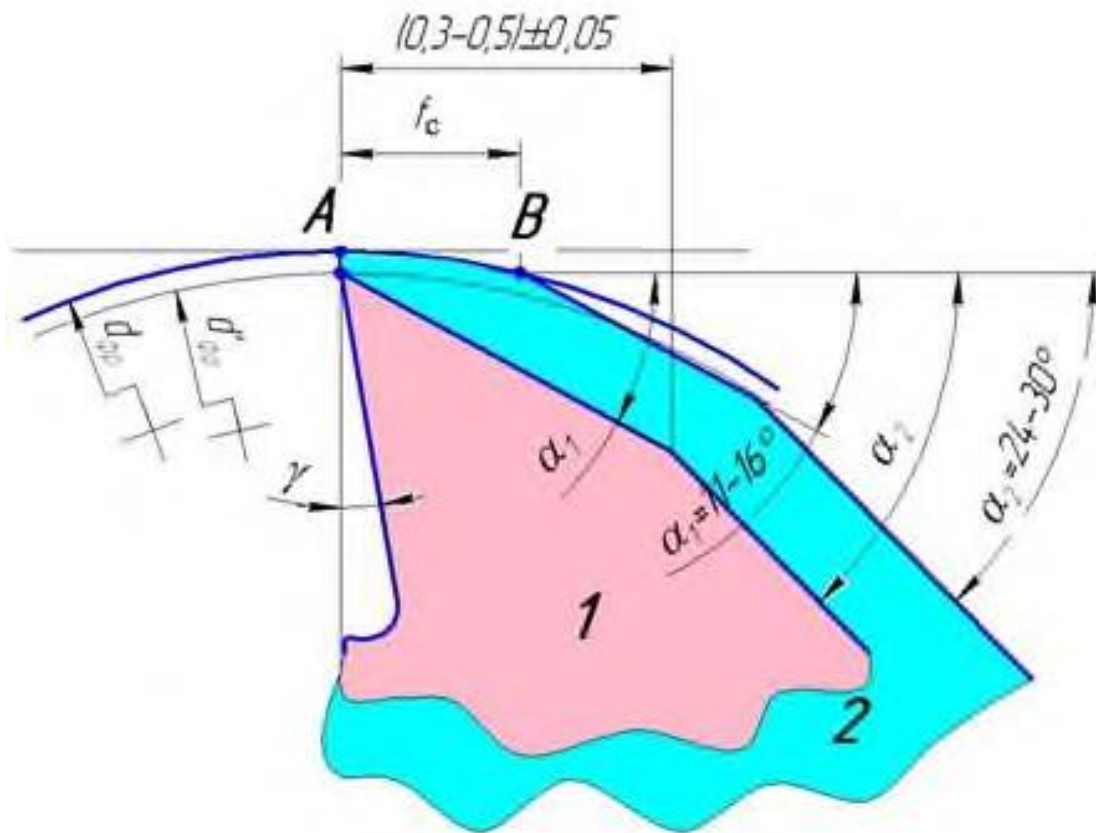
Наявність стрічки і величина радіусу округлення різальної кромки істотно впливає на вібростійкість при роботі в діапазоні виникнення регенеративних автоколивань [3, 18].

Крім збільшення стійкості, наявність стрічки повністю виключає мікровідколи різальних кромek при виході зуба з роботи при попутному фрезеруванні і відповідно при зустрічному під час врізання.

Таким чином, фаска з негативним переднім кутом і стрічкою за циліндром при виході зуба з роботи при попутному фрезеруванні або при вході в роботу при зустрічному створюють напруження стискання при виході зуба з роботи при попутному фрезеруванні і врізанні при зустрічному. Це запобігає викривуванню різальних кромek [5].

Для зменшення биття фрези на зубі залишають циліндричну стрічку величиною $f_c = 0,05 \dots 0,1$ мм, і задній кут починається вже за цією стрічкою [4]. Іноді залишають циліндричні стрічки шириною $f_c = 0,02 \dots 0,03$ мм [17].

Зовнішній вигляд циліндричної стрічки, а також загальна геометрія заточування задньої поверхні гвинтового зуба кінцевої циліндричної фрези показано на рисунку 1.22.



1 - зуб заточений нагостро; 2 - зуб заточений зі стрічкою - f_c

Рисунок 1.22 – Геометрія заточування задньої поверхні гвинтового зуба кінцевої циліндричної фрези [3]

2 РОЗРАХУНОК КІНЦЕВОЇ ФРЕЗИ

Розглянемо кінцеву фрезу для оброблення глухого отвору Ø40 мм і глибиною 25 мм, з припуском $h = 5$ мм. Конструкцію фрези обираємо за ГОСТ 17025-71. Матеріал, що обробляється – сплав жароміцний на нікелевій основі ХН50ВМТЮБ-ВИ. Верстат вертикально-фрезерний з ЧПК МС655-51.

Таблиця 2.1 – Хімічний состав сплаву ХН50ВМТЮБ-ВИ

C	S	P	Mn	Cr	Si	Ni	Fe	Al
≤0.1	≤0.01	≤0.015	≤0.5	32-35	≤0.4	Залишок	≤4	0,5-1,1

Кінець Таблиці 2.1

B	Ti	Mo	Nb	W	Ce
≤0,008	0,5-1,1	2,3-3,3	0,5-1,1	4,3-5,3	≤0,03

Межа міцності $\sigma_B = 780$ МПа

2.1 Вибір матеріалу кінцевої фрези

Технічний рівень різального інструменту визначає продуктивність і собівартість обробки, точність одержуваних розмірів, якість поверхневого шару та надійність операції. Одним з основних факторів, що визначає технічний рівень ріжучого інструменту, є інструментальний матеріал, з якого він виготовлений.

Основними вимогами для інструментальних матеріалів є твердість, міцність, теплостійкість, технологічність та економічність. Міцні властивості інструментальних матеріалів характеризуються межею міцності на вигин і на стиск, ударною в'язкістю та коефіцієнтом тріщиностійкості. Теплостійкість

характеризується температурою, за якої відбувається суттєве зниження стійкості інструменту. Комплексною характеристикою інструментального матеріалу є його зносостійкість, яка визначає здатність збереження ріжучих властивостей інструменту, із заданою продуктивністю, при забезпеченні точності обробки та якості одержуваної поверхні. Зносостійкість визначається, насамперед, твердістю інструментального матеріалу, його міцністю та теплостійкістю. На зносостійкість інструментального матеріалу значно впливає також стійкість до термічних ударів, теплопровідність, окислювальна стійкість, а також адгезійні, дифузійні, хімічні властивості та коефіцієнт тертя по відношенню до матеріалу, що обробляється.

Для інструментальних матеріалів характерна суперечність: більш тверді і теплостійкі матеріали мають меншу міцність і стійкість до термічних ударів, що знижує їх застосування для чорнової обробки і переривчастого різання.

Виходячи з матеріалу що обробляється, кінцеву фрезу будемо виготовляти з твердого сплаву H10F (аналог BK10XOM).

Під твердими сплавами розуміють композиційний матеріал, отриманий методами порошкової металургії на основі високотвердих і тугоплавких карбідів вольфраму, титану, танталу, ніобію з'єднаних металевою зв'язкою (кобальт, нікель, молібден та ін.). Тверді сплави виробляють у вигляді змінних багатогранних пластин (ЗБП), якими оснащуються ріжучі інструменти. На більшу частину ЗБП наносять зносостійкі покриття. Випускаються також цілісні твердосплавні інструменти, в основному невеликих розмірів - кінцеві фрези, свердла та ін. Інструменти, виготовлені з твердих сплавів, мають високу твердість (86...94HRA) і теплостійкість (до 800...1000°C), забезпечуючи високу зносостійкість на швидкостях різання, що значно перевершують допустимі для швидкорізальних сталей. Разом з тим тверді сплави мають меншу, ніж у сталей згинальну міцність та ударну в'язкість.

2.2 Вихідні дані до розрахунку:

- Глибина фрезерування

$$t = h = 0,5 \text{ мм.}$$

10 проходів по 0,5 мм

- Діаметр фрези

Діаметр фрези D дорівнює ширині паза, тобто $D = 20 \text{ мм}$; $z = 6$; $L = 104 \text{ мм}$;
 $l = 38 \text{ мм}$ [1, табл. 65, с. 174]

- Визначення геометричних параметрів фрези, використовуючи додаток Г:

$\omega = 35^\circ$ – кут нахилу головної ріжучої кромки;

$\gamma = 15^\circ$ – передній кут;

$\alpha = 14^\circ$ – задній кут;

$\alpha_1 = 8^\circ$ – допоміжний задній кут;

$\varphi_1 = \varphi_3 = \varphi_5 = 57^\circ$

$\varphi_2 = \varphi_4 = \varphi_6 = 63^\circ$ – кути в плані;

$\lambda = 10^\circ$ – кут нахилу головної ріжучої кромки.

- Подача

$S_z = 0,05 \dots 0,08 \text{ (мм/зуб)}$ [1, табл. 36, с. 285].

Приймаємо $S_z = 0,06 \text{ мм/зуб}$.

- Швидкість різання

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} K_v, \quad (2.1)$$

де $T = 80 \text{ хв}$ [1, табл. 40, с. 290];

$B = (2/3)l = (2/3)38 = 25,3 \text{ мм}$ – ширина фрезерування;

$C_V = 22,5$; $q = 0,35$; $x = 0,21$; $y = 0,48$; $u = 0,03$; $p = 0,1$; $m = 0,27$ [1, табл. 39, с. 286].

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{пV} \cdot K_{иV}, \quad (2.2)$$

де $K_{mV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \left(\frac{750}{780} \right)^{0,9} = 0,97$ [1, табл. 1, с. 261];

$K_{пV} = 1$ [1, табл. 5, с. 263];

$K_{иV} = 1$ [1, табл. 6, с. 263].

$$K_V = 0,97 \cdot 1 \cdot 1 = 0,97$$

$$V = \frac{22,5 \cdot 20^{0,35}}{80^{0,27} \cdot 0,5^{0,21} \cdot 0,06^{0,48} \cdot 25,3^{0,03} \cdot 6^{0,1}} \cdot 0,97 = 64,67 \text{ м/хв.}$$

- Частота обертання фрези

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 64,67}{3,14 \cdot 20} = 1029,8 \text{ об/хв.} \quad (2.3)$$

Визначення дійсної частоти обертання

$$n_d = 1100 \text{ об/хв}$$

Фактична швидкість різання

$$V_{\text{факт}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 1100}{1000} = 69,08 \text{ м/мин.} \quad (2.4)$$

- Сила різання

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n_d^w} K_{mp}, \quad (2.5)$$

где $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{780}{750}\right)^{0,9} = 1,04$ [1, табл. 9-10, с. 264]

$C_p = 12,5$; $x = 0,85$; $y = 0,75$; $n = 1$; $q = 0,73$; $\omega = 0,13$ [1, табл. 41, с. 291];

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 0,5^{0,85} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 25,3^1 \cdot 6}{20^{0,73} \cdot 1100^{0,13}} 1,04 = 59,87 \text{ Н.}$$

- Крок зубів фрези:

- окружний крок

$$S_{\text{окр}} = \frac{\pi \cdot D}{z} = \frac{3,14 \cdot 20}{6} = 10,47 \text{ мм;} \quad (2.6)$$

- осьовий крок

$$S_{\text{ос}} = \frac{\pi \cdot D}{z} \text{ctg} \omega = 10,47 \text{ctg} 35^\circ = 14,95 \text{ мм.} \quad (2.7)$$

- Визначення умови рівномірності фрезерування

$$K = \frac{B}{S_{\text{ос}}} = \frac{25,3}{14,95} = 1,7, \quad (2.8)$$

де K – близько до цілого числа, отже, умова рівномірності фрезерування виконується.

- Крутний момент на шпинделі

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{59,87 \cdot 20}{200} = 6 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (2.9)$$

- Ефективна потужність різання

$$N_e = \frac{P_z \cdot \nu_{\text{факт}}}{1020 \cdot 60} = \frac{59,87 \cdot 69,08}{1020 \cdot 60} = 0,07 \text{ кВт}, \quad (2.10)$$

а потужність верстата моделі МС655-51 за паспортом дорівнює 11 кВт.

Отже, вибрані режими різання задовольняють паспортним даним верстата.

Конструкція кінцевої фрези з циліндричним хвостовиком представлена на рисунку 2.1.

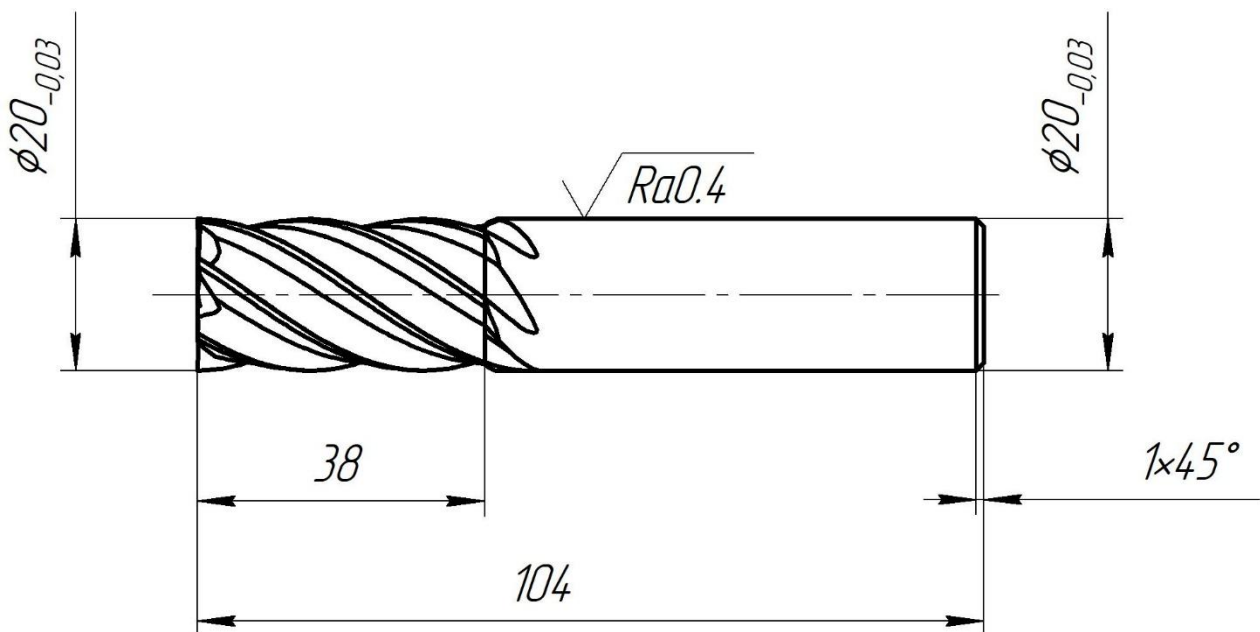


Рисунок 2.1 – Фреза кінцева з циліндричним хвостовиком

3 ВИГОТОВЛЕННЯ КІНЦЕВОЇ ФРЕЗИ

3.1 Опис обладнання та його можливостей

Усі кінцеві монолітні фрези виготовляються шліфуванням на шліфувально-заточних верстатах. Для виготовлення кінцевої фрези обираємо верстат фірми ROLLOMATIC GrindSmart®630XW.



