

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Механіко-машинобудівний
(факультет)

Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА кваліфікаційної роботи
ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста; магістра)

студента Щербини Євгена Юрійовича

(ПІБ)

академічної групи 131М-19Н-1 ММФ

(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

(офіційна назва)

на тему Дослідження методом комп'ютерного моделювання
інноваційної структури технологічного процесу виготовлення
шліцевого валу

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Проців В.В.	95	відмінно	Проців В.В.
розділів:			відмінно	Проців В.В.
Аналітичний	Проців В.В.	95	відмінно	Проців В.В.
Технологічний	Проців В.В.	95	відмінно	Проців В.В.
Спеціальний	Проців В.В.	95	відмінно	Проців В.В.
Науково- дослідницький	Проців В.В.	95	відмінно	Проців В.В.
Рецензент	Гремко С.М.	98	відмінно	Гремко С.М.
Нормоконтролер	Проців В.В.	95	відмінно	Проців В.В.

Дніпро
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
технологій машинобудування
та матеріалознавства
(повна назва)


(підпис)

В.В. Проців
(прізвище, ініціали)

«__» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Щербині Євгену Юрійовичу
(прізвище та ініціали)

академічної групи 131М-19Н-1 ММФ
(шифр)

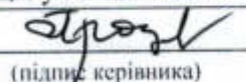
спеціальності 131 Прикладна механіка
спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему Дослідження методом комп'ютерного моделювання
інноваційної структури технологічного процесу виготовлення
шліцьового валу *затверджено наказом ректора НТУ «ДП» від 14.05.2021 за № 259-с*

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз конструкторської і технологічної характеристика деталі	25.03.21
Технологічний	Структурний та параметричний аналіз інноваційної проектної технології	08.04.21
Спеціальний	Розробка принципової схеми вимірювання відхилення форми деталі на верстаті з ЧПК	22.04.21
Науково-дослідницький	Алгоритмічна модель розрахунку відхилення профілю повздовжнього перетину валу та її програмна реалізація у NI LabVIEW	03.05.21

Завдання видано


(підпис керівника)

В.В. Проців
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 10 грудня 2020 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 7 травня 2021 р.

Прийнято до виконання


(підпис студента)

Щербина Є.Ю.
(прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: 45 с., 17 рис., 11 табл., 7 додатків, 23 джерела.

Точіння та фрезерування деталей типу “Вал” на верстатах з ЧПК набуло значного поширення в різних галузях машинобудування. Тому визначення оптимальної технології та траєкторії має актуальне значення.

Об’єкт дослідження (розробки) у кваліфікаційній роботі – процеси створення оптимальних режимів різання при обробці з урахуванням розрахунку відхилення профілю повздовжнього перетину валу.

Предмет дослідження – стратегії створення розрахункової алгоритмічної моделі для корекції режимів різання з урахуванням розрахунку відхилення профілю повздовжнього перетину валу та програмна реалізація.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищити ефективність механічної обробки нежорстких валів, як наслідок зменшення браку на виробництві.

Методика досліджень – програмна реалізація кожного алгоритмічного блоку розрахунків та контролю у програмі NI LabVIEW.

Результат роботи – проаналізовані дані з виготовлення нежорстких валів, до яких відноситься “Шліцьовий вал”, показує, що велику роль у точності виготовлення відіграє сила різання P_y . У зв’язку з цим, як превентивний метод, створюється програма для контролю прогину, причиненою силою різання P_y .

Наукова новизна кваліфікаційної роботи – розроблена алгоритмічна модель розрахунку прогину валу від сили різання, що дозволяє змінювати режими різання задля одержання потрібної точності діаметральних розмірів.

Практична цінність – зменшення браку нежорстких валів на виробництві за рахунок створення програми з автоматичною корекцією швидкості різання, враховуючи прогин валу, що рекомендовано застосовувати для нежорстких валів, які оброблюються без люнета. У кваліфікаційній роботі проведено аналіз, обґрунтовано вимоги до точності розмірів, форми, взаємного розташування і шорсткості її поверхонь. Запропоновано метод одержання заготовки, розроблені детальні технологічні операції. Здійснено вибір металорізального верстату і мірильний пристрій.

У технологічному розділі запропонована технологія, яка має інноваційну структуру технологічної системи. За допомогою сучасної САМ-програми FeatureCAM виконано комп’ютерне моделювання обробки деталі “Шліцьовий вал” на сучасному токарно-фрезерному верстаті з ЧПК.

У науково-дослідному розділі проаналізовано головний чинник виникнення похибки при різанні валів, що значною мірою залежить від сили різання P_y . За допомогою графічної мови програмування “G”, яка використовується в NI LabVIEW, запропоновано нове інноваційне рішення та створено базовий алгоритм, це програмне рішення для корекції режимів різання при точінні з урахуванням прогину деталі, яке має залежність від сили різання P_y .

Ключові слова: технологія, САМ, програма, операція, точіння, фрезерування, верстат з ЧПК, сила різання, NI LabVIEW, FeatureCAM, вал, шліці, моделювання.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 Аналітичний розділ	7
1.1 Аналіз конструкторської і технологічної характеристика деталі	7
1.2 Матеріал деталі та його властивості	9
1.3 Підсумок технологічного аналізу конструкції деталі	10
1.4 Визначення виробничої програми випуску деталей	10
1.5 Аналіз конструкції деталі	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	14
2.1 Обґрунтування форми та розмірів заготовки	14
2.2 Вибір методів обробки поверхонь	15
2.3 Обґрунтування технологічного маршруту виготовлення деталі	16
2.4 Розрахунок припусків на механічну обробку	17
2.5 Обґрунтування вибраного обладнання	18
2.6 Вибір ріжучого інструменту та обґрунтування режимів обробки	22
2.7 Нормування витрат часу на обробку	24
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	26
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	33
4.1 Виявлення актуальності проблеми	33
4.2 Теоретичний аналіз	34
4.3 Розробка програмної частини	37
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	44
Перелік посилань	46
Додаток А	49
Технологічна документація	49
Додаток Б	55
Копія кресленика деталі «Шліцьовий вал»	55
Додаток В	56
Копія графічного матеріалу «Технологічні налаштування»	56
Додаток Г	57
Копія графічного матеріалу до спеціального розділу	57
Додаток Д	58
Копія графічного матеріалу до науково-дослідницького розділу	58
Додаток Е	59
Відомість документів кваліфікаційної роботи	59
Додаток К	60
Відгук керівника кваліфікаційної роботи	60

ВСТУП

Машинобудування – провідна галузь промисловості, яка забезпечує випуск різноманітних машин і устаткування для багатьох галузей господарства і населення. Машинобудування визначає науково-технічний прогрес у національній економіці, забезпечує її технічне переозброєння, інтенсифікацію і підвищення ефективності всього суспільного виробництва.

Машинобудування є надзвичайно складною галуззю, до якої входять декілька спеціалізованих напрямів. Залежно від продукції, що випускається, вони об'єднуються у групи: важке, транспортне, сільсько-господарське, точне машинобудування, верстатобудування.

На початку 90-х років ХХ ст. машинобудування виробляло близько третини загального обсягу промислової продукції в Україні. Тепер, внаслідок зупинки багатьох потужних підприємств, обсяги продукції значно зменшились, а окремі виробництва цілком зникли. Найбільший спад виробництва відбувся в галузях важкого (передусім енергетичного, гірничошахтного), сільськогосподарського машинобудування, автомобілебудування, приладобудування та ін.