Рисунок 3.1 – Верстат GrindSmart®630XW

6-осьова точна шліфувальна машина GrindSmart®630XW була розроблена для високопродуктивного та спеціального виробництва інструментів як для довгих, так і для коротких партій. Він оснащений лінійними двигунами в поєднанні з двигуном з крутним моментом на поворотній осі, що забезпечує

більше переваг, таких як покращена обробка поверхні та зниження витрат на технічне обслуговування. Масло, яке використовується для охолодження і змащення лінійних двигунів, таке ж, як і масло для охолоджуючої рідини. Це забезпечує стабільну термічну стабільність під час налаштування та виробництва без додаткового споживання енергії.

Концепція 6-ї осі цієї машини є унікальною в шліфувальній промисловості. Він забезпечує підвищену точність кінцевих фрез з кульковим носом або кутовими радіусами з можливістю нахилу шліфувальних кругів і дозволяє легше програмувати коротші порожні ходи під час шліфувальних операцій. Ця машина охоплює широкий діапазон діаметрів від Ø 0,1 до 20,0 мм. У стандартній комплектації ця модель включає автоматичний високошвидкісний навантажувач інструментів місткістю до 1 360 інструментів, а також високошвидкісну зміну коліс і форсунок з 6 позиціями.

Надефективний синхронний шпиндельний двигун забезпечує постійну швидкість обертання і крутний момент незалежно від навантаження на двигун. Ця технологія дає перевагу для отримання ідеально однорідної та високоякісної обробки поверхні, особливо при високому навантаженні на двигун.

Ця унікальна конструкція нової серії GrindSmart пропонує найбільшу гнучкість і надійність, а також винятковий рівень точності серед усіх інструментальних і різальних шліфувальних машин на ринку.

Переваги верстата:

- Типова продуктивність: 8 000 - 10 000 штук на місяць
- Запатентована пряма хвостовика та стійка опора для досягнення концентричності менше 0,002 мм
- Короткі рухи осей для більшої стабільності та точності виробництва
- Лінійні та крутні двигуни забезпечують обробку дзеркальної поверхні
- Програмне забезпечення JobManager для самостійного виробництва інструментів з різною геометрією
- Невелика площа дозволяє оптимально використовувати наявну площу цеху

- 6-осьова кінематика для більшої гнучкості та точності
- Підвищена продуктивність завдяки одночасній зміні коліс і пакетів насадок під час циклу завантаження/розвантаження інструменту
- Високопродуктивний синхронний шпиндель і оновлена насадка HSK50 забезпечують стабільну та високоякісну обробку поверхні
- Унікальна шліфувальна здатність дозволяє виготовляти мікроінструменти та інструменти великого діаметру на одному верстаті



Рисунок 3.2 – Різновид різального інструменту, що виготовляється на верстаті GrindSmart®630XW

6-позиційний перемикач коліс і 6-та вісь, що дозволяє нахилити шліфувальний шпиндель як повністю інтерполяційну вісь, робить GrindSmart®630XW найбільш гнучким верстатом на ринку.

Крім того, синхронний шпиндельний двигун, що розвиває потужність 14 кВт, пропонує можливість шліфування надзвичайно великого діапазону діаметрів, як для мікроінструментів, так і для інших застосувань діаметром 20 мм.

Всі ці особливості роблять GrindSmart®630XW універсальним верстатом і дозволяють виготовляти кінцеві фрези, торцеві фрези, свердла, змінні вставки,

свердлильні прутки, мітчики, різьбонарізні фрези, гравірувальні фрези, стоматологічні та хірургічні інструменти та багато іншого.

Успішно та широко використовується в різних галузях промисловості, таких як авіабудування, автомобільна, аерокосмічна, мобільна телефонія, годинникове виробництво, стоматологічна та хірургічна, а також точне машинобудування, ця машина виділяється винятковою якістю обробки поверхні та геометричною точністю шліфованих деталей.

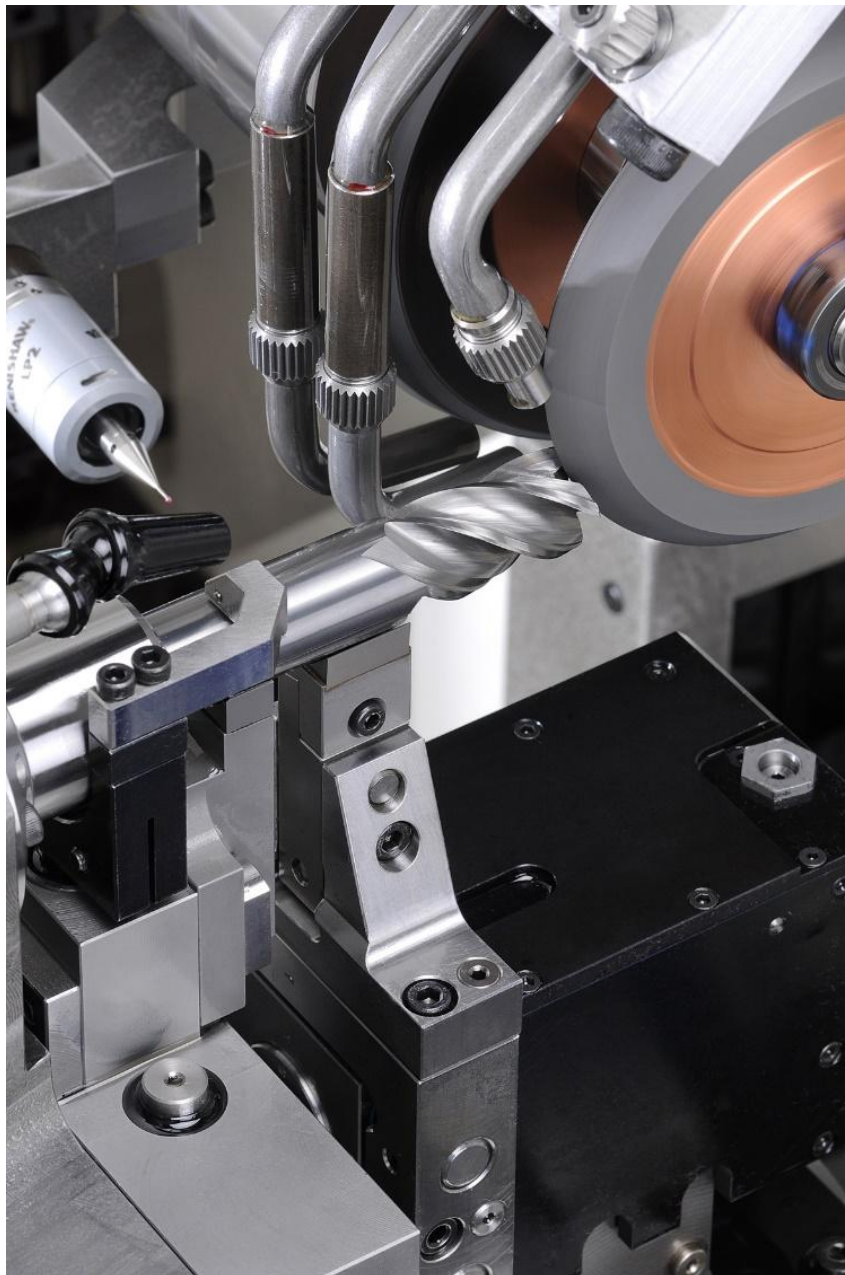


Рисунок 3.3 –Виготовлення кінцевої фрези на верстаті GrindSmart®630XW



Рисунок 3.4 – Вимірювання геометричних розмірів, виготовленої кінцевої фрези, на верстаті GrindSmart®630XW

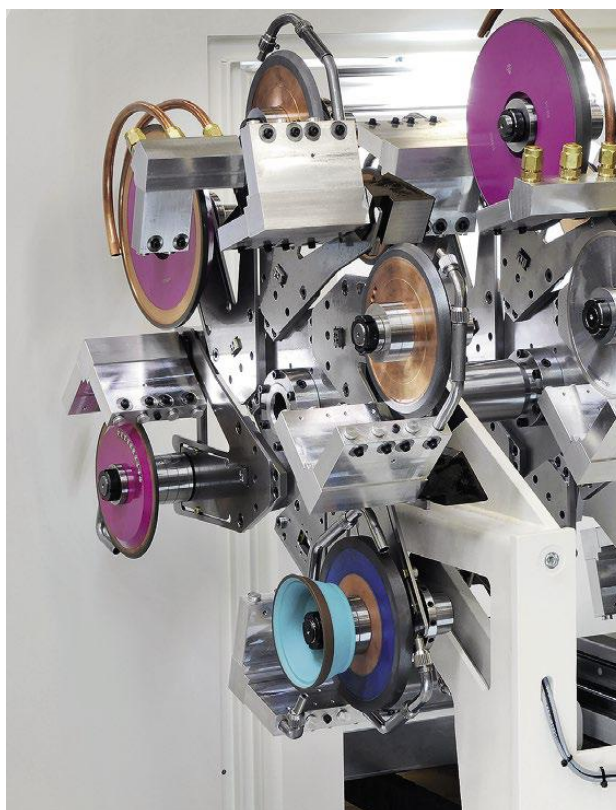


Рисунок 3.5 – Колісний перемикач на верстаті GrindSmart®630XW

Таблиця 3.1 – Характеристика універсального шліфувально-заточного верстата ROLLOMATIC GrindSmart®630XW

Діапазон шліфування		
Діаметр		0,1...20 мм
Управління		GE Fanuc 30iMB
Вісь X	Хід	300 мм
	Прискорений хід	12 м/хв
	Тип енкодера	Абсолютна лінійна шкала
	Роздільна здатність	0,00001 мм
Вісь Y	Хід	220 мм
	Прискорений хід	12 м/хв
	Тип енкодера	Абсолютна лінійна шкала
	Роздільна здатність	0,00001 мм
Вісь Z	Хід	180 мм
	Прискорений хід	12 м/хв
	Тип енкодера	Абсолютна лінійна шкала
	Роздільна здатність	0,00001 мм
Вісь A	Хід	-50° до 90° (140°)
	Швидке обертання	6480°/хв
	Тип енкодера	Поворотний вимірювальний датчик
	Роздільна здатність	0,0000125°
Вісь B	Хід	-75° до 135° (210°)
	Швидке обертання	8640°/хв
	Тип енкодера	Поворотний вимірювальний датчик
	Роздільна здатність	0,00005°

Продовження Таблиці 3.1

Вісь С	Хід	Обертання інструмента
	Швидке обертання	300...1000 об/хв
	Тип енкодера	Поворотний на двигуні змінного струму / вимірювальному енкодері
	Роздільна здатність	0,0001°
Шліфувальний мотор синхронний		
Потужність		11 кВт (15 к.с.), прямий привід
Пікова потужність		14 кВт (19 к.с.)
Швидкість обертання		500...12000 об/хв
Шліфувальні круги		Ø200 мм
Колісний перемикач Smartchanger		
Місткість колісного пакету		6
Кількість коліс в упаковці		4
Кріплення		HSK50E
Зажимна система		
Система затиску		Перехідники Schaublin fnd Nann
Діапазон затиску		Ø0,5... Ø20 мм
Тип затиску		Механічний пружинний затиск
Завантаження та розвантаження роботом		
Кількість інструментів		До 1360 (6 касет)
Діаметр хвостовика		Ø1... Ø20 мм
Максимальна загальна довжина		300 мм
Швидкість		65 м/хв
Затискання		Гідравлічне
Опори інструментів		
Опора хвостовика		Призма і гідравлічний затиск
Підтримка ріжучої частини		Призма або півмісяць гідравлічні

Кінець Таблиці 3.1

Габарити верстата	
Д x Ш x В	2180 x 2240 x 2200
Вага	3500 кг
Загальна потужність	18 кВт
Колісний перемикач Smartchanger	
Місткість колісного пакету	6
Кількість коліс в упаковці	4
Кріплення	HSK50E
Зажимна система	
Система затиску	Перехідники Schaublin fnd Nann
Діапазон затиску	Ø0,5... Ø20 мм
Тип затиску	Механічний пружинний затиск
Завантаження та розвантаження роботом	
Кількість інструментів	До 1360 (6 касет)
Діаметр хвостовика	Ø1... Ø20 мм
Максимальна загальна довжина	300 мм
Швидкість	65 м/хв
Затискання	Гідравлічне
Опори інструментів	
Опора хвостовика	Призма і гідравлічний затиск
Підтримка ріжучої частини	Призма або півмісяць гідравлічні

3.2 Вибір інструменту другого порядку

Для обробки кінцевої фрези з твердого сплаву H10F на верстаті GrindSmart®630XW необхідно підібрати ріжучий інструмент.

У якості ріжучого інструменту обираємо шліфувальні круги фірми TYROLIT. Круги з кубічного нітриду бору із металевим з'єднанням, з алмазною крихтою, для мокрого шліфування.

За допомогою цих шліфувальних кругів з алмазною крихтою можливо шліфувати всі різальні інструменти з карбіду вольфраму для металообробної промисловості та різноманітні ножові полотна. Ідеальне поєднання зернистості, концентрації та сполуки забезпечує винятково тривалий термін служби інструменту та високий рівень точності профілю.

Для виконання стружкової канавки обираємо шліфувальний круг 1A1 100x6x20 6-6 D54MXPP STARTEC-XP-P. Рекомендована швидкість обробки $V = 16 \dots 18$ м/с.



Рисунок 3.6 – Шліфувальний круг 1A1 100x6x20 6-6 D54MXPP STARTEC-XP-P

Для виконання передньої поверхні і різальної кромки обираємо шліфувальний круг 1V1 100x6x20 6-10 V15 D54MXPP STARTEC-XP-P. Рекомендована швидкість обробки $V = 16 \dots 18$ м/с.

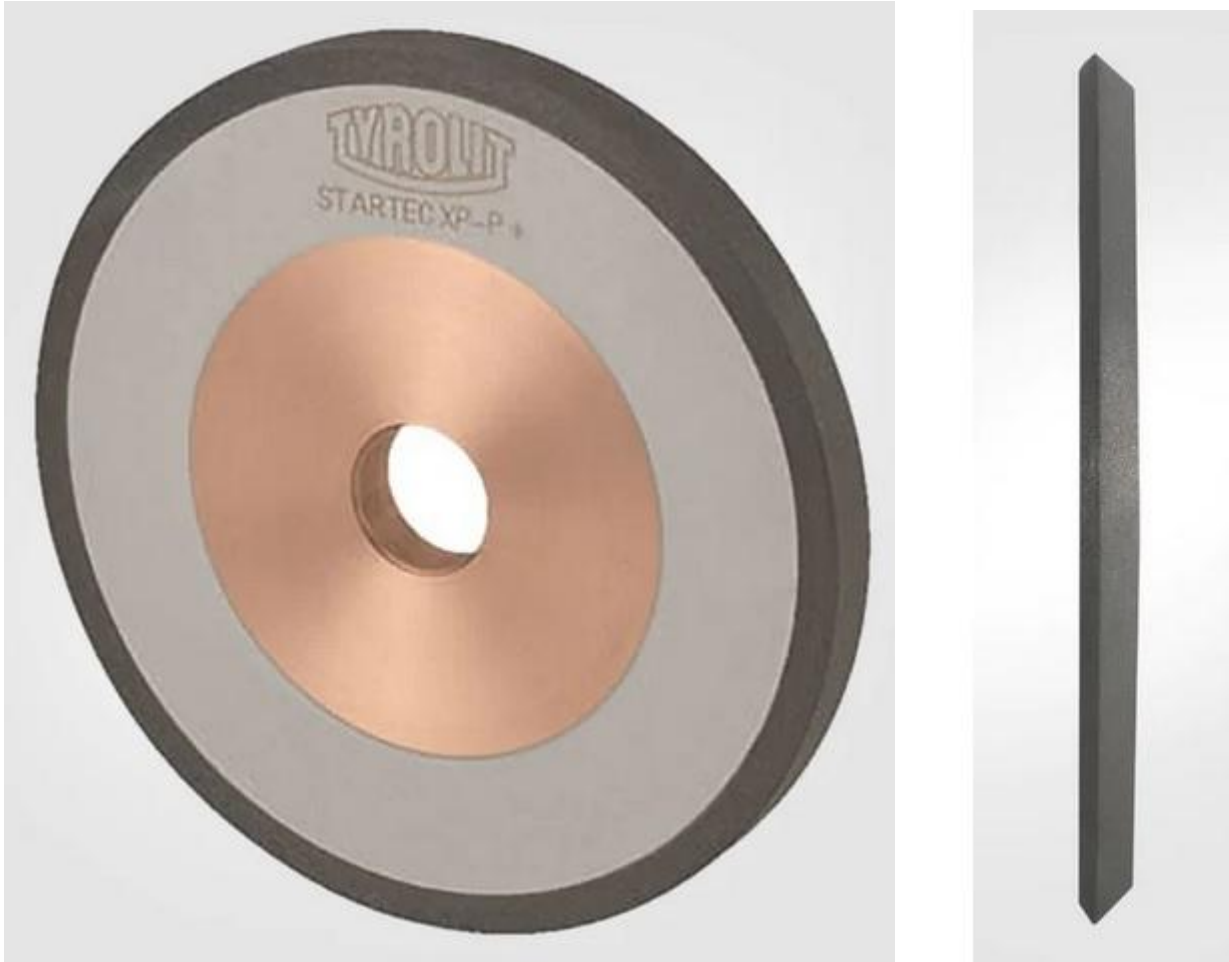


Рисунок 3.7 – Шліфувальний круг 1V1 100x6x20 6-10 V15 D54MXPP
STARTEC-XP-P

Для виконання стрічки і задньої поверхні обираємо шліфувальний круг 12V9 100x20x20 3-10 D64BXPP STARTEC-XP-P. Рекомендована швидкість обробки $V = 18 \dots 24$ м/с.

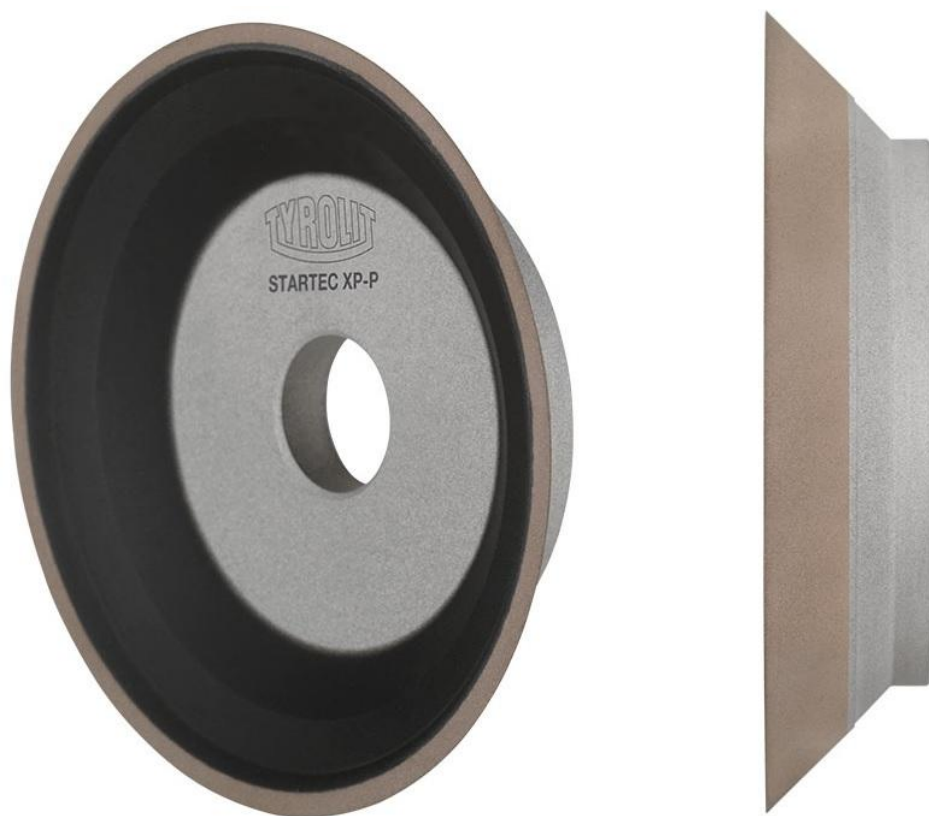


Рисунок 3.8 – Шліфувальний круг 12V9 100x20x20 3-10 D64BXPP
STARTEC-XP-P

4 РОЗРОБКА І ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КІНЦЕВОЇ ФРЕЗИ

В завданні до виконаної магістерської роботи є обов'язковим створення керуючої програми для верстату з ЧПК шліфувальної групи. Програмування на верстаті здійснюється за допомогою програмного забезпечення JobManager.

Програмне забезпечення JobManager само розробляє і створює керуючі програми для обробки різального інструменту. Оператору верстату з ЧПК необхідно лише ввести всі необхідні параметри і програма все зробить сама, що зменшує вірогідність допущення помилок при розробці програми людиною.

- 1) У меню програми обираємо кінцеву фрезу і задаємо всі необхідні параметри.

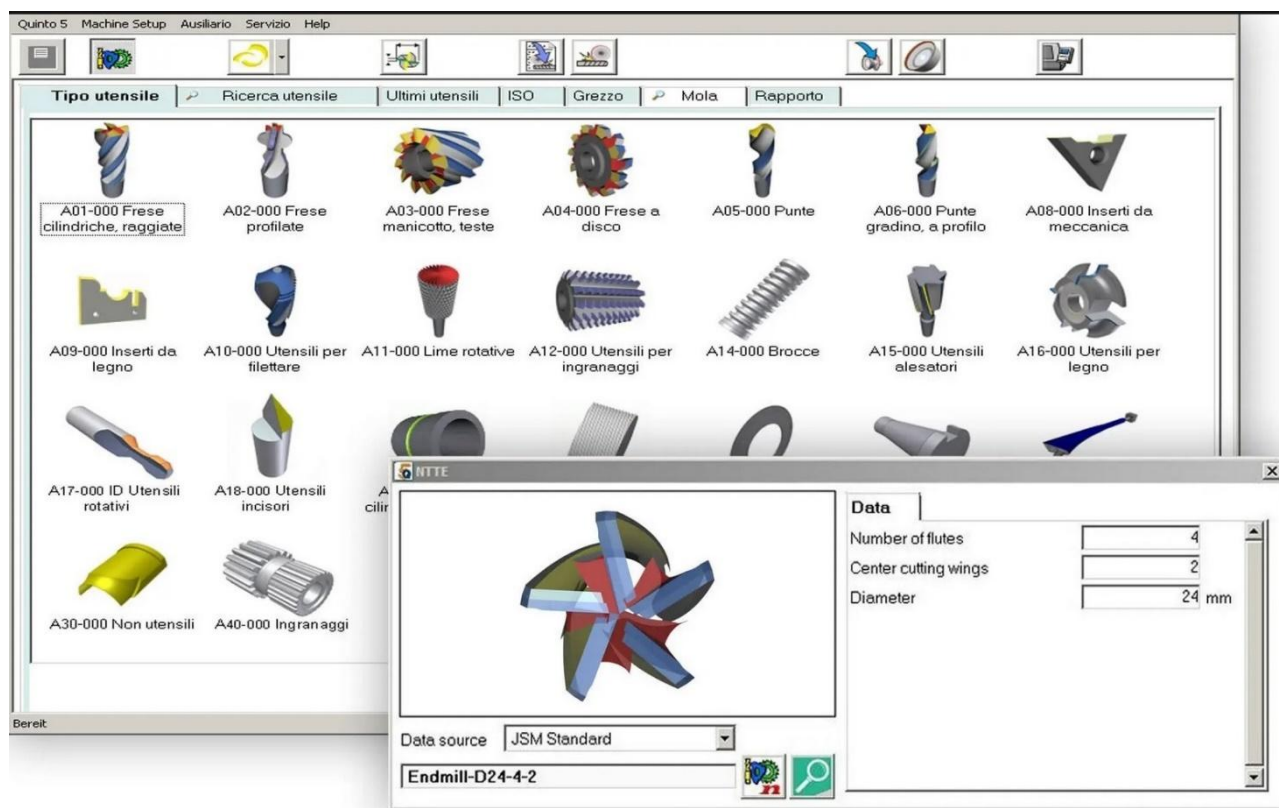


Рисунок 4.1 – Меню програми

- 2) Обробка стружкової канавки шліфувальним кругом 1A1 100x6x20 6-6 D54MXPP STARTEC-XP-P.

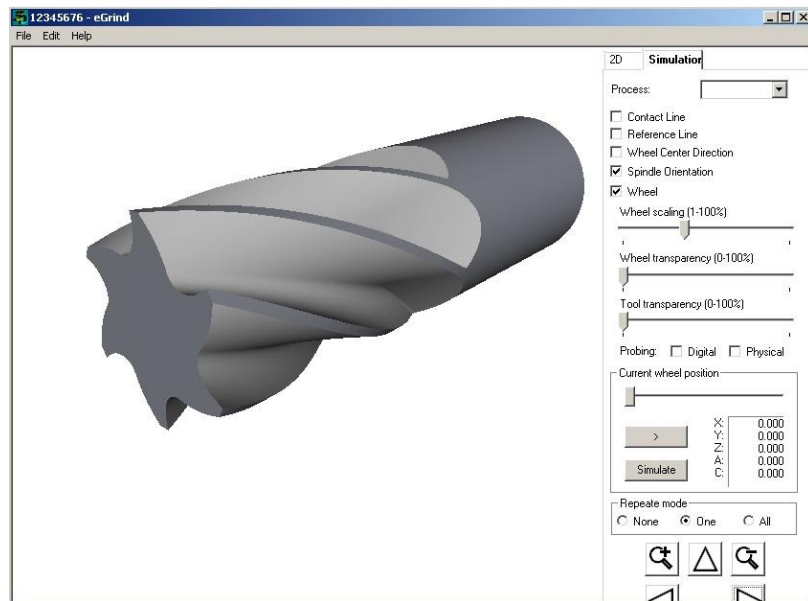


Рисунок 4.2 – Обробка стружкової канавки

- 3) Обробка передньої поверхні і різальної кромки шліфувальним кругом 1V1 100x6x20 6-10 V15 D54MXPP STARTEC-XP-P.