Продукція машинобудівної галузі складається з багатьох деталей і агрегатів. Виготовити їх на одному заводі неможливо, простіше і дешевше випускати окремі деталі на різних підприємствах, тому машинобудівні заводи мають переважно вузьку спеціалізацію (подетальну і предметну). Для випуску готової продукції підприємства встановлюють між собою коопераційні зв'язки (поставки деталей, комплектуючих матеріалів, сировини). Такими зв'язками може бути охоплено десятки, а іноді й сотні підприємств.

Технологічні процеси на підприємствах машинобудування подібні, незважаючи на різну продукцію, яку вони випускають. Кожен великий завод має чотири основні цехи: ливарний, ковальсько-пресовий, механічний та складальний. У першому з металу відливають різні деталі, у другому – деталі

штампують або кують із прокату чи злитків, у третьому – їх обробляють, а в четвертому – складають готові вироби.

Підприємства машинобудівної галузі мають відмінні від інших галузей особливості розміщення. Вони майже не залежать від природних умов і ресурсів, їх продукція має широке коло споживачів. Внаслідок цього машинобудування розвинуте в усіх регіонах країни, відмінності полягають у різному рівні розвитку та наборі галузей, їх значенні на різних територіях. В одних регіонах вони є галузями спеціалізації, в інших – задовольняють потреби тільки даного регіону.

Один із важливих принципів розміщення машинобудівних підприємств – орієнтація на сировину. Основна сировина для підприємств галузі – метал, а також конструкційні матеріали, які виробляють легка, хімічна, деревообробна промисловість. Машинобудівні підприємства споживають 1/3 прокату, майже 2/3 сталюого литва, 40 % чавуну, що виробляється в країні. Підприємства, які потребують великої кількості металу, відносять до металомістких. Металомісткі виробництва здебільшого розміщені в районах металургійної промисловості.

Більшість галузей машинобудівного комплексу належить до трудомістких, тобто таких, які потребують відносно небагато сировини, але значних затрат праці на виготовлення продукції. Орієнтація на трудові ресурси – другий принцип розміщення. Постійно зростають вимоги до кваліфікації робочої сили.

В усіх галузях машинобудування зростає значення науково-дослідних та дослідницько-конструкторських робіт. Наукомісткість – визначальна риса багатьох сучасних машинобудівних виробництв. Такі виробництва тяжіють до найбільших міст і агломерацій, де сконцентрована наукова база країни.

На розміщення підприємств, які випускають важкотранспортабельну продукцію, також значно впливає споживач, а принципом розміщення складальних підприємств, що мають розгалужені коопераційні зв'язки з

іншими центрами, є вигідність економіко-географічного (особливо транспортного) положення.

На сучасному етапі розвитку економіки України, найважливішими завданнями промислового комплексу є більш повне задоволення потреб народного господарства в засобах виробництва, а населення – в товарах повсякденного попиту, подальша інтенсифікація виробництва, підвищення якості продукції на основі впровадження у виробництво останніх досягнень науково-технічного прогресу, високих технологій, безвідходних і низько енергоємних технологічних процесів.

Першочергове значення має швидке оновлення виробничого апарату шляхом впровадження техніки, найбільш прогресивних технологій і гнучких виробництв, які дозволяють оперативно перебудовуватися на випуск нової продукції і дадуть найбільший економічний ефект. У матеріалізації новітніх досягнень науки і техніки. Кабінет Міністрів України ключову роль відводить машинобудуванню, яке покликане випустити, системи та комплекси машин, обладнання та приладів вищого технологічного рівня, що забезпечують істотні зміни в технології та організації виробництва, значне підвищення продуктивності праці, зниження матеріаломісткості та енергоємності, поліпшення якості продукції, що випускається, збільшення фондівіддачі, В даний час пріоритетний розвиток отримують верстатобудування, електротехнічна промисловість, мікроелектроніка, обчислювальна техніка та приладобудування – каталізатори науково-технічного прогресу. Машинобудування є серцевиною індустрії, тому в основних планових документах намічено випереджальний розвиток машинобудування і металообробки. На наступні роки намічено значне поліпшення структури парку металообробного обладнання в машинобудуванні за рахунок скорочення випуску універсальних верстатів і збільшення випуску високопродуктивних верстатів як агрегатних, так і спеціальних, автоматичних ліній, верстатів з числовим програмним управлінням, роботизованих

комплексів, що дозволить забезпечити першочергове переоснащення новим обладнанням машинобудівні підприємства.

Об'єкт дослідження (розробки) у кваліфікаційній роботі – процеси створення оптимальних режимів різання при обробці з урахуванням розрахунку відхилення профілю повздовжнього перетину валу.

Предмет дослідження – стратегії створення розрахункової алгоритмічної моделі для корекції режимів різання з урахуванням розрахунку відхилення профілю повздовжнього перетину валу та програмна реалізація.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищити ефективність механічної обробки нежорстких валів, як наслідок зменшення браку на виробництві.

Методика досліджень – програмна реалізація кожного алгоритмічного блоку розрахунків та контролю у програмі NI LabVIEW.

Результат роботи – проаналізовані дані з виготовлення нежорстких валів, до яких відноситься “Шліцьовий вал”, показує, що велику роль у точності виготовлення відіграє сила різання P_y . У зв'язку з цим, як превентивний метод, створюється програма для контролю прогину причиненою силою різанням P_y .

Наукова новизна кваліфікаційної роботи – розроблена алгоритмічна модель розрахунку прогину валу від сили різання, що дозволяє змінювати режими різання задля одержання потрібної точності діаметральних розмірів.

Практична цінність – зменшення браку нежорстких валів на виробництві за рахунок створення програми з автоматичною корекцією швидкості різання, враховуючи прогин валу, що рекомендовано застосовувати для нежорстких валів, які оброблюються без люнета.

1 Аналітичний розділ

1.1 Аналіз конструкторської і технологічної характеристика деталі

У конструкціях машин механізмів основними деталями для передачі обертового руху й крутного моменту є вали (рисунок 1). У процесі роботи вали відчувають складні деформації – кручення, вигин, розтягування і стиснення. Тому, щоб забезпечити нормальну роботу деталей, що передають рух на вал і складальної одиниці в цілому, до валів пред'являють вимоги жорсткості.



Рисунок 1 – “Шліцьовий вал” 3D модель

Жорсткість конструкції валу визначається геометричною формою (відношенням довжини валу до діаметру); збільшення жорсткості валу за рахунок зменшення довжини не завжди можливо.

Найбільш технологічним є вали зі зростаючими діаметральними розмірами (або такими, що зменшуються) ступенів зі стандартними розмірами. Ділянки валу, що мають один і той же номінальний діаметр, але різні посадки, повинні бути розділені канавками, чітко поділяючи оброблювані поверхні від необроблюваних, при цьому бажано, щоб оброблювані ділянки валу мали рівні або кратні довжини, а перепади ступенів валу були б невеликі.

карданного валу. Фланець установлений на шліцах і призначений для передачі крутного моменту на задній міст автомобіля. У середній частині валу, на діаметрі 70r6 зі шпонковим пазом запресована шестерня приводу заднього моста. Габаритні розміри деталі такі: Ø90 мм, довжина 281 мм, маса 6,3 кг. Основною конструкторською базою деталі є вісь центрів, так як биття всіх основних поверхонь задано щодо осі центрів. Тому при розробці технологічного процесу за базу приймаємо вісь центрів, поєднуючи конструкторську і технологічну базу.

1.2 Матеріал деталі та його властивості

Отже із аналізу роботи деталі «Шліцьовий вал» приходимо до висновку, що вал із запасом сприймає виникаючу під час роботи напругу: крутіння, вигин, а також знос.

В даному випадку підходящим матеріалом, із якого можна виготовити «Шліцьовий вал», буде Сталь 40Х. Вона добре протистоїть вигину та крутінню. Стійкість валу збільшиться, якщо деталь з неї піддати термічній обробці – загартуванню до твердості HRC 56...62. Для деталі «Вал шестерня» матеріал – конструкційна легуюча сталь марки 40Х, яка застосовується для виготовлення деталей, що витримують значні деформуючі навантаження. Хімічний склад і механічні властивості вказаного матеріалу наведені у таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад матеріалу Сталь 40Х ГОСТ 1050-74

Склад, %								
Вуглець (C)	Кремій (Si)	Марганець (Mn)	Нікель (Ni)	Сіра (S)	Фосфор (P)	Хром (Cr)	Залізо (Fe)	Мідь (Cu)
0.37-0.45	0.17-0.37	0.5-0.8	до 0.25	до 0.035	до 0.035	до 0.25	~97	до 0.3

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування форми та розмірів заготовки

Враховуючи, що деталь випускається в невеликій кількості, а також на робочому кресленнику деталі не зазначений вид заготовки й відсутні вимоги до структури матеріалу, що забезпечуються виключно способом її виготовлення, доцільно використати заготовку типу прокат.

Розміри заготовки з сортового прокату визначається із урахуванням припуску на обробку найбільшого діаметра ступеня вала враховуючи припуск на обробку поверхні. Довжина заготовки розраховується з урахуванням загальної довжини деталі, враховуючи припуск на кожну із сторін. Найбільший діаметр заготовки дорівнює 90 мм і має загальні дпуски за кресленником. З огляду на несиметричне розташування ступеня вала найбільшого діаметра по відношенню до торців деталі, заготовкою буде круглий гарячекатаний сталевий прокат за ГОСТ 2590–88 діаметром 92 мм з точністю прокатки Б. Довжина заготовки 288 мм з урахуванням припуску на обробку двох торців – 7 мм.

Прокат за ГОСТ 2590–88 містить стандартизований сталевий гарячекатаний прокат діаметром від 5 мм до 270 мм включно. Виходячи, що на деталі максимальний діаметр 90 мм, зі стандарту обераяю значення, враховуючи припуск (довжина цього розміру лише 10 мм, це дає малі похибки). Тому обираю найближче значення діаметр 92 мм, а щоб мінімізувати похибку базування поверхня буде оброблятися на першому установі.

Довжина заготоки з прокату визначається із загальної довжини деталі. Загальна довжина деталі становить 281 мм, добавляємо по 3,5 мм на кожну із сторін. Таким чином враховується похибки на відрзання заготовки, а також припуск на подальшу обробку торців.

Отже, обраний прокат з підвищеною точністю Б і діаметром 92 мм. Виходячи, що на деталі максимальний діаметр 90 мм, празначаються за ГОСТ 2590–88 відхилення на розмір $\varnothing 92^{+0,5}_{-1,3}$ мм.

Вид операційних, розмір, мм	Квалітет	Ra, мкм	Метод обробки поверхонь
			Точіння чистове Різблення
Паз $72^{+0,5}$	7	12,5	Фрезерування
2 паза $4^{+1,2}$	-	12,5	Фрезерування однократне
Шлици $67^{1,5}$		12,5	Фрезерування
Зовнішній $\varnothing 59,3_{-0,06}^{-0,03}$	7	12,5	Точіння чорнове Точіння чистове

2.3 Обґрунтування технологічного маршруту виготовлення деталі

Сучасному світі все спрямовано на автоматизацію де тільки можливо зі збереженням часу на виготовлення. Зосередження всіх операцій виготовлення деталі на одному верстаті з мінімальною кількістю переустанов дає підвищену продуктивність.

Відповідно до типового маршруту виготовлення валів, на першій операції необхідно підготувати технологічні бази для подальшої обробки. Технологічними базами для обробки циліндричних поверхонь деталі будуть центрові отвори й один із торців. Для їхньої підготовки в умовах дрібносерійного виробництва доцільно використати верстат з ЧПК. На даному етапі ці умови забезпечить токарно-фрезерний верстат з ЧПК.

Подальша обробка допускає чорнове та чистове точіння всіх поверхонь. З огляду на розмір і точність заготовки, а також враховуючи практику розподілення операцій в дрібносерійному виробництві, чорнові, чистові токарні операції різьбової поверхні $M39 \times 2-6g$ виконуються на тому ж ЧПК (немає необхідності в переналагодженні патрона). Ці верстати характеризуються високим ступенем автоматизації, не вимагають спеціального розмірного налагодження інструмента й постійного супроводу технологів–програмістів, тому ефективні навіть в умовах дрібносерійного виробництва.

Для обробки шпонкових пазів передбачаємо дві операції, на яких використаємо допоміжну фрезерну ось *B*. Нею оброблюється 2 пази з торцю,

Заготовка базується в 3-х кулачковому патроні з піджимом центру. На цій операції оброблюється з однієї сторони нарізанням різьби M39×2-6g, обробка шліців, фрезерування двох пазів з торцю, точіння включно з $\varnothing 90$.

Установ 2.

Заготовка базується в 3-х кулачковому патроні з піджимом центру. На цій операції оброблюється посадочне місце $\varnothing 60 \pm 0,0095$ та торець з фаскою.

Операція 10 Програмна.

Не знімаючи деталь з верстату, після обробки, виконується контроль оброблених поверхонь.



Рисунок 2 – Токарно-фрезерний верстат з ЧПК KOVOSVIT MAS MULTICUT 630/1500

Таблиця 2.4 – Основні характеристики верстату MULTICUT 630 / 1500

Опис характеристики	Вимір	Значення
Геометрична та робоча точність		ISO 13041
Оборотній \varnothing над станиною / над нижнім супортом	мм	1 150 / 1 020

Опис характеристики	Вимір	Значення	
Макс. ø токарної обробки (В=90° / В=60° / В=45° / В=0°)	мм	790 / 930 / 1 060 / 1 150	
Макс. довжина точіння	мм	1 600	
Максимальна відстань між торцем шпинделя і торцем пінолі задньої бабки	мм	1 900	
Макс. вага деталі – без опори / с задньою бабкою (вкл. зажим при макс. оборотах 250 об/хв)	кг	1 000 / 2 500	
Макс. вага деталі – с задньою бабкою и одним люнетом / с задньою бабкою и двома люнетами (вкл. зажим при макс. оборотах 250 об/хв)	кг	3 000 / 3 500 / 4 000	
Шпиндель деталі S ₁		Основний токарний шпиндель	
Передній кінець шпинделя (DIN 55026)		A11	
Макс. ø оброблюваного прутка	мм	122	
Потужність шпинделя S1 / (S-100% / S6- 60%)	кВт	41 / 49	
Крутний момент шпинделя S1 / S1-100% / S6 – 60%	Нм	I передача 2 736 / 3283 II передача 547 / 657	
Макс. обороти шпинделя	об/хв	2 800	
Кількість передач		2	
Висота осі шпинделя	мм	1 325	
Привод осі С ₁			
Мін. програмований інкремент	°	0,0001	
Макс. крутний момент S3-40% / Момент тормоза	Нм	1 792 / 3 000	
Макс. обороти шпинделя	об/хв	30	
Інструментальний шпиндель S ₃			
Основний шпиндель (Kessler)	Затискний конус інструменту	HSK-T 63 (HSK-T 100, Capto C6, Capto C8)	
	Потужність шпинделя S1 / S6-40%	кВт	25 / 30
	Крутний момент шпинделя S1 / S6-40%	Нм	119 / 143
	Макс. обороти шпинделя	об/хв	12 000
Універсальний шпиндель (Diplomatic)	Затискний конус інструменту	HSK-T 100, Capto C8	
	Потужність шпинделя S1 / S6-40%	кВт	37 / 47
	Крутний момент шпинделя S1 / S6-40%	Нм	140 / 180

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Розробимо принципову схему вимірювання відхилення форми деталі на верстаті з ЧПК.