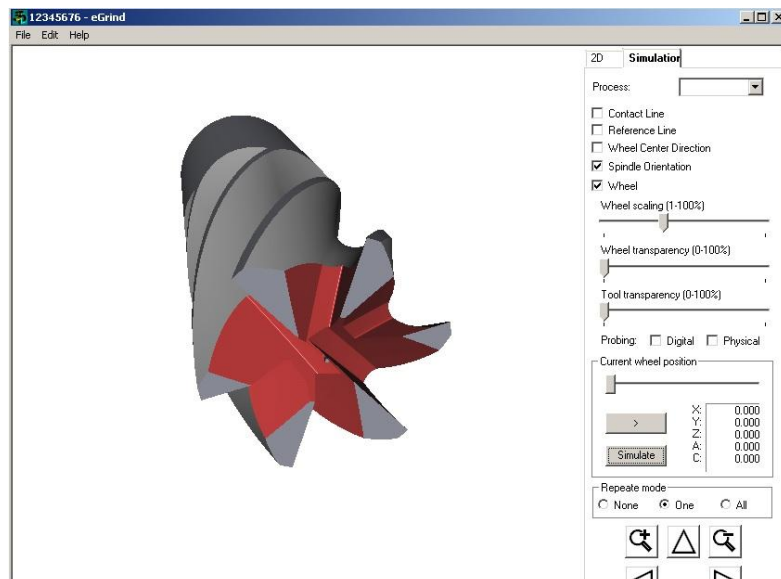


Рисунок 4.3 – Обробка передньої поверхні і різальної кромки

- 4) Обробка стрічки і задньої поверхні шліфувальним кругом 12V9 100x20x20 3-10 D64BXPP STARTEC-XP-P.

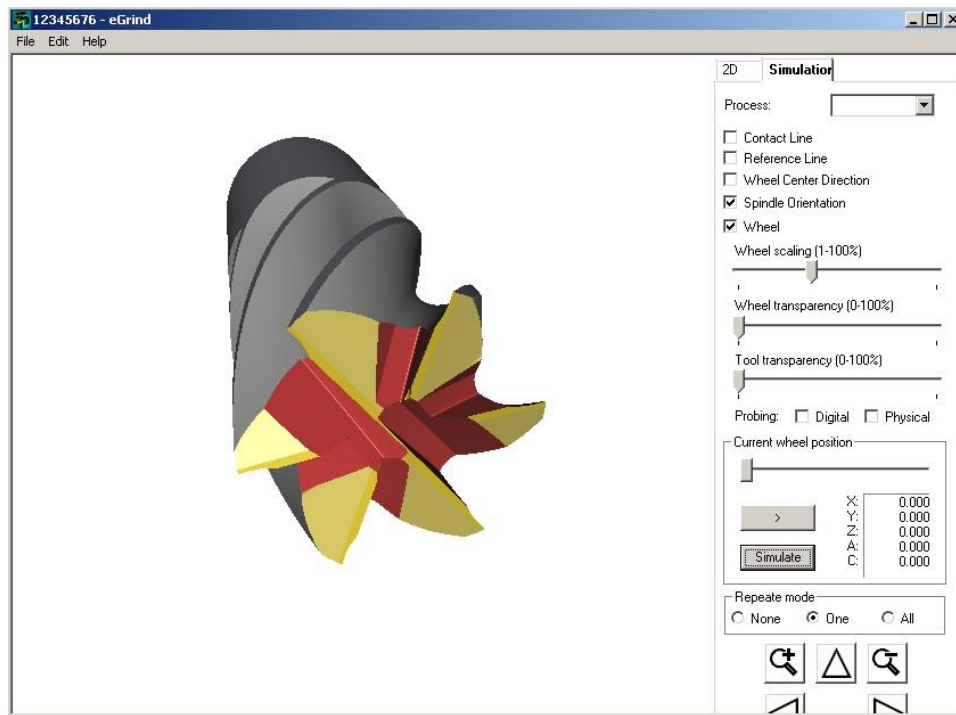


Рисунок 4.4 – Обробка стрічки і задньої поверхні

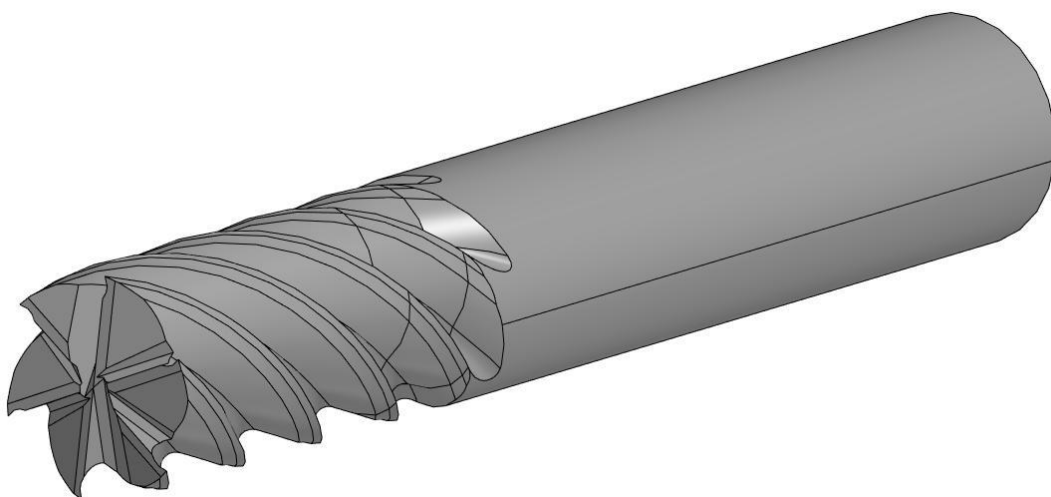


Рисунок 4.5 – 3D модель кінцевої фрези

ВИСНОВОК

У процесі виконання дипломної роботи магістра були розглянуті наступні питання: елементи контурів деталей і області обробки при фрезеруванні, різновиди фрез, схеми фрезерування, конструкцію кінцевих фрез.

У якості різального інструменту була спроектована кінцева фреза.

Для виконання шліфувальної операції, яка входить в технологічний процес виготовлення кінцевої фрези, у якості металорізального верстату було обрано шліфувальний 6-осьовий верстат з ЧПК ROLLOMATIC GrindSmart®630XW, підібрані шліфувальні круги з оптимальними параметрами для забезпечення необхідної геометрії кінцевої фрези..

За допомогою програмного забезпечення JobManager (Швейцарія) була створена керуюча програма, для шліфувальної операції, а також візуалізація процесу обробки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сологуб М. А., Рожнецький І. О., Нікоз О. І. та ін. Технологія конструкційних матеріалів. — Київ: Вища школа, 2002.
2. Терехов В. К. Металловедение и конструкционные материалы.- М.: Высшая школа, 1981.
3. Кузьмин Б. А., Абраменко Ю. Е., Ефремов В. К. и ф. Технология металлов и конструкционные материалы. — М.: Машиностроение, 1991.
4. Кондратюк С. Є., Кіндрачук М. В., Степаненко В. О., Москаленко Ю. Н. Матеріалознавство та обробка металів. - Київ: Вікторія, 2000.
5. Дальский А. М., Дубинин Н. П., Макаров Э. П., Попов Е. Л. Технология конструкционных материалов. - М.: Машиностроение, 1985.
6. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение.- М: Машиностроение, 1990.
7. Алаи С. И., Григорьев П. М., Ростовцев А. Н. Технология конструкционных материалов. — М.: Просвещение, 1980.
8. Кузьмин Б. А., Самохоцкий А. И. Металлургия, металловедение и конструкционные материалы. — М.: Высшая школа, 1984.
9. Фреза концевая [Электронный ресурс] / Дмитрий Михайлович // Научно-техническая статья. - 2018. - Режим доступа: <https://pitools.ru/articles/end-mills.html>
10. Фрезерный инструмент : навч. посіб. / Морозов В. В., Григорьев С. Н., Схиртладзе А. Г., Шинаков И. В., Новикова Е. А. [та ін.]. - Владимир : Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. Изд-во ВлГУ, 2014. -214 с. - ISBN 978-5-9984-0480-1.
11. Заточка концевой фрезы [Электронный ресурс] // Научно-техническая статья. - 2006-2021. - Режим доступа: <https://www.rinscom.com/articles/zatochka-kontsevoy-frezy>.

12.Заточка твердосплавных фрез [Электронный ресурс] / Дмитрий Михайлович // Научно-техническая статья. - 2018. - Режим доступа: <https://pitools.ru/articles/zatochka-tvyordosplavnyh-frez-statya.html>

13.Каталог «Прецизійне шліфування. Каталог шліфувального інструменту» TYROLIT №21, 2020. – 190 с.

14.ROLLOMATIC Cutting Tool Grinding [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.rollomatic.ch/en/products/cutting-tool-grinding/grindsmart-630xw>

Код керуючої програми

%

O8501 (INITIALISIERUNG)

(VERSION 4.03)

#100 = 8510 (HAUPTPROGRAMM SCHLEIFEN)

#104 = 0 (NEXT HEADER)

#561 = 1 (PROCESS INFO)

#105 = 8005

#106 = 8000

#123 = 0 (TEILUNGSART)

#124 = 0.700 (KORREKTUR X)

#125 = 2.314 (KORREKTUR A)

#131 = 300.000 (FAST SPEED)

#142 = 88.350 (Z-SICHERHEIT)

#514 = 18.650 (DURCHMESSER)

#516 = 108.908 (STEIGUNG)

#518 = 0.000 (KONUS)

#513 = -92.046 (ZERO-A-POSITION)

#519 = 236.331 (EINSPANNLAENGE)

(X -146.6510 - 266.9490)

(Y -24.3390 - 250.5610)

(Z -49.6800 - 214.6200)

(C -132.4080 - 104.5920)

(START - MAC - FILE)

(END - MAC - FILE)

M99

O8515 (TEILUNG STD R)

(VERSION 4.20 HR)

#126=100

```
IF[#122EQ0]GOTO6
IF[#122EQ1]GOTO1
IF[#122EQ2]GOTO2
IF[#122EQ#121]GOTO3
GOTO4
N1
IF[#1NE0]GOTO6
#126=0
GOTO6
N2
#126=0
IF[#1EQ0]GOTO6
#2=FIX[#121/2]
IF[#1EQ#2]GOTO6
#126=100
GOTO6
N3
#126=0
GOTO6
N4
#2=0
N5
#3=#2/#122*#121
#3=ROUND[#3-0.001]
IF[#1EQ#3]THEN#126=0
#2=#2+1
IF[#2LT#122]THENGOTO5
N6
#18=#1/#121*360.0
IF[#123EQ0]GOTO7
```

#18=#[150+#1]

N7

M99

O8000 (HEADER SCHLEIFEN)

#117 = 1 (FIRST TIME FLAG)

#121 = 6 (SCHNEIDENZAHL)

#122 = 6 (ZENTRUMSSCHNEIDEN)

#127 = 0 (SPINDEL WARTEZEIT)

#128 = 1 (GRUPPENWECHSEL)

#129 = 6 (OPERATIONSZAEHLER)

#132 = 70.000 (GRIND SPEED)

#133 = 4288 (DREHZAHL)

#134 = 3 (DREHRICHTUNG)

#135 = 2 (SPINDEL)

#136 = 83 (KUEHLUNG 1)

#137 = 83 (KUEHLUNG 2)

#139 = 6 (SCHLEIFZAEHLER)

#572 = 1000 (OPERNUMBER)

#143 = 0 (DATA SERVER)

#109 = 19 (PACKAGE NEW)

#113 = 19 (PACKAGE NEXT)

#107 = 0 (FIRST TOOTH)

#108 = 9999 (LAST TOOTH)

(AWL-CALL.INC)

(AWL-CALL.INC)

M99

O9000 (Y6151-2544-NUT-1)

(VORSPANN ANFANG)

#31 = 8650 (GENERAL HEADER)

#19 = 2 (OPERATION FLUTE)
#21 = 70.000 (PROCESSING FEEDRATE)
#22 = 7.000 (REDUCED PROCESSING FEEDRATE)
#23 = 300.000 (LIFTOFF FEEDRATE)
#29 = 150.00 (MINIMAL FEEDRATE)
#24 = 70.000
#25 = 70.000
#26 = 70.000
#27 = 70.000
#28 = 70.000
(VORSPANN ENDE)
G18 (DEFAULT PLANE)
#1=37.556
#2=5.497
#3=70.805
#4=-22.786
#5=-30.279
#6=0.000
M98 P#31
G00 X37.556 Y5.497 Z70.805 A-22.786 C-30.279
(STEIGUNG 108.908)
(NEW FLUTE STD)
G01 Z64.305 F#24
X5.731 A82.413 F[#21*3.000]
X2.556 A92.908 F[#22*3.000]
G4 P1000
Z64.654 F#22
G00 Z70.805
M99
O8001 (HEADER SCHLEIFEN)

#117 = 1 (FIRST TIME FLAG)
 #121 = 6 (SCHNEIDENZAHL)
 #122 = 6 (ZENTRUMSSCHNEIDEN)
 #127 = 500 (SPINDEL WARTEZEIT)
 #128 = 1 (GRUPPENWECHSEL)
 #129 = 1 (OPERATIONSZAEHLER)
 #132 = 15.000 (GRIND SPEED)
 #133 = 4268 (DREHZAHL)
 #134 = 4 (DREHRICHTUNG)
 #135 = 1 (SPINDEL)
 #136 = 83 (KUEHLUNG 1)
 #137 = 82 (KUEHLUNG 2)
 #139 = 1 (SCHLEIFZAEHLER)
 #572 = 1003 (OPERNUMBER)
 #143 = 0 (DATA SERVER)
 #109 = 19 (PACKAGE NEW)
 #113 = 19 (PACKAGE NEXT)
 #107 = 0 (FIRST TOOTH)
 #108 = 0 (LAST TOOTH)
 (AWL-CALL.INC)
 (AWL-CALL.INC)

M99

O9001 (Y6151-2544-AU1-1)

(VORSPANN ANFANG)

#31 = 8650 (GENERAL HEADER)
 #19 = 3 (OPERATION GASHING)
 #21 = 15.000 (PROCESSING FEEDRATE)
 #22 = 1.500 (SIDE MOVEMENT FEEDRATE)
 #23 = 300.000 (LIFTOFF FEEDRATE)

#29 = 50.00 (MINIMAL FEEDRATE)

#24 = 15.000

#25 = 15.000

#26 = 15.000

#27 = 15.000

#28 = 15.000

(VORSPANN ENDE)

G18 (DEFAULT PLANE)

#1=53.812

#2=27.821

#3=42.345

#4=-1.003

#5=-5.000

#6=0.000

M98 P#31

G00 X53.812 Y27.821 Z42.345 A-1.003 C-5.000

#130 = 6

#129 = 5

G01 Z25.950 F#21

Z25.484 F#22

Y26.421 Z24.503

F#23

X54.862 Y26.329 Z39.809

Z42.345

#129 = #129 - 1

G00 A58.997

G01 X52.204 Y27.963 Z44.699 F#23

Z31.158 F#21

Z30.720 F#22

Y26.463 Z31.586

F#23

X52.433 Y26.443 Z44.475

Z44.699

#129 = #129 - 1

G00 A118.997

G01 X52.204 Y27.963 F#23

Z31.158 F#21

Z30.720 F#22

Y26.463 Z31.586

F#23

X52.433 Y26.443 Z44.475

Z44.699

#129 = #129 - 1

G00 A178.997

G01 X53.812 Y27.821 Z42.345 F#23

Z25.950 F#21

Z25.484 F#22

Y26.421 Z24.503

F#23

X54.862 Y26.329 Z39.809

Z42.345

#129 = #129 - 1

G00 A238.997

G01 X52.204 Y27.963 Z44.699 F#23

Z31.158 F#21

Z30.720 F#22

Y26.463 Z31.586

F#23

X52.433 Y26.443 Z44.475

Z44.699

#129 = #129 - 1

G00 A298.997

G01 X52.204 Y27.963 F#23

Z31.158 F#21

Z30.720 F#22

Y26.463 Z31.586

F#23

X52.433 Y26.443 Z44.475

Z44.699

M99

O8002 (HEADER SCHLEIFEN)

#117 = 1 (FIRST TIME FLAG)

#121 = 6 (SCHNEIDENZAHL)

#122 = 2 (ZENTRUMSSCHNEIDEN)

#127 = 500 (SPINDEL WARTEZEIT)

#128 = 1 (GRUPPENWECHSEL)

#129 = 6 (OPERATIONSZAEHLER)

#132 = 15.000 (GRIND SPEED)

#133 = 4727 (DREHZAHL)

#134 = 3 (DREHRICHTUNG)

#135 = 1 (SPINDEL)

#136 = 59 (KUEHLUNG 1)

#137 = 81 (KUEHLUNG 2)

#139 = 6 (SCHLEIFZAEHLER)

#572 = 1010 (OPERNUMBER)

#143 = 0 (DATA SERVER)

#109 = 19 (PACKAGE NEW)

#113 = 19 (PACKAGE NEXT)

#107 = 0 (FIRST TOOTH)

#108 = 9999 (LAST TOOTH)

(AWL-CALL.INC)

(AWL-CALL.INC)

M99

O9002 (Y6151-2544-SU2-1)

(VORSPANN ANFANG)

#31 = 8650 (GENERAL HEADER)

#19 = 4 (OPERATION END)

#21 = 15.000 (PROCESSING FEEDRATE)

#22 = 15.000 (REDUCED PROCESSING FEEDRATE)

#23 = 300.000 (LIFTOFF FEEDRATE)

#29 = 0.750 (FEEDRATE FOR INTERPOLATION)

#24 = 15.000

#25 = 15.000

#26 = 15.000

#27 = 15.000

#28 = 15.000

(VORSPANN ENDE)

G18 (DEFAULT PLANE)

#1=77.572

#2=1.137

#3=29.202

#4=11.221

#5=-65.718

#6=0.000

M98 P#31

G00 X77.572 Y1.137 Z29.202 A11.221 C-65.718

X74.572

G01 X74.253 Y3.506 Z17.264 F#21

X77.253 F#22

G00 Z29.202

M99

O9102 (Y6151-2544-SU2-2)

(VORSPANN ANFANG)

#31 = 8650 (GENERAL HEADER)

#19 = 4 (OPERATION END)

#21 = 15.000 (PROCESSING FEEDRATE)

#22 = 15.000 (REDUCED PROCESSING FEEDRATE)

#23 = 300.000 (LIFTOFF FEEDRATE)

#29 = 0.750 (FEEDRATE FOR INTERPOLATION)

#24 = 15.000

#25 = 15.000

#26 = 15.000

#27 = 15.000

#28 = 15.000

(VORSPANN ENDE)

G18 (DEFAULT PLANE)

#1=77.572

#2=1.137

#3=29.202

#4=11.221

#5=-65.718

#6=0.000

M98 P#31

G00 X77.572 Y1.137 Z29.202 A11.221 C-65.718

X74.572

G01 X74.284 Y3.274 Z18.430 F#21

X77.284 F#22

G00 Z29.202

M99

O8003 (HEADER SCHLEIFEN)

#117 = 1 (FIRST TIME FLAG)

#121 = 6 (SCHNEIDENZAHL)

#122 = 2 (ZENTRUMSSCHNEIDEN)

#127 = 0 (SPINDEL WARTEZEIT)

#128 = 0 (GRUPPENWECHSEL)

#129 = 6 (OPERATIONSZAEHLER)

#132 = 40.000 (GRIND SPEED)

#133 = 4727 (DREHZAHL)

#134 = 3 (DREHRICHTUNG)

#135 = 1 (SPINDEL)

#136 = 59 (KUEHLUNG 1)

#137 = 81 (KUEHLUNG 2)

#139 = 6 (SCHLEIFZAEHLER)

#572 = 1009 (OPERNUMBER)

#143 = 0 (DATA SERVER)

#109 = 19 (PACKAGE NEW)

#113 = 19 (PACKAGE NEXT)

#107 = 0 (FIRST TOOTH)

#108 = 9999 (LAST TOOTH)

(AWL-CALL.INC)

(AWL-CALL.INC)

M99

O9003 (Y6151-2544-SU1-1)

(VORSPANN ANFANG)

#31 = 8650 (GENERAL HEADER)

#19 = 4 (OPERATION END)

#21 = 40.000 (PROCESSING FEEDRATE)
 #22 = 40.000 (REDUCED PROCESSING FEEDRATE)
 #23 = 300.000 (LIFTOFF FEEDRATE)
 #29 = 2.000 (FEEDRATE FOR INTERPOLATION)

#24 = 40.000

#25 = 40.000

#26 = 40.000

#27 = 40.000

#28 = 40.000

(VORSPANN ENDE)

G18 (DEFAULT PLANE)

#1=77.613

#2=-11.785

#3=27.299

#4=18.709

#5=-73.634

#6=0.000

M98 P#31

G00 X77.613 Y-11.785 Z27.299 A18.709 C-73.634

X74.613

G01 X74.274 Y-7.839 Z14.943 F#21

X77.274 F#22

G00 Z27.299

M99

O9103 (Y6151-2544-SU1-2)

(VORSPANN ANFANG)

#31 = 8650 (GENERAL HEADER)

#19 = 4 (OPERATION END)

#21 = 40.000 (PROCESSING FEEDRATE)

#22 = 40.000 (REDUCED PROCESSING FEEDRATE)

#23 = 300.000 (LIFTOFF FEEDRATE)

#29 = 2.000 (FEEDRATE FOR INTERPOLATION)

#24 = 40.000

#25 = 40.000

#26 = 40.000

#27 = 40.000

#28 = 40.000

(VORSPANN ENDE)

G18 (DEFAULT PLANE)

#1=77.613

#2=-11.785

#3=27.299

#4=18.709

#5=-73.634

#6=0.000

M98 P#31

G00 X77.613 Y-11.785 Z27.299 A18.709 C-73.634

X74.613

G01 X74.323 Y-8.414 Z16.743 F#21

X77.323 F#22

G00 Z27.299

M99

O8004 (HEADER SCHLEIFEN)

#117 = 1 (FIRST TIME FLAG)

#121 = 6 (SCHNEIDENZAHL)

#122 = 6 (ZENTRUMSSCHNEIDEN)

#127 = 500 (SPINDEL WARTEZEIT)

#128 = 1 (GRUPPENWECHSEL)

#129 = 6 (OPERATIONSZAEHLER)

#132 = 80.000 (GRIND SPEED)

#133 = 4727 (DREHZAHL)

#134 = 4 (DREHRICHTUNG)

#135 = 1 (SPINDEL)

#136 = 59 (KUEHLUNG 1)

#137 = 81 (KUEHLUNG 2)

#139 = 6 (SCHLEIFZAEHLER)

#572 = 1007 (OPERNUMBER)

#143 = 0 (DATA SERVER)

#109 = 19 (PACKAGE NEW)

#113 = 19 (PACKAGE NEXT)

#107 = 0 (FIRST TOOTH)

#108 = 9999 (LAST TOOTH)

(AWL-CALL.INC)

(AWL-CALL.INC)

M99

O9004 (Y6151-2544-UF2-1)

(VORSPANN ANFANG)

#31 = 8650 (VORRSPANN ALLGEMEIN)

#19 = 1 (OPERATION UMFANG)

#21 = 80.000 (ARBEITSVORSCHUB)

#22 = 80.000 (REDUZierter VORSCHUB)

#23 = 300.000 (WEGFAHR VORSCHUB)

#24 = 80.000 (VORSCHUB IM RADIUS)

#29 = 80.000 (VORSCHUB IM UEBERGANG)

#25 = 80.000

#26 = 80.000

#27 = 80.000

#28 = 80.000

(VORSPANN ENDE)

G18 (DEFAULT PLANE)

#1=72.990

#2=25.078

#3=-25.701

#4=-48.027

#5=-62.145

#6=0.000

M98 P#31

G01 X72.990 Y25.078 Z-25.701 A-48.027 C-62.145 F#23

X68.990 F#22

X68.938 Y25.079 Z-25.700

X68.887 Y25.082 Z-25.698

X68.836 Y25.087 Z-25.693

X68.786 Y25.093 Z-25.687

X68.736 Y25.102 Z-25.679

X68.687 Y25.113 Z-25.670

X68.638 Y25.125 Z-25.658

X68.591 Y25.139 Z-25.645

X68.544 Y25.156 Z-25.631

X68.499 Y25.173 Z-25.615

X68.455 Y25.193 Z-25.597

X68.412 Y25.214 Z-25.578

X68.371 Y25.237 Z-25.558

X68.331 Y25.261 Z-25.536

X68.294 Y25.287 Z-25.513

X68.258 Y25.314 Z-25.488

X68.224 Y25.343 Z-25.462

X68.192 Y25.373 Z-25.436

X68.162 Y25.404 Z-25.408

X68.134 Y25.436 Z-25.379

X68.109 Y25.469 Z-25.349

X68.086 Y25.503 Z-25.318

X68.065 Y25.538 Z-25.287

X68.047 Y25.574 Z-25.255

X68.031 Y25.610 Z-25.222

X68.085 Y25.706 Z-25.076 A-48.222 C-61.863 F[#29*0.975 + #24*0.036]

X68.136 Y25.809 Z-24.930 A-48.653 C-61.580 F[#29*0.950 + #24*0.091]

X68.185 Y25.921 Z-24.782 A-49.075 C-61.294 F[#29*0.925 + #24*0.136]

X68.230 Y26.041 Z-24.633 A-49.487 C-61.007 F[#29*0.900 + #24*0.181]

X68.273 Y26.168 Z-24.483 A-49.891 C-60.719 F[#29*0.875 + #24*0.226]

X68.313 Y26.302 Z-24.333 A-50.285 C-60.428 F[#29*0.850 + #24*0.271]

X68.350 Y26.444 Z-24.182 A-50.671 C-60.136 F[#29*0.825 + #24*0.316]

X68.385 Y26.592 Z-24.030 A-51.048 C-59.843 F[#29*0.800 + #24*0.361]

X68.416 Y26.748 Z-23.878 A-51.417 C-59.548 F[#29*0.775 + #24*0.406]

X68.445 Y26.910 Z-23.725 A-51.778 C-59.251 F[#29*0.750 + #24*0.450]

X68.470 Y27.078 Z-23.572 A-52.132 C-58.953 F[#29*0.725 + #24*0.495]

X68.493 Y27.253 Z-23.418 A-52.477 C-58.654 F[#29*0.700 + #24*0.539]

X68.513 Y27.434 Z-23.265 A-52.815 C-58.353 F[#29*0.675 + #24*0.584]

X68.531 Y27.621 Z-23.110 A-53.146 C-58.052 F[#29*0.650 + #24*0.628]

X68.545 Y27.813 Z-22.956 A-53.469 C-57.749 F[#29*0.625 + #24*0.672]

X68.556 Y28.011 Z-22.802 A-53.785 C-57.444 F[#29*0.600 + #24*0.717]

X68.565 Y28.215 Z-22.648 A-54.095 C-57.139 F[#29*0.575 + #24*0.761]

X68.571 Y28.423 Z-22.493 A-54.398 C-56.832 F[#29*0.550 + #24*0.805]

X68.573 Y28.637 Z-22.339 A-54.694 C-56.524 F[#29*0.525 + #24*0.849]

Y28.856 Z-22.184 A-54.984 C-56.215 F[#29*0.500 + #24*0.893]

X68.570 Y29.080 Z-22.030 A-55.268 C-55.906 F[#29*0.475 + #24*0.937]

X68.565 Y29.308 Z-21.875 A-55.546 C-55.595 F[#29*0.450 + #24*0.981]