Після механічної обробки на верстаті завжди потрібно контролювати розміри відповідно до технічного завдання. Вручну контролювати розміри завжди призводить як до людського фактору похибки виміру так і велику кількість витраченого часу. Тому для більшої автоматизації весь контроль розмірів буде проводитися на верстаті з ЧПК.

Контактний датчик міжнародної компанії Renishaw, яка поглиблено спеціалізується в області вимірювання, повністю вирішує дану потребу. Для контролю деталі вал цілком відповідає модель RMP600 яка показана на рис. 3 та в роботі рис. 4. Використання даного датчика дозволить виконати контроль параметрів та якості в процесі її виготовлення і комплексний контроль після обробки. Враховуючи вищезгадане, використання контактного датчика моделі RMP600 цілком доцільно.



Рисунок 3 – Renishaw RMP600

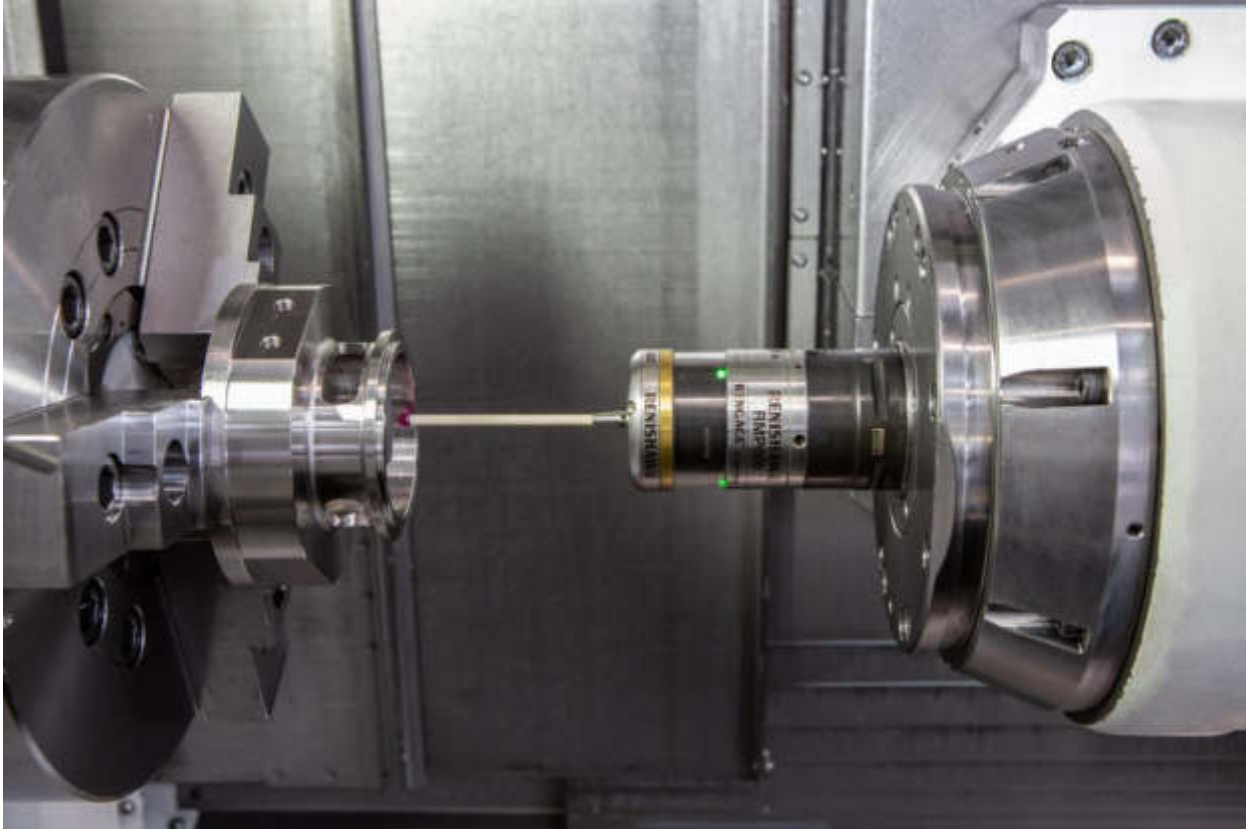


Рисунок 4 – Renishaw RMP600 в роботі, закріплений в осі *B*

Автоматизовані вимірювання в процесі за допомогою Renishaw усунуть ризики пов'язані з людським фактором при вимірюванні. Система радіозонда Renishaw RMP600 може сприяти наступним заходам для вдосконаленого управління виробництвом, що призводить до збільшення продуктивності

рисунок 5. Поділяються на певні етапи, такі як:

- фундаментальний аналіз процесу;
- налаштування процесу;
- контроль процесу;
- моніторинг після процесу.

До першого відносять використовується разом із програмним забезпеченням Renishaw, AxiSet™ Check-Up, що забезпечує швидкі, точні та надійні дані про ефективність завдяки комплексним, але й простим звітам. В