X68.556 Y29.541 Z-21.721 A-55.817 C-55.283 F[#29*0.425 + #24*1.025]
X68.545 Y29.778 Z-21.567 A-56.083 C-54.970 F[#29*0.400 + #24*1.069]
X68.530 Y30.020 Z-21.413 A-56.343 C-54.656 F[#29*0.375 + #24*1.113]
X68.513 Y30.266 Z-21.259 A-56.598 C-54.342 F[#29*0.350 + #24*1.157]
X68.493 Y30.516 Z-21.105 A-56.847 C-54.026 F[#29*0.325 + #24*1.200]
X68.470 Y30.769 Z-20.952 A-57.091 C-53.709 F[#29*0.300 + #24*1.244]
X68.444 Y31.027 Z-20.798 A-57.329 C-53.392 F[#29*0.275 + #24*1.288]
X68.415 Y31.288 Z-20.645 A-57.563 C-53.074 F[#29*0.250 + #24*1.332]
X68.383 Y31.553 Z-20.492 A-57.791 C-52.755 F[#29*0.225 + #24*1.375]
X68.349 Y31.821 Z-20.340 A-58.015 C-52.435 F[#29*0.200 + #24*1.419]
X68.311 Y32.093 Z-20.187 A-58.234 C-52.115 F[#29*0.175 + #24*1.462]
X68.271 Y32.368 Z-20.035 A-58.448 C-51.794 F[#29*0.150 + #24*1.506]
X68.227 Y32.646 Z-19.883 A-58.658 C-51.472 F[#29*0.125 + #24*1.550]
X68.181 Y32.927 Z-19.732 A-58.863 C-51.150 F[#29*0.100 + #24*1.593]
X68.132 Y33.211 Z-19.580 A-59.064 C-50.826 F[#29*0.075 + #24*1.637]
X68.080 Y33.498 Z-19.429 A-59.260 C-50.502 F[#29*0.050 + #24*1.680]
X68.025 Y33.788 Z-19.278 A-59.453 C-50.178 F[#29*0.025 + #24*1.723]
X67.968 Y34.080 Z-19.128 A-59.641 C-49.853 F[#24*1.767]
X67.907 Y34.375 Z-18.978 A-59.825 C-49.527
X67.844 Y34.672 Z-18.828 A-60.005 C-49.201
X67.777 Y34.972 Z-18.678 A-60.182 C-48.874
X67.708 Y35.274 Z-18.529 A-60.355 C-48.546
X67.635 Y35.579 Z-18.380 A-60.523 C-48.218
X67.560 Y35.885 Z-18.232 A-60.689 C-47.890
X67.482 Y36.194 Z-18.083 A-60.851 C-47.561
X67.401 Y36.505 Z-17.935 A-61.009 C-47.231
X67.318 Y36.818 Z-17.788 A-61.164 C-46.901
X67.231 Y37.132 Z-17.640 A-61.315 C-46.571
X67.141 Y37.448 Z-17.493 A-61.464 C-46.240
X67.049 Y37.767 Z-17.346 A-61.609 C-45.908

X66.954 Y38.086 Z-17.200 A-61.751 C-45.576
X66.855 Y38.408 Z-17.054 A-61.889 C-45.244
X66.754 Y38.730 Z-16.908 A-62.025 C-44.911
X66.650 Y39.055 Z-16.762 A-62.158 C-44.578 F[#24*1.756]
X66.543 Y39.380 Z-16.617 A-62.288 C-44.245
X66.433 Y39.708 Z-16.472 A-62.415 C-43.911
X66.321 Y40.036 Z-16.327 A-62.539 C-43.576
X66.205 Y40.365 Z-16.183 A-62.661 C-43.242
X66.087 Y40.696 Z-16.038 A-62.779 C-42.907
X65.966 Y41.028 Z-15.895 A-62.895 C-42.571
X65.841 Y41.361 Z-15.751 A-63.009 C-42.235
X65.715 Y41.695 Z-15.608 A-63.120 C-41.899
X65.585 Y42.030 Z-15.465 A-63.228 C-41.563
X65.452 Y42.365 Z-15.322 A-63.334 C-41.226
X65.316 Y42.702 Z-15.179 A-63.437 C-40.889
X65.178 Y43.039 Z-15.037 A-63.538 C-40.552
X65.036 Y43.377 Z-14.895 A-63.637 C-40.214
X64.892 Y43.716 Z-14.753 A-63.733 C-39.876
X64.745 Y44.055 Z-14.612 A-63.827 C-39.538
X64.595 Y44.395 Z-14.471 A-63.919 C-39.200
X64.443 Y44.736 Z-14.329 A-64.009 C-38.861
X64.287 Y45.077 Z-14.189 A-64.096 C-38.522
X64.129 Y45.418 Z-14.048 A-64.181 C-38.182 F[#24*1.746]
X63.967 Y45.760 Z-13.908 A-64.265 C-37.843
X63.803 Y46.102 Z-13.768 A-64.346 C-37.503
X63.636 Y46.444 Z-13.628 A-64.425 C-37.163
X63.467 Y46.787 Z-13.488 A-64.502 C-36.823
X63.294 Y47.130 Z-13.349 A-64.577 C-36.482
X63.119 Y47.473 Z-13.209 A-64.650 C-36.142
X62.941 Y47.816 Z-13.070 A-64.722 C-35.801

X62.760 Y48.160 Z-12.931 A-64.791 C-35.460
X62.576 Y48.503 Z-12.792 A-64.859 C-35.118
X62.390 Y48.846 Z-12.654 A-64.925 C-34.777
X62.200 Y49.190 Z-12.515 A-64.989 C-34.435
X62.008 Y49.533 Z-12.377 A-65.051 C-34.093
X61.813 Y49.876 Z-12.239 A-65.111 C-33.751
X61.616 Y50.219 Z-12.101 A-65.170 C-33.409
X61.415 Y50.562 Z-11.964 A-65.227 C-33.066
X61.212 Y50.905 Z-11.826 A-65.282 C-32.724
X61.006 Y51.247 Z-11.689 A-65.336 C-32.381
X60.798 Y51.589 Z-11.552 A-65.388 C-32.038
X60.586 Y51.931 Z-11.414 A-65.439 C-31.695
X60.372 Y52.273 Z-11.277 A-65.488 C-31.352
X60.155 Y52.614 Z-11.140 A-65.535 C-31.008 F[#24*1.736]
X59.936 Y52.954 Z-11.004 A-65.581 C-30.665
X59.713 Y53.294 Z-10.867 A-65.626 C-30.321
X59.488 Y53.634 Z-10.731 A-65.668 C-29.977
X59.261 Y53.973 Z-10.595 A-65.710 C-29.633
X59.030 Y54.312 Z-10.458 A-65.750 C-29.289
X58.797 Y54.650 Z-10.322 A-65.788 C-28.945
X58.561 Y54.987 Z-10.186 A-65.825 C-28.601
X58.323 Y55.323 Z-10.050 A-65.861 C-28.256
X58.082 Y55.659 Z-9.915 A-65.895 C-27.912
X57.838 Y55.995 Z-9.779 A-65.928 C-27.567
X57.592 Y56.329 Z-9.643 A-65.960 C-27.222
X57.342 Y56.663 Z-9.508 A-65.990 C-26.877
X57.091 Y56.995 Z-9.372 A-66.019 C-26.532
X56.836 Y57.327 Z-9.237 A-66.047 C-26.187
X56.579 Y57.658 Z-9.102 A-66.073 C-25.842
X56.320 Y57.989 Z-8.967 A-66.098 C-25.496

X56.058 Y58.318 Z-8.832 A-66.122 C-25.151
X55.793 Y58.646 Z-8.696 A-66.145 C-24.805
X55.526 Y58.974 Z-8.561 A-66.166 C-24.460
X55.255 Y59.300 Z-8.426 A-66.186 C-24.114
X54.983 Y59.625 Z-8.291 A-66.205 C-23.769
X54.708 Y59.949 Z-8.157 A-66.223 C-23.423
X54.430 Y60.272 Z-8.022 A-66.240 C-23.077 F[#24*1.725]
X54.150 Y60.594 Z-7.887 A-66.255 C-22.731
X53.868 Y60.915 Z-7.752 A-66.269 C-22.385
X53.582 Y61.234 Z-7.618 A-66.282 C-22.039
X53.295 Y61.553 Z-7.483 A-66.294 C-21.692
X53.004 Y61.870 Z-7.348 A-66.305 C-21.346
X52.712 Y62.185 Z-7.214 A-66.315 C-21.000
X52.416 Y62.500 Z-7.079 A-66.324 C-20.654
X52.119 Y62.813 Z-6.944 A-66.332 C-20.307
X51.819 Y63.125 Z-6.810 A-66.338 C-19.961
X51.516 Y63.435 Z-6.675 A-66.344 C-19.614
X51.211 Y63.745 Z-6.541 A-66.348 C-19.267
X50.904 Y64.052 Z-6.406 A-66.352 C-18.921
X50.594 Y64.358 Z-6.272 A-66.354 C-18.574
X50.282 Y64.663 Z-6.137 A-66.355 C-18.227
X49.967 Y64.966 Z-6.003 C-17.881
X49.650 Y65.268 Z-5.868 C-17.534
X49.330 Y65.568 Z-5.733 A-66.353 C-17.187
X49.008 Y65.867 Z-5.599 A-66.351 C-16.840
X48.684 Y66.163 Z-5.464 A-66.347 C-16.493
X48.358 Y66.459 Z-5.329 A-66.343 C-16.146
X48.029 Y66.752 Z-5.195 A-66.337 C-15.800
X47.698 Y67.044 Z-5.060 A-66.331 C-15.453
X47.365 Y67.335 Z-4.925 A-66.323 C-15.105

X47.029 Y67.624 Z-4.790 A-66.315 C-14.759
X46.691 Y67.910 Z-4.655 A-66.305 C-14.412
X46.350 Y68.195 Z-4.521 A-66.295 C-14.064 F[#24*1.715]
X46.008 Y68.479 Z-4.386 A-66.284 C-13.717
X45.663 Y68.760 Z-4.250 A-66.272 C-13.370
X45.316 Y69.040 Z-4.115 A-66.259 C-13.023
X44.967 Y69.318 Z-3.980 A-66.245 C-12.676
X44.615 Y69.594 Z-3.845 A-66.230 C-12.329
X44.262 Y69.868 Z-3.710 A-66.215 C-11.982
X43.906 Y70.140 Z-3.575 A-66.198 C-11.635
X43.548 Y70.411 Z-3.439 A-66.181 C-11.288
X43.188 Y70.679 Z-3.304 A-66.162 C-10.940
X42.826 Y70.945 Z-3.168 A-66.143 C-10.593
X42.461 Y71.210 Z-3.032 A-66.123 C-10.246
X42.095 Y71.472 Z-2.897 A-66.103 C-9.899
X41.726 Y71.732 Z-2.761 A-66.081 C-9.552
X41.356 Y71.990 Z-2.625 A-66.058 C-9.205
X40.983 Y72.247 Z-2.489 A-66.035 C-8.858
X40.608 Y72.501 Z-2.353 A-66.010 C-8.511 F[#29*0.025 + #24*1.667]
X40.231 Y72.753 Z-2.216 A-65.985 C-8.164 F[#29*0.050 + #24*1.624]
X39.852 Y73.002 Z-2.080 A-65.960 C-7.816 F[#29*0.075 + #24*1.581]
X39.472 Y73.250 Z-1.944 A-65.933 C-7.469 F[#29*0.100 + #24*1.538]
X39.089 Y73.495 Z-1.807 A-65.905 C-7.122 F[#29*0.125 + #24*1.495]
X38.704 Y73.739 Z-1.671 A-65.877 C-6.775 F[#29*0.150 + #24*1.452]
X38.317 Y73.980 Z-1.534 A-65.847 C-6.428 F[#29*0.175 + #24*1.409]
X37.928 Y74.219 Z-1.397 A-65.817 C-6.081 F[#29*0.200 + #24*1.366]
X37.538 Y74.455 Z-1.260 A-65.787 C-5.734 F[#29*0.225 + #24*1.323]
X37.145 Y74.689 Z-1.123 A-65.755 C-5.387 F[#29*0.250 + #24*1.280]
X36.750 Y74.921 Z-0.985 A-65.723 C-5.040 F[#29*0.275 + #24*1.237]
X36.354 Y75.151 Z-0.848 A-65.689 C-4.694 F[#29*0.300 + #24*1.194]

X35.956 Y75.378 Z-0.710 A-65.655 C-4.347 F[#29*0.325 + #24*1.152]
 X35.556 Y75.603 Z-0.572 A-65.621 C-4.000 F[#29*0.350 + #24*1.109]
 X35.154 Y75.826 Z-0.435 A-65.585 C-3.653 F[#29*0.375 + #24*1.066]
 X34.750 Y76.046 Z-0.296 A-65.549 C-3.307 F[#29*0.400 + #24*1.023]
 X34.344 Y76.264 Z-0.158 A-65.511 C-2.960 F[#29*0.425 + #24*0.980]
 X33.937 Y76.479 Z-0.020 A-65.473 C-2.613 F[#29*0.450 + #24*0.937]
 X33.527 Y76.692 Z0.118 A-65.435 C-2.267 F[#29*0.475 + #24*0.895]
 X33.116 Y76.903 Z0.257 A-65.395 C-1.920 F[#29*0.500 + #24*0.852]
 X32.704 Y77.111 Z0.396 A-65.355 C-1.573 F[#29*0.525 + #24*0.809]
 X32.289 Y77.316 Z0.535 A-65.314 C-1.227 F[#29*0.550 + #24*0.767]
 X31.873 Y77.519 Z0.674 A-65.272 C-0.880 F[#29*0.575 + #24*0.724]
 X31.455 Y77.720 Z0.813 A-65.229 C-0.534 F[#29*0.600 + #24*0.681]
 X31.035 Y77.918 Z0.953 A-65.186 C-0.188 F[#29*0.625 + #24*0.638]
 X30.614 Y78.113 Z1.093 A-65.141 C0.158 F[#29*0.650 + #24*0.596]
 X30.191 Y78.306 Z1.233 A-65.096 C0.505 F[#29*0.675 + #24*0.553]
 X29.767 Y78.496 Z1.373 A-65.051 C0.851 F[#29*0.700 + #24*0.511]
 X29.341 Y78.684 Z1.513 A-65.004 C1.197 F[#29*0.725 + #24*0.468]
 X28.913 Y78.869 Z1.654 A-64.957 C1.543 F[#29*0.750 + #24*0.425]
 X28.484 Y79.051 Z1.794 A-64.909 C1.889 F[#29*0.775 + #24*0.383]
 X28.053 Y79.231 Z1.935 A-64.860 C2.235 F[#29*0.800 + #24*0.340]
 X27.620 Y79.408 Z2.076 A-64.810 C2.581 F[#29*0.825 + #24*0.298]
 X27.186 Y79.582 Z2.218 A-64.760 C2.927 F[#29*0.850 + #24*0.255]
 X26.751 Y79.754 Z2.359 A-64.708 C3.272 F[#29*0.875 + #24*0.212]
 X26.314 Y79.923 Z2.501 A-64.656 C3.618 F[#29*0.900 + #24*0.170]
 X25.876 Y80.089 Z2.643 A-64.604 C3.964 F[#29*0.925 + #24*0.127]
 X25.436 Y80.252 Z2.785 A-64.550 C4.309 F[#29*0.950 + #24*0.085]
 X24.994 Y80.413 Z2.928 A-64.496 C4.655 F[#29*0.975 + #24*0.042]
 X24.552 Y80.571 Z3.071 A-64.441 C5.000 F#29
 X23.420 A-60.639 F[#25*3.000]
 X22.288 A-56.897

X21.156 A-53.155
X20.023 A-49.413
X18.892 A-45.671
X17.760 A-41.929
X16.628 A-38.187
X15.496 A-34.446
X14.364 A-30.704
X13.232 A-26.962
X12.100 A-23.220
X10.967 A-19.478
X9.836 A-15.736
X8.704 A-11.994
X7.572 A-8.252
X6.440 A-4.511
X5.308 A-0.769
X4.176 A2.973
X3.044 A6.715
X1.912 A10.457
X0.780 A14.199
X-0.352 A17.941
X-1.484 A21.683
X-2.616 A25.424
X-3.748 A29.166
X-3.811 Y80.573 A29.374 F[#26*3.000]
X-3.874 Y80.578 Z3.073 A29.581
X-3.936 Y80.588 Z3.076 A29.786
X-3.997 Y80.601 Z3.081 A29.988
X-4.057 Y80.617 Z3.087 A30.188 F[#26*2.957]
X-4.116 Y80.637 Z3.095 A30.383 F[#26*2.915]
X-4.174 Y80.660 Z3.103 A30.574 F[#26*2.864]

X-4.230 Y80.687 Z3.113 A30.759 F[#26*2.805]
 X-4.284 Y80.717 Z3.124 A30.937 F[#26*2.737]
 X-4.336 Y80.751 Z3.136 A31.109 F[#26*2.660]
 X-4.386 Y80.787 Z3.149 A31.273 F[#26*2.574]
 X-4.433 Y80.826 Z3.163 A31.429 F[#26*2.479]
 X-4.477 Y80.868 Z3.178 A31.576 F[#26*2.376]
 X-4.519 Y80.912 Z3.195 A31.713 F[#26*2.265]
 X-4.557 Y80.958 Z3.211 A31.840 F[#26*2.146]
 X-4.593 Y81.007 Z3.229 A31.957 F[#26*2.020]
 X-4.625 Y81.058 Z3.248 A32.063 F[#26*1.888]
 X-4.653 Y81.111 Z3.267 A32.157 F[#26*1.752]
 X-4.678 Y81.165 Z3.287 A32.240 F[#26*1.614]
 X-4.699 Y81.220 Z3.307 A32.310 F[#26*1.477]
 X-4.717 Y81.277 Z3.327 A32.368 F[#26*1.345]
 X-4.731 Y81.335 Z3.348 A32.413 F[#26*1.224]
 X-4.740 Y81.393 Z3.370 A32.446 F[#26*1.122]
 X-4.746 Y81.452 Z3.391 A32.465 F[#26*1.046]
 X-4.748 Y81.511 Z3.413 A32.472 F[#26*1.005]

Y85.511 F#23

M99

O8005 (HEADER SCHLEIFEN)

#117 = 1 (FIRST TIME FLAG)

#121 = 6 (SCHNEIDENZAHL)

#122 = 6 (ZENTRUMSSCHNEIDEN)

#127 = 0 (SPINDEL WARTEZEIT)

#128 = 0 (GRUPPENWECHSEL)

#129 = 6 (OPERATIONSZAEHLER)

#132 = 100.000 (GRIND SPEED)

#133 = 4727 (DREHZAHL)

#134 = 4 (DREHRICHTUNG)

#135 = 1 (SPINDEL)
 #136 = 59 (KUEHLUNG 1)
 #137 = 81 (KUEHLUNG 2)
 #139 = 6 (SCHLEIFZAEHLER)
 #572 = 1006 (OPERNUMBER)
 #143 = 0 (DATA SERVER)
 #109 = 19 (PACKAGE NEW)
 #113 = -1 (PACKAGE NEXT)
 #107 = 0 (FIRST TOOTH)
 #108 = 9999 (LAST TOOTH)
 (AWL-CALL.INC)
 (AWL-CALL.INC)

M99

O9005 (Y6151-2544-UF1-1)
 (VORSPANN ANFANG)

#31 = 8650 (VORRSPANN ALLGEMEIN)
 #19 = 1 (OPERATION UMFANG)
 #21 = 100.000 (ARBEITSVORSCHUB)
 #22 = 100.000 (REDUZIERTER VORSCHUB)
 #23 = 300.000 (WEGFAHR VORSCHUB)
 #24 = 100.000 (VORSCHUB IM RADIUS)
 #29 = 100.000 (VORSCHUB IM UEBERGANG)

#25 = 100.000

#26 = 100.000

#27 = 100.000

#28 = 100.000

(VORSPANN ENDE)

G18 (DEFAULT PLANE)

#1=74.684

#2=10.591

#3=-27.252

#4=-38.134

#5=-76.609

#6=0.000

M98 P#31

G01 X74.684 Y10.591 Z-27.252 A-38.134 C-76.609 F#23

X70.684 F#22

X70.624 Y10.592 Z-27.251

X70.563 Y10.595 Z-27.246

X70.504 Y10.601 Z-27.239

X70.445 Y10.608 Z-27.229

X70.386 Y10.619 Z-27.217

X70.329 Y10.631 Z-27.201

X70.274 Y10.645 Z-27.183

X70.219 Y10.661 Z-27.162

X70.167 Y10.680 Z-27.139

X70.116 Y10.700 Z-27.113

X70.067 Y10.722 Z-27.085

X70.021 Y10.746 Z-27.054

X69.977 Y10.771 Z-27.022

X69.936 Y10.799 Z-26.987

X69.897 Y10.827 Z-26.951

X69.861 Y10.857 Z-26.913

X69.828 Y10.888 Z-26.873

X69.799 Y10.921 Z-26.831

X69.772 Y10.954 Z-26.789

X69.749 Y10.989 Z-26.745

X69.729 Y11.024 Z-26.700

X69.713 Y11.060 Z-26.654

X69.700 Y11.096 Z-26.608

X69.691 Y11.133 Z-26.561

X69.686 Y11.170 Z-26.514

X69.855 Y10.830 Z-26.279 A-39.508 C-76.331 F[#29*0.975 + #24*0.051]

X70.021 Y10.533 Z-26.034 A-40.837 C-76.045 F[#29*0.950 + #24*0.102]

X70.182 Y10.276 Z-25.782 A-42.111 C-75.752 F[#29*0.925 + #24*0.153]

X70.339 Y10.059 Z-25.524 A-43.331 C-75.452 F[#29*0.900 + #24*0.203]

X70.492 Y9.880 Z-25.261 A-44.501 C-75.145 F[#29*0.875 + #24*0.253]

X70.640 Y9.736 Z-24.995 A-45.622 C-74.832 F[#29*0.850 + #24*0.303]

X70.784 Y9.627 Z-24.727 A-46.696 C-74.514 F[#29*0.825 + #24*0.353]

X70.924 Y9.549 Z-24.457 A-47.725 C-74.190 F[#29*0.800 + #24*0.403]

X71.060 Y9.503 Z-24.186 A-48.711 C-73.861 F[#29*0.775 + #24*0.452]

X71.192 Y9.485 Z-23.916 A-49.657 C-73.527 F[#29*0.750 + #24*0.502]

X71.319 Y9.495 Z-23.647 A-50.563 C-73.189 F[#29*0.725 + #24*0.551]

X71.442 Y9.531 Z-23.379 A-51.432 C-72.846 F[#29*0.700 + #24*0.599]

X71.561 Y9.592 Z-23.113 A-52.266 C-72.500 F[#29*0.675 + #24*0.648]

X71.676 Y9.676 Z-22.849 A-53.066 C-72.150 F[#29*0.650 + #24*0.696]

X71.787 Y9.782 Z-22.588 A-53.834 C-71.796 F[#29*0.625 + #24*0.744]

X71.893 Y9.909 Z-22.329 A-54.572 C-71.439 F[#29*0.600 + #24*0.792]

X71.995 Y10.056 Z-22.073 A-55.280 C-71.079 F[#29*0.575 + #24*0.840]

X72.093 Y10.221 Z-21.820 A-55.961 C-70.716 F[#29*0.550 + #24*0.887]

X72.187 Y10.404 Z-21.571 A-56.615 C-70.350 F[#29*0.525 + #24*0.934]

X72.277 Y10.604 Z-21.324 A-57.244 C-69.982 F[#29*0.500 + #24*0.981]

X72.362 Y10.819 Z-21.081 A-57.849 C-69.611 F[#29*0.475 + #24*1.028]

X72.443 Y11.049 Z-20.842 A-58.431 C-69.238 F[#29*0.450 + #24*1.075]

X72.520 Y11.293 Z-20.605 A-58.991 C-68.862 F[#29*0.425 + #24*1.121]

X72.593 Y11.551 Z-20.372 A-59.530 C-68.485 F[#29*0.400 + #24*1.167]

X72.662 Y11.822 Z-20.143 A-60.049 C-68.105 F[#29*0.375 + #24*1.214]

X72.726 Y12.104 Z-19.917 A-60.550 C-67.724 F[#29*0.350 + #24*1.260]

X72.786 Y12.398 Z-19.694 A-61.032 C-67.341 F[#29*0.325 + #24*1.305]
X72.842 Y12.702 Z-19.474 A-61.497 C-66.956 F[#29*0.300 + #24*1.351]
X72.894 Y13.017 Z-19.258 A-61.946 C-66.569 F[#29*0.275 + #24*1.397]
X72.941 Y13.342 Z-19.045 A-62.378 C-66.181 F[#29*0.250 + #24*1.442]
X72.984 Y13.675 Z-18.834 A-62.796 C-65.791 F[#29*0.225 + #24*1.488]
X73.023 Y14.017 Z-18.628 A-63.199 C-65.400 F[#29*0.200 + #24*1.533]
X73.058 Y14.368 Z-18.424 A-63.588 C-65.008 F[#29*0.175 + #24*1.578]
X73.089 Y14.727 Z-18.222 A-63.964 C-64.615 F[#29*0.150 + #24*1.623]
X73.115 Y15.092 Z-18.024 A-64.327 C-64.220 F[#29*0.125 + #24*1.669]
X73.137 Y15.466 Z-17.829 A-64.678 C-63.824 F[#29*0.100 + #24*1.714]
X73.155 Y15.845 Z-17.636 A-65.018 C-63.427 F[#29*0.075 + #24*1.759]
X73.169 Y16.231 Z-17.446 A-65.346 C-63.029 F[#29*0.050 + #24*1.804]
X73.178 Y16.624 Z-17.258 A-65.663 C-62.630 F[#29*0.025 + #24*1.849]
X73.183 Y17.022 Z-17.073 A-65.970 C-62.230 F[#24*1.894]
X73.184 Y17.425 Z-16.891 A-66.267 C-61.829
X73.181 Y17.834 Z-16.711 A-66.555 C-61.427
X73.174 Y18.247 Z-16.533 A-66.833 C-61.025
X73.162 Y18.666 Z-16.357 A-67.102 C-60.621
X73.146 Y19.089 Z-16.184 A-67.363 C-60.217 F[#24*1.883]
X73.126 Y19.516 Z-16.013 A-67.616 C-59.812
X73.101 Y19.947 Z-15.843 A-67.861 C-59.407
X73.073 Y20.382 Z-15.676 A-68.098 C-59.000
X73.040 Y20.821 Z-15.511 A-68.327 C-58.593
X73.002 Y21.263 Z-15.348 A-68.550 C-58.186
X72.961 Y21.708 Z-15.186 A-68.766 C-57.778
X72.915 Y22.157 Z-15.026 A-68.975 C-57.369 F[#24*1.873]
X72.865 Y22.608 Z-14.868 A-69.178 C-56.959
X72.811 Y23.062 Z-14.712 A-69.375 C-56.550
X72.753 Y23.519 Z-14.557 A-69.565 C-56.139
X72.691 Y23.978 Z-14.404 A-69.750 C-55.728

X72.624 Y24.440 Z-14.253 A-69.930 C-55.317
X72.553 Y24.903 Z-14.102 A-70.103 C-54.905
X72.477 Y25.369 Z-13.954 A-70.272 C-54.493
X72.398 Y25.837 Z-13.807 A-70.436 C-54.081
X72.314 Y26.307 Z-13.661 A-70.594 C-53.667
X72.226 Y26.778 Z-13.516 A-70.748 C-53.254 F[#24*1.862]
X72.134 Y27.251 Z-13.373 A-70.898 C-52.840
X72.038 Y27.725 Z-13.231 A-71.043 C-52.426
X71.937 Y28.201 Z-13.090 A-71.183 C-52.012
X71.833 Y28.678 Z-12.951 A-71.319 C-51.597
X71.724 Y29.157 Z-12.812 A-71.451 C-51.182
X71.611 Y29.636 Z-12.675 A-71.579 C-50.766
X71.493 Y30.116 Z-12.539 A-71.704 C-50.350
X71.372 Y30.597 Z-12.404 A-71.824 C-49.934
X71.246 Y31.079 Z-12.270 A-71.941 C-49.518
X71.116 Y31.562 Z-12.137 A-72.054 C-49.101
X70.982 Y32.046 Z-12.004 A-72.164 C-48.684
X70.844 Y32.530 Z-11.873 A-72.271 C-48.267
X70.702 Y33.014 Z-11.743 A-72.374 C-47.849
X70.555 Y33.499 Z-11.613 A-72.474 C-47.432
X70.405 Y33.984 Z-11.485 A-72.570 C-47.014 F[#24*1.852]
X70.250 Y34.469 Z-11.357 A-72.664 C-46.596
X70.091 Y34.955 Z-11.230 A-72.755 C-46.177
X69.928 Y35.441 Z-11.104 A-72.843 C-45.759
X69.761 Y35.927 Z-10.978 A-72.928 C-45.340
X69.589 Y36.413 Z-10.854 A-73.011 C-44.921
X69.414 Y36.898 Z-10.730 A-73.090 C-44.502
X69.234 Y37.384 Z-10.607 A-73.167 C-44.083
X69.051 Y37.869 Z-10.484 A-73.242 C-43.663
X68.863 Y38.354 Z-10.362 A-73.314 C-43.243