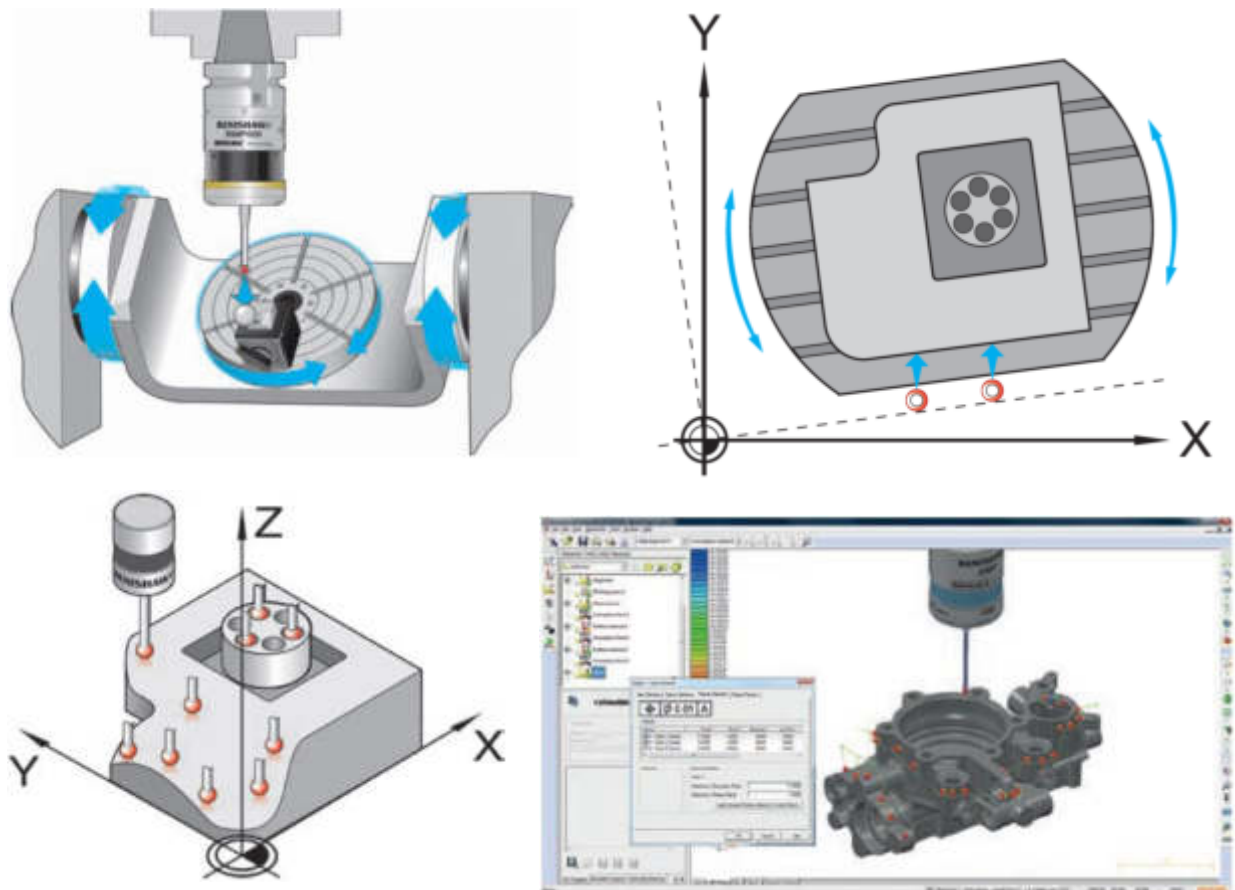


Рисунок 5 – Можливості та візуалізація Renishaw RMP600

Таблиця 3.1 – Основний опис призначення Renishaw RMP600

Значення	Опис
Основне призначення	Вимірювання розмірів деталей і настройка на технологічні операції на багатоцільових верстатах і обробних центрах, включаючи порталні.
Спосіб передачі сигналу	Радіопередача за методом частотних стрибків (FHSS) в діапазоні частот від 2400 МГц до 2483,5 МГц
Сумісні інтерфейси	RMI і RMI-Q
Робочий діапазон	До 15 м
Рекомендовані щупи	З вуглецевого волокна з високим значенням модуля Юнга, довжиною від 50 мм до 200 мм
Вага без хвостовика (з батарейками)	1010 г

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Розробимо алгоритмічну модель розрахунку відхилення профілю повздовжнього перетину валу та її програмна реалізація у NI LabVIEW.

4.1 Виявлення актуальності проблеми

Серед завдань забезпечення ефективності роботи токарних верстатів з ЧПК одним із важливих завдань є забезпечення точності обробки. При цьому забезпечення точності обробки деталей типу «вал» знаходиться в ряду найважливіших. На етапі проектування технологічного процесу цього виду деталей, вимоги по точності форми виступають в якості основного обмеження щодо вибору режимів обробки. З урахуванням механічних властивостей матеріалу заготовок, властивостей твердосплавного інструменту і його геометрії, величини припуску на обробку, технолог визначає режими різання, забезпечують допустиму по точності обробки величину стріли прогину валу. У свою чергу, стріла прогину визначається координатами додатки радіальної складової сили різання P_y , її розрахунковими значеннями, модулем нормальної пружності оброблюваної сталі, величиною приведенного моменту інерції.

Проблема забезпечення точності розрахунку стріли прогину валу на етапі проектування полягає в тому, що довідкові математичні моделі для типових випадків закріплення заготовок дають великі похибки, досягають 100 % і більше. Аналіз показав, що основний внесок в величину цих похибок вносять методики розрахунку радіальної складової сили різання P_y , як аналітичні, так і табличні. Вони не в повній мірі враховують вплив допустимих за технічними умовами виготовлення коливань властивостей оброблюваного та інструментального матеріалу при обробці вуглецевих і конструкційних сталей. У довідниках з розрахунку режимів різання для важкооброблюваних сталей і сплавів відсутні розрахункові моделі за визначенням величин P_y і P_x . зазначені факти негативно впливають на ефективність процесу токарної

незважаючи на всі технічні можливості, точність обробки поверхні деталей не завжди відповідає заданій.

При токарній обробці в результаті опору зрізаемого шару матеріалу, деформації стиснення, тертя стрижки про передню поверхню різця і ряду інших причин на різець діють сили P_z, P_y, P_x . Розраховуються за формулою [3]:

$$P_i = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^z \cdot \left(1 - \frac{V}{90}\right)^\eta \cdot (1 + r)^\nu \cdot (1 + h)^u \quad (7)$$

де x, y, z, η, ν, u – показники ступеню.

При точінні деталей типу «вал» під дією радіальної складової сили різання P_y виникає прогин y_c , через що в процесі обробки неминуче з'являються не точність обробки поверхні деталей, такі як бочкообразність і конусообразність. Знизити і визначити величину даних похибок можна, використовуючи різні способи закріплення, які зводяться до чотирьох основних схем одна з яких схема закріплення деталі в патроні або на оправці з піджимом вільного кінця центром задньої бабки (з опорою вільного кінця на люнет) і розраховується за формулою:

$$y_c = \frac{P_y}{12 \cdot E \cdot I} \cdot \left(\frac{x_p^2 \cdot (L_{\text{заг.}} - x_p)^3 \cdot (3 \cdot L_{\text{заг.}} - x_p)}{L_{\text{заг.}}} \right) \quad (8)$$

де $L_{\text{заг.}}$ – довжина деталі, яка виступає з патрона, мм;

x_p – відстань від правого торця до місця прикладання сили, мм;

E – модуль нормальної пружності, кг / мм²;

I – момент інерції перерізу заготовки в місці прогину в мм⁴.

Обробка деталей на токарних верстатах повинна виконуватися в умовах максимальної фіксації. Прогин y_c не повинен перевищувати допустимої

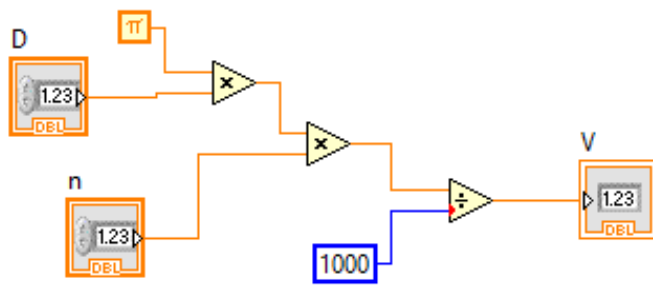


Рисунок 9 – Підпрограма для розрахунку V у вікні Block Diagram

Тепер створюємо розрахунок сили різання та замість швидкості різання V підставляємо віртуальний пристрій розрахунку рис. 10. Вся програма має вхідні дані: $C_p, t, x, y, z, \eta, v, u, h, s, r, y, D, n$. Та вихідне значення P_z .

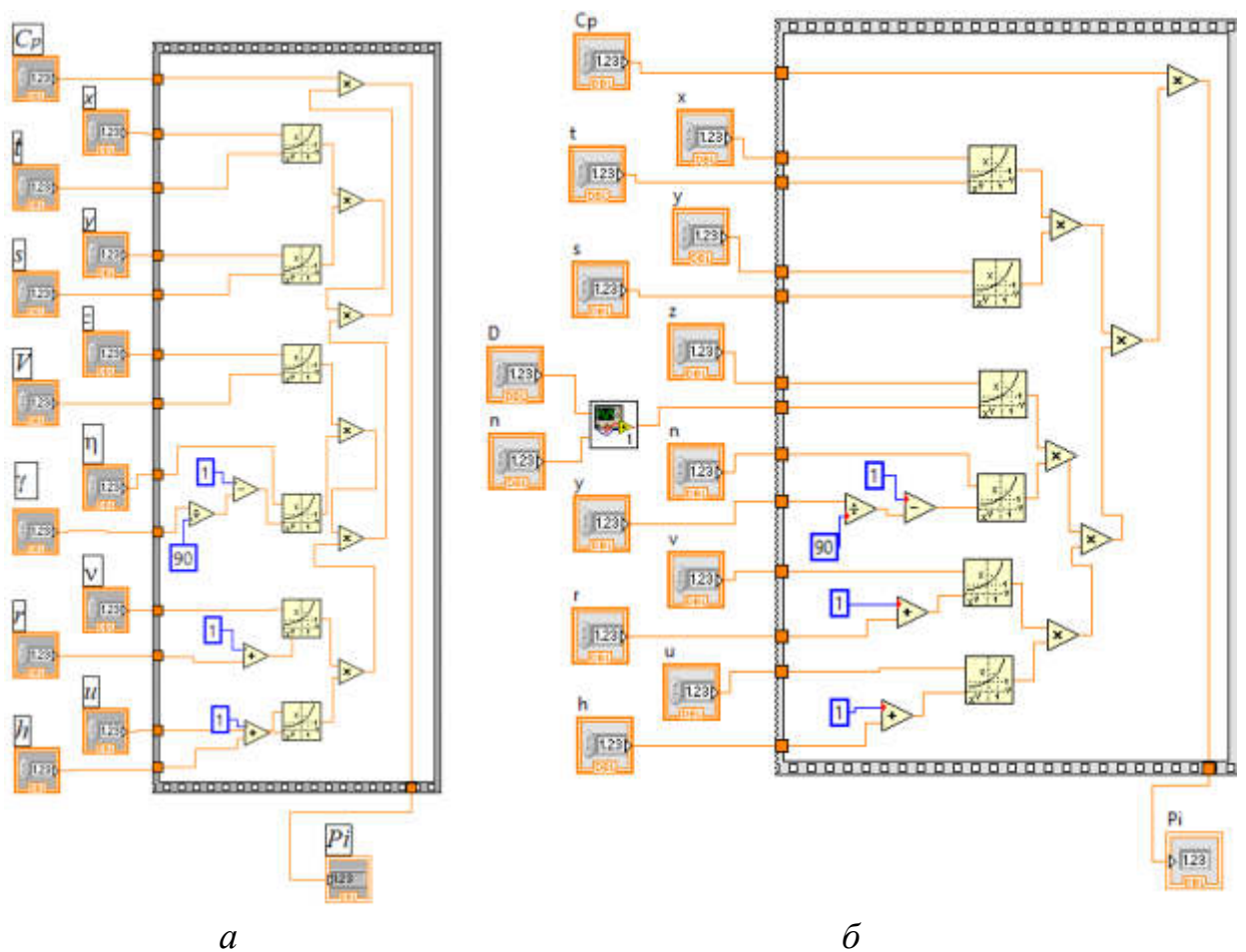


Рисунок 10 – Схема розрахунку сили P_y у вікні Block Diagram: *a* – блок-схема розрахунку сили P_y ; *б* – використання підпрограми для розрахунку V

Переходячи до другого блоку аналізуємо що для розрахунку прогину потрібне значення моменту інерції перерізу заготовки в місці прогину J яке знаходиться за формулою 10. Тому одразу робимо VI для розрахунку моменту інерції рис. 11 та окремо робимо для розрахунку прогину. Підставляємо VI для моменту інерції та поміщаємо в кадр “Flat Sequence” рис. 12.

$$I_z = \frac{\pi \cdot D^4}{64} \quad (10)$$

де D – діаметр перерізу заготовки, мм.

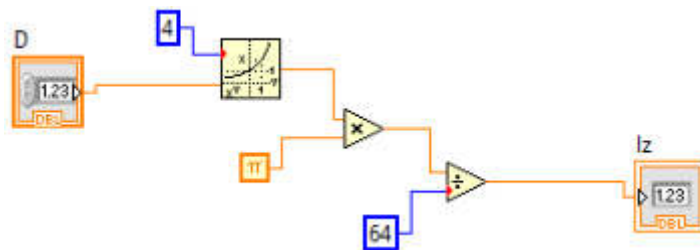


Рисунок 11 – Розрахунок моменту інерції у вікні Block Diagram

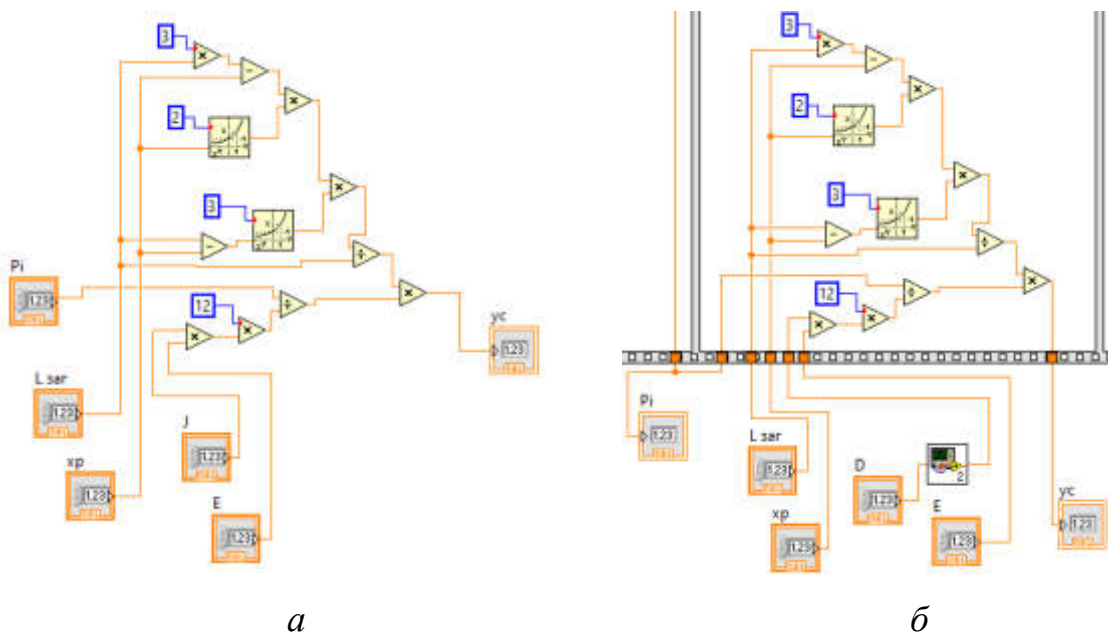


Рисунок 12 – Розрахунок прогину у вікні Block Diagram: *a* – блок-схема розрахунку прогину; *б* – програмний блок з урахуванням прогину

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В сучасній ринковій економіці є певне співвідношення між масовим та одиничним виробництвом, але найчастіше зустрічається серійне та дрібносерійне виробництво деталей типу “Вал”. На кожному підприємстві завжди виникає потреба в одиничному виробництві і в цілому розглянуто сучасну тенденцію розвитку машинобудівної галузі. Проаналізовано конструкцію деталі “Шліцьовий вал” її призначення, властивості матеріалу, вимоги до поверхонь та визначено річну програму виробництва.