X68.671 Y38.839 Z-10.241 A-73.383 C-42.824
X68.476 Y39.323 Z-10.120 A-73.451 C-42.404
X68.276 Y39.807 Z-10.001 A-73.516 C-41.983
X68.072 Y40.290 Z-9.881 A-73.578 C-41.563
X67.864 Y40.773 Z-9.762 A-73.638 C-41.142
X67.652 Y41.255 Z-9.644 A-73.697 C-40.722
X67.436 Y41.737 Z-9.526 A-73.752 C-40.301
X67.216 Y42.217 Z-9.409 A-73.806 C-39.880
X66.992 Y42.697 Z-9.292 A-73.858 C-39.459
X66.764 Y43.176 Z-9.176 A-73.908 C-39.038
X66.532 Y43.655 Z-9.060 A-73.956 C-38.617
X66.296 Y44.132 Z-8.945 A-74.002 C-38.195
X66.057 Y44.608 Z-8.831 A-74.046 C-37.774
X65.813 Y45.084 Z-8.716 A-74.088 C-37.352 F[#24*1.842]
X65.565 Y45.558 Z-8.602 A-74.129 C-36.931
X65.313 Y46.031 Z-8.489 A-74.168 C-36.509
X65.058 Y46.503 Z-8.376 A-74.204 C-36.087
X64.798 Y46.973 Z-8.263 A-74.240 C-35.665
X64.535 Y47.443 Z-8.151 A-74.273 C-35.243
X64.268 Y47.911 Z-8.039 A-74.305 C-34.820
X63.997 Y48.377 Z-7.927 A-74.335 C-34.398
X63.722 Y48.843 Z-7.816 A-74.364 C-33.976
X63.443 Y49.306 Z-7.705 A-74.391 C-33.553
X63.161 Y49.769 Z-7.594 A-74.417 C-33.131
X62.874 Y50.230 Z-7.484 A-74.441 C-32.708
X62.584 Y50.689 Z-7.374 A-74.463 C-32.285
X62.291 Y51.146 Z-7.265 A-74.484 C-31.863
X61.993 Y51.602 Z-7.155 A-74.504 C-31.440
X61.692 Y52.057 Z-7.046 A-74.522 C-31.017
X61.386 Y52.509 Z-6.937 A-74.539 C-30.594

X61.078 Y52.960 Z-6.829 A-74.555 C-30.171
X60.765 Y53.409 Z-6.720 A-74.569 C-29.748
X60.449 Y53.856 Z-6.612 A-74.582 C-29.325
X60.129 Y54.301 Z-6.504 A-74.594 C-28.901
X59.806 Y54.744 Z-6.397 A-74.604 C-28.478
X59.479 Y55.185 Z-6.289 A-74.613 C-28.055
X59.148 Y55.624 Z-6.182 A-74.621 C-27.632
X58.814 Y56.062 Z-6.075 A-74.627 C-27.208
X58.476 Y56.497 Z-5.968 A-74.633 C-26.785
X58.135 Y56.930 Z-5.862 A-74.637 C-26.361
X57.790 Y57.360 Z-5.755 A-74.640 C-25.938
X57.441 Y57.789 Z-5.649 A-74.642 C-25.514
X57.089 Y58.215 Z-5.543 A-74.643 C-25.090
X56.734 Y58.639 Z-5.437 C-24.667
X56.375 Y59.061 Z-5.331 A-74.641 C-24.243 F[#24*1.831]
X56.012 Y59.481 Z-5.225 A-74.638 C-23.820
X55.646 Y59.898 Z-5.120 A-74.635 C-23.396
X55.277 Y60.313 Z-5.014 A-74.630 C-22.972
X54.905 Y60.725 Z-4.909 A-74.624 C-22.548
X54.529 Y61.135 Z-4.804 A-74.618 C-22.124
X54.149 Y61.542 Z-4.699 A-74.610 C-21.701
X53.767 Y61.947 Z-4.594 A-74.601 C-21.276
X53.380 Y62.349 Z-4.489 A-74.591 C-20.853
X52.991 Y62.749 Z-4.384 A-74.581 C-20.429
X52.599 Y63.145 Z-4.279 A-74.569 C-20.005
X52.203 Y63.540 Z-4.175 A-74.556 C-19.581
X51.804 Y63.931 Z-4.070 A-74.543 C-19.157
X51.402 Y64.320 Z-3.966 A-74.528 C-18.733
X50.996 Y64.707 Z-3.861 A-74.513 C-18.309
X50.588 Y65.090 Z-3.757 A-74.496 C-17.885

X50.176 Y65.470 Z-3.653 A-74.479 C-17.461
 X49.761 Y65.848 Z-3.549 A-74.461 C-17.037
 X49.343 Y66.223 Z-3.444 A-74.442 C-16.613
 X48.922 Y66.595 Z-3.340 A-74.422 C-16.189
 X48.498 Y66.964 Z-3.236 A-74.401 C-15.765
 X48.071 Y67.330 Z-3.132 A-74.379 C-15.341
 X47.641 Y67.693 Z-3.028 A-74.357 C-14.916
 X47.208 Y68.053 Z-2.924 A-74.333 C-14.492
 X46.772 Y68.410 Z-2.820 A-74.309 C-14.068
 X46.333 Y68.764 Z-2.715 A-74.284 C-13.644
 X45.891 Y69.115 Z-2.611 A-74.258 C-13.220
 X45.446 Y69.462 Z-2.507 A-74.231 C-12.796
 X44.998 Y69.807 Z-2.403 A-74.204 C-12.372
 X44.548 Y70.148 Z-2.299 A-74.176 C-11.948
 X44.094 Y70.486 Z-2.195 A-74.146 C-11.524 F[#29*0.025 + #24*1.779]
 X43.638 Y70.821 Z-2.091 A-74.117 C-11.100 F[#29*0.050 + #24*1.733]
 X43.179 Y71.153 Z-1.986 A-74.086 C-10.676 F[#29*0.075 + #24*1.687]
 X42.718 Y71.481 Z-1.882 A-74.054 C-10.252 F[#29*0.100 + #24*1.641]
 X42.254 Y71.806 Z-1.778 A-74.022 C-9.828 F[#29*0.125 + #24*1.596]
 X41.786 Y72.128 Z-1.673 A-73.989 C-9.404 F[#29*0.150 + #24*1.550]
 X41.317 Y72.446 Z-1.569 A-73.956 C-8.980 F[#29*0.175 + #24*1.504]
 X40.844 Y72.761 Z-1.464 A-73.921 C-8.556 F[#29*0.200 + #24*1.458]
 X40.370 Y73.073 Z-1.360 A-73.886 C-8.132 F[#29*0.225 + #24*1.413]
 X39.892 Y73.381 Z-1.255 A-73.850 C-7.708 F[#29*0.250 + #24*1.367]
 X39.412 Y73.686 Z-1.151 A-73.813 C-7.284 F[#29*0.275 + #24*1.321]
 X38.929 Y73.987 Z-1.046 A-73.776 C-6.860 F[#29*0.300 + #24*1.276]
 X38.444 Y74.284 Z-0.941 A-73.737 C-6.436 F[#29*0.325 + #24*1.230]
 X37.957 Y74.578 Z-0.836 A-73.698 C-6.012 F[#29*0.350 + #24*1.184]
 X37.467 Y74.869 Z-0.731 A-73.659 C-5.588 F[#29*0.375 + #24*1.139]
 X36.974 Y75.156 Z-0.626 A-73.618 C-5.164 F[#29*0.400 + #24*1.093]

X36.479 Y75.439 Z-0.521 A-73.577 C-4.740 F[#29*0.425 + #24*1.047]
 X35.982 Y75.719 Z-0.416 A-73.536 C-4.316 F[#29*0.450 + #24*1.002]
 X35.483 Y75.995 Z-0.310 A-73.493 C-3.893 F[#29*0.475 + #24*0.956]
 X34.981 Y76.267 Z-0.205 A-73.450 C-3.469 F[#29*0.500 + #24*0.910]
 X34.477 Y76.536 Z-0.099 A-73.406 C-3.045 F[#29*0.525 + #24*0.865]
 X33.970 Y76.801 Z0.007 A-73.361 C-2.621 F[#29*0.550 + #24*0.819]
 X33.462 Y77.062 Z0.113 A-73.316 C-2.198 F[#29*0.575 + #24*0.774]
 X32.951 Y77.320 Z0.219 A-73.270 C-1.774 F[#29*0.600 + #24*0.728]
 X32.438 Y77.574 Z0.325 A-73.224 C-1.350 F[#29*0.625 + #24*0.682]
 X31.922 Y77.824 Z0.431 A-73.176 C-0.927 F[#29*0.650 + #24*0.637]
 X31.405 Y78.070 Z0.538 A-73.128 C-0.503 F[#29*0.675 + #24*0.591]
 X30.886 Y78.312 Z0.644 A-73.079 C-0.080 F[#29*0.700 + #24*0.546]
 X30.364 Y78.551 Z0.751 A-73.030 C0.344 F[#29*0.725 + #24*0.500]
 X29.841 Y78.785 Z0.858 A-72.980 C0.767 F[#29*0.750 + #24*0.455]
 X29.316 Y79.016 Z0.966 A-72.929 C1.191 F[#29*0.775 + #24*0.409]
 X28.788 Y79.242 Z1.073 A-72.877 C1.614 F[#29*0.800 + #24*0.364]
 X28.259 Y79.465 Z1.180 A-72.825 C2.038 F[#29*0.825 + #24*0.318]
 X27.727 Y79.684 Z1.288 A-72.772 C2.461 F[#29*0.850 + #24*0.273]
 X27.194 Y79.899 Z1.396 A-72.719 C2.884 F[#29*0.875 + #24*0.227]
 X26.659 Y80.110 Z1.504 A-72.665 C3.307 F[#29*0.900 + #24*0.182]
 X26.122 Y80.317 Z1.613 A-72.610 C3.731 F[#29*0.925 + #24*0.136]
 X25.584 Y80.519 Z1.721 A-72.554 C4.154 F[#29*0.950 + #24*0.091]
 X25.044 Y80.718 Z1.830 A-72.498 C4.577 F[#29*0.975 + #24*0.045]
 X24.502 Y80.913 Z1.939 A-72.441 C5.000 F#29
 X23.369 A-68.639 F[#25*3.000]
 X22.238 A-64.897
 X21.106 A-61.155
 X19.974 A-57.413
 X18.842 A-53.671
 X17.709 A-49.929

X16.578 A-46.187
X15.446 A-42.446
X14.314 A-38.704
X13.182 A-34.962
X12.050 A-31.220
X10.918 A-27.478
X9.786 A-23.736
X8.654 A-19.994
X7.522 A-16.252
X6.390 A-12.511
X5.258 A-8.769
X4.126 A-5.027
X2.994 A-1.285
X1.862 A2.457
X0.730 A6.199
X-0.402 A9.941
X-1.534 A13.682
X-2.666 A17.424
X-3.798 A21.166
X-3.861 Y80.915 A21.374 F[#26*3.000]
X-3.924 Y80.921 Z1.940 A21.581
X-3.986 Y80.930 Z1.942 A21.786
X-4.047 Y80.944 Z1.945 A21.988
X-4.107 Y80.961 Z1.949 A22.188 F[#26*2.957]
X-4.166 Y80.982 Z1.953 A22.383 F[#26*2.915]
X-4.224 Y81.006 Z1.958 A22.574 F[#26*2.864]
X-4.280 Y81.034 Z1.964 A22.759 F[#26*2.805]
X-4.334 Y81.065 Z1.971 A22.937 F[#26*2.737]
X-4.386 Y81.100 Z1.978 A23.109 F[#26*2.660]
X-4.436 Y81.137 Z1.986 A23.273 F[#26*2.574]

X-4.483 Y81.178 Z1.995 A23.429 F[#26*2.479]
X-4.527 Y81.222 Z2.004 A23.576 F[#26*2.376]
X-4.569 Y81.268 Z2.014 A23.713 F[#26*2.265]
X-4.607 Y81.316 Z2.024 A23.840 F[#26*2.146]
X-4.643 Y81.367 Z2.035 A23.957 F[#26*2.020]
X-4.675 Y81.420 Z2.047 A24.063 F[#26*1.888]
X-4.703 Y81.475 Z2.058 A24.157 F[#26*1.752]
X-4.728 Y81.531 Z2.070 A24.240 F[#26*1.614]
X-4.749 Y81.589 Z2.082 A24.310 F[#26*1.477]
X-4.767 Y81.648 Z2.095 A24.368 F[#26*1.345]
X-4.781 Y81.708 Z2.108 A24.413 F[#26*1.224]
X-4.790 Y81.769 Z2.121 A24.446 F[#26*1.122]
X-4.796 Y81.830 Z2.134 A24.465 F[#26*1.046]
X-4.798 Y81.891 Z2.147 A24.472 F[#26*1.005]
Y85.891 F#23
M99
O8511 (END-PROGRAM)
M99
%