У кваліфікаційній роботі розроблено прогресивну технологію обробки деталі “Шліцьовий вал” в умовах серійного виробництва. Розглянуто інноваційні технології зі створення режимів різання, методи утворення поверхонь та симуляція обробки в програмах CAD/CAM систем. Комбіновані операції формоутворень поверхонь деталі досліджені на сучасних верстатах з ЧПК, як нові прогресивні технології.

Докладно описано конструкторські та технологічні особливості. Зроблена оцінка технологічності конструкції деталі. Проаналізовано обраний метод отримання заготовки. На підставі розрахунку запропоновані технологічні маршрути обробки деталі. Зроблені розрахунки режимів різання, з використанням норм часу. У проекті виконано підбір прогресивного ріжучого інструменту, спеціального вимірювального пристрою, а також обґрунтовано вибір ріжучого інструменту, вимірювального пристрою та верстату.

Запропонована технологія має інноваційну структуру технологічної системи бо використання одного сучасного токарно-фрезерного верстата з ЧПК замінює роботу трьох верстатів універсальних: токарного, фрезерного та шліфувального. Все це спричинено досить високою жорсткістю та точністю сучасних верстатів з ЧПК, які прямо впливають на точність та шорсткість виготовленої деталі. Це дозволяє досягти заданої точності та шорсткості поверхні деталі при тонкому точінні замість використання шліфувального верстату. Окрім того, допоміжна фрезерна головка дає можливість обробки

поверхонь пазів та шліців, що виключає використання фрезерного верстату. Технологічна система з ЧПК зменшує ризики пов'язані з людським фактором та зменшує в цілому брак на виробництві.

В науково-дослідному розділі проведений аналіз головних чинників впливу на виникнення похибки при виготовленні типових нежорстких деталей типу “Вал” на сучасних верстатах з ЧПК. При повному аналізі, визначившись з головним чинником похибки на циліндричність яка залежить від сили різання P_y . Було запропоновано нове інноваційне рішення та створено базовий алгоритм автоматичної корекції режимів різання методом контролю прогину, на кожній ділянці відрізка по всій довжині деталі, витримуючи технічні вимоги. Вся алгоритмічна модель була програмно реалізована за допомогою графічної мови програмування “G” у програмі NI LabVIEW. Дане програмне рішення являється превентивним засобом для зменшення браку на виробництві.

Висновки.

1) У науково-дослідницькому розділі кваліфікаційної роботи створено прототип програми, яка здатна врахувати вразливість технологічної системи СПІД при точінні “нежорстких валів”.

2) Створена програма для автоматичної корекції режимів різання з урахуванням прогину валу під дією сили різання на верстатах з ЧПК.

3) Результат тестування показав коректне змінення значення подачі S , відповідно до прогину валу від сили різання P_y . Це означає, що програма працює відповідно до наперед визначеного сценарію.

Перелік посилань

1. Дидык Р.П. Технология горного машиностроения [Учебник] / Р.П. Дидык, В.А. Жовтобрюх, С.Т. Пацера; под общей редакцией докт. техн. наук, проф. Дидыка Р.П. - Д., НГУ, 2016. - 424 с. (Библиотека иностранного студента).
2. Дербаба В.А. Evaluation of the adequacy of the statistical simulation modeling method while investigating the components presorting processes / В.А. Дербаба, В.В. Зіль, С.Т. Пацера // Scientific Bulletin of National Mining University. Scientific and technical journal. – Дніпропетровськ. – 2014. – № 5(143). – С. 45–50 (Журнал включено до Міжнародної наукометричної бази даних SciVerseSCOPUS).
3. Алгоритм імітаційно-статистичного моделювання двохпараметричного допускового контролю циліндричної поверхні та його програмна реалізація у NI LabVIEW / С.Т. Пацера, В.І. Корсун, В.А. Дербаба, П.О. Ружин // Системи обробки інформації. (Index Copernicus, General Impact Factor, Scientific Indexed Service, Google Scholar) – Харків : Харківський університет повітряних сил ім. Івана Кожедуба, 2016. – №6(143). – С. 116 – 119.
4. Алгоритмічна модель розрахунку відхилення профілю повздовжнього перетину валу та її програмна реалізація у NI LabVIEW НТУ «Дніпровська політехніка» Щербина Є. Ю.
5. Bohdanov, O., Protsiv, V., Derbaba, V. & Patsera, S. (2020) Model of surface roughness in turning of shafts of traction motors of electric cars. «NAUKOVYI VISNYK Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu», 1, 41-45. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-1/041> (Scopus).
6. Ружин П.А. Моделирование случайных погрешностей измерения и контроля толщины зубьев и его программная реализация в Ni LabVIEW / П.А. Ружин, В.А. Дербаба, С.Т. Пацера // Сб. научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии

подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2016». Дн-вск.: НГУ. - 2016. С. 116-123.

7. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г. Кравченко, В.Г. Олейниченко. - Д.: НГАУ Украины, 2002.-15 с.

8. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологи машиностроения. - Минск.: Высшейш. шк. 1983. - 288с.

9.ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. - Взамен ГОСТ 1855-55, ГОСТ 2009-55; Введ. 01.01.86. -М.: Изд-востандартов, 1986. -21с.

10. Кодирование технологической информации: Справочное пособие / С.Г. Пиньковский, В.Г. Олейниченко. - Д.: Национальный горный университет, 2003 - 24 с.

11. Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов: Методическое пособие для самостоятельной работы / Сост. С.Г. Пиньковский, В.И. Холоша, Ю.Г. Кравченко. - Д.: Национальный горный университет, 2004.-34 с.

12. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989. – 638 с.

13. Машиностроительные материалы: Краткий справочник / Под ред. В.М. Раскатова. -М.: Машиностроение, 1980. – 511 с.

14. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.

15. Общемашинностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ под ред. С.Ю. Романова.

16. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Под ред. В.И. Баранчикова. - М.: Машиностроение, 1990. – 399 с.

17. Руденко П.А., Харламов Ю.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. - К.: Виццашк. 1991. – 310 с.

18. Справочник технолога-машиностроителя. -4-е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - Т.1. - 655 с.
19. Справочник технолога-машиностроителя. -4-е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - Т.2. - 496 с.
20. Ловыгин А. А., Тверовский Л. В. Современный станок с ЧПУ и САБ/САМ-система. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 279 с.
21. Model-based chatter stability prediction and detection for the turning of a flexible workpiece “Mechanical Systems and Signal Processing”: Volume 100, 1 February 2018, Pages 814-826.
22. Chatter avoidance in cutting highly flexible workpieces “CIRP Annals”: Volume 66, Issue 1, 2017, Pages 377-380.
23. www.renishaw.ru

			6	1
НТУ «ДП»	ТММ.131- ОНПМ.21.10.ТД		02070743.10101.00402	
Шліцьовий вал				

«Затверджую»

Головний інженер ()
« » _____ 2021 р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

ПОГОДЖЕНО:

Метрол. контроль _____ ()
Вед. технолог _____ ()
Н. контроль _____ ()

Гол. спеціаліст _____ ()
Нач. техбюро _____ ()
Розробник Щербина Є. Ю. (*ЕЮ*)

Акт № _____ від « _____ » _____ 2021 р.

Підпис _____

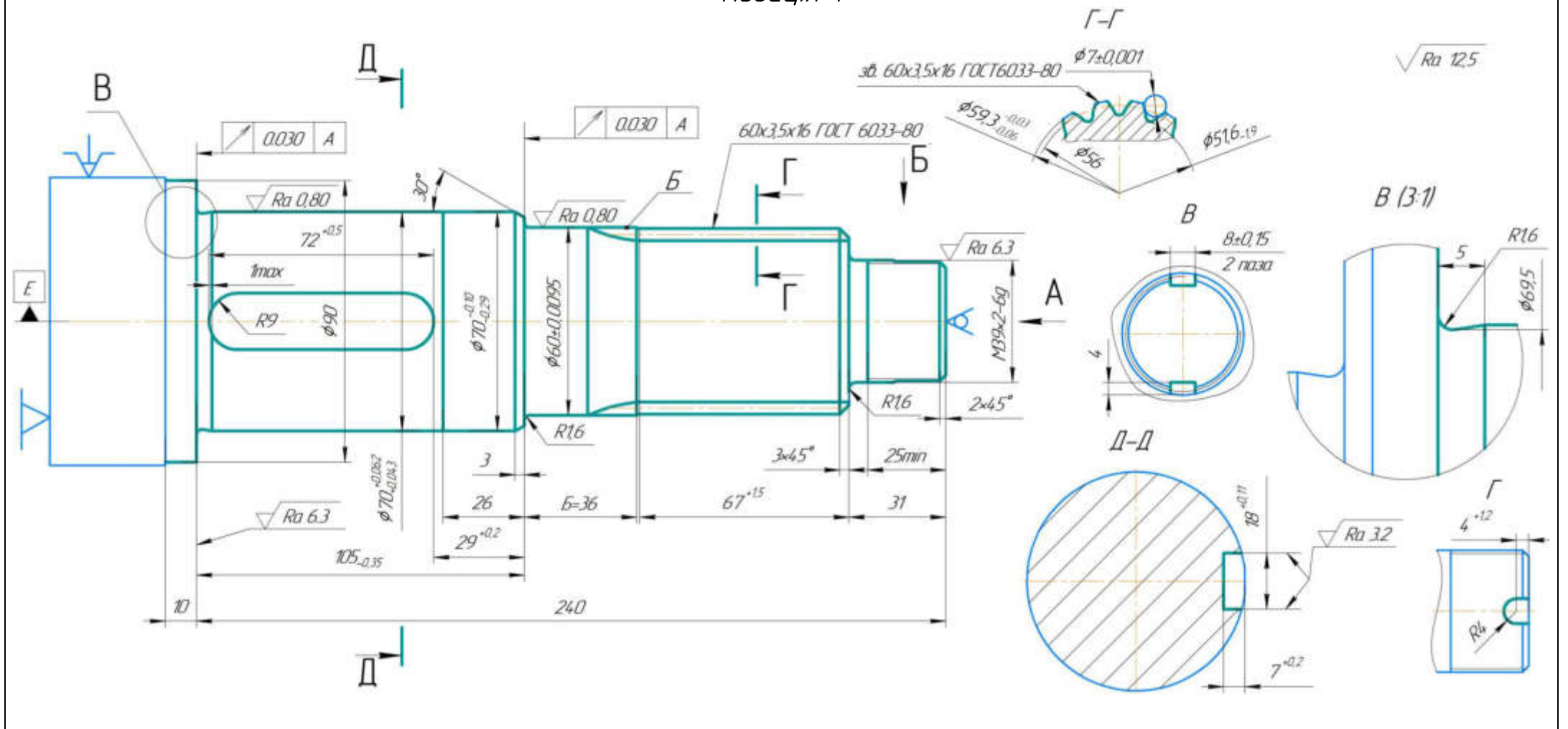
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------	------	------	----------	---------	------

02070743.10101.00402 2 1

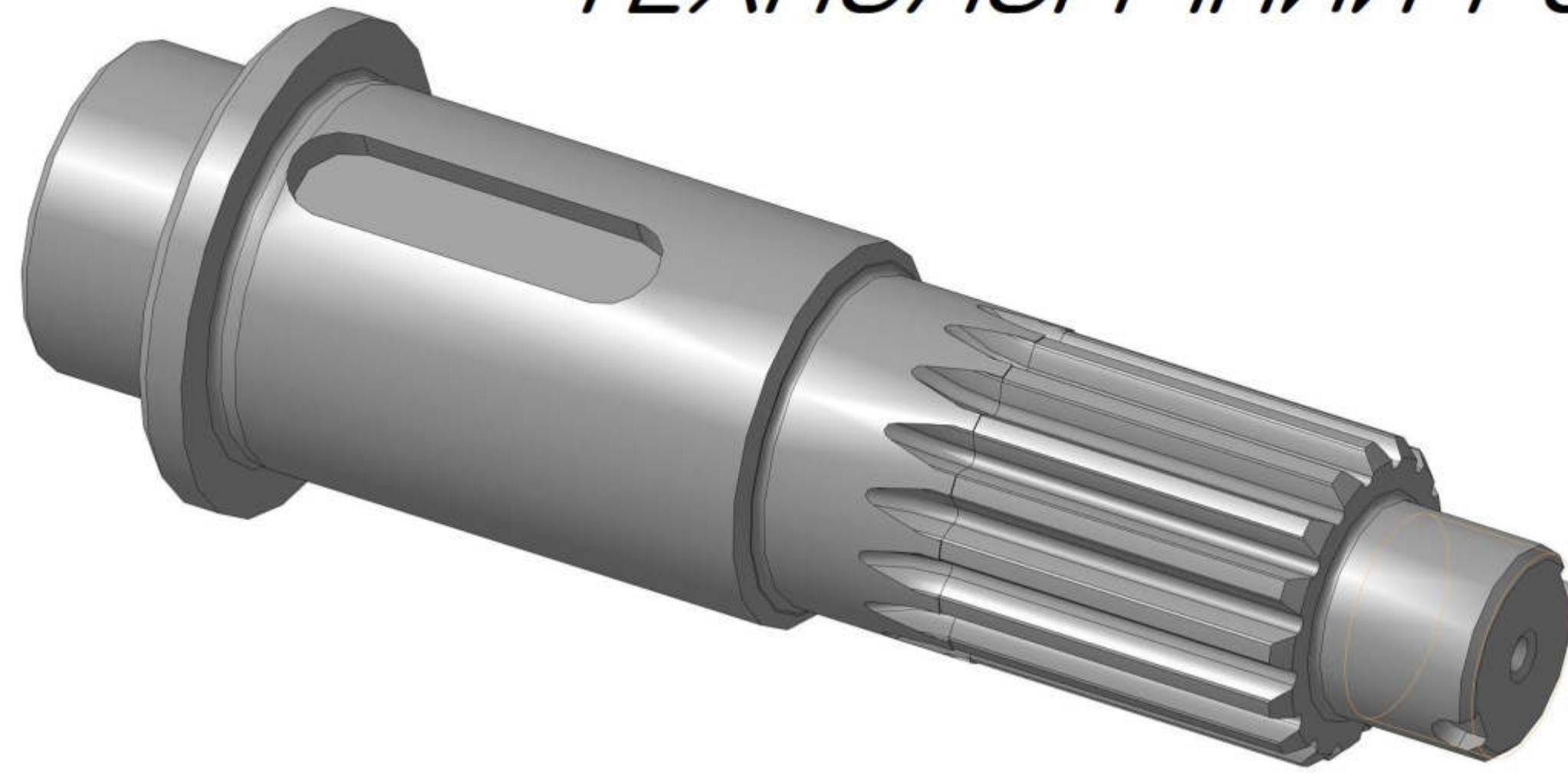
Разраб	Щербина С. Ю.			НТУ «ДП»	ТММ.131-ОНПМ.21.10.ТД		02070743.10040.00001			
Шліцьовий вал							2	4	1	05
Н. контр.										

Позиція 1



Додаток В

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ. Операція 05 – Токарно-фрезерна з ЧПК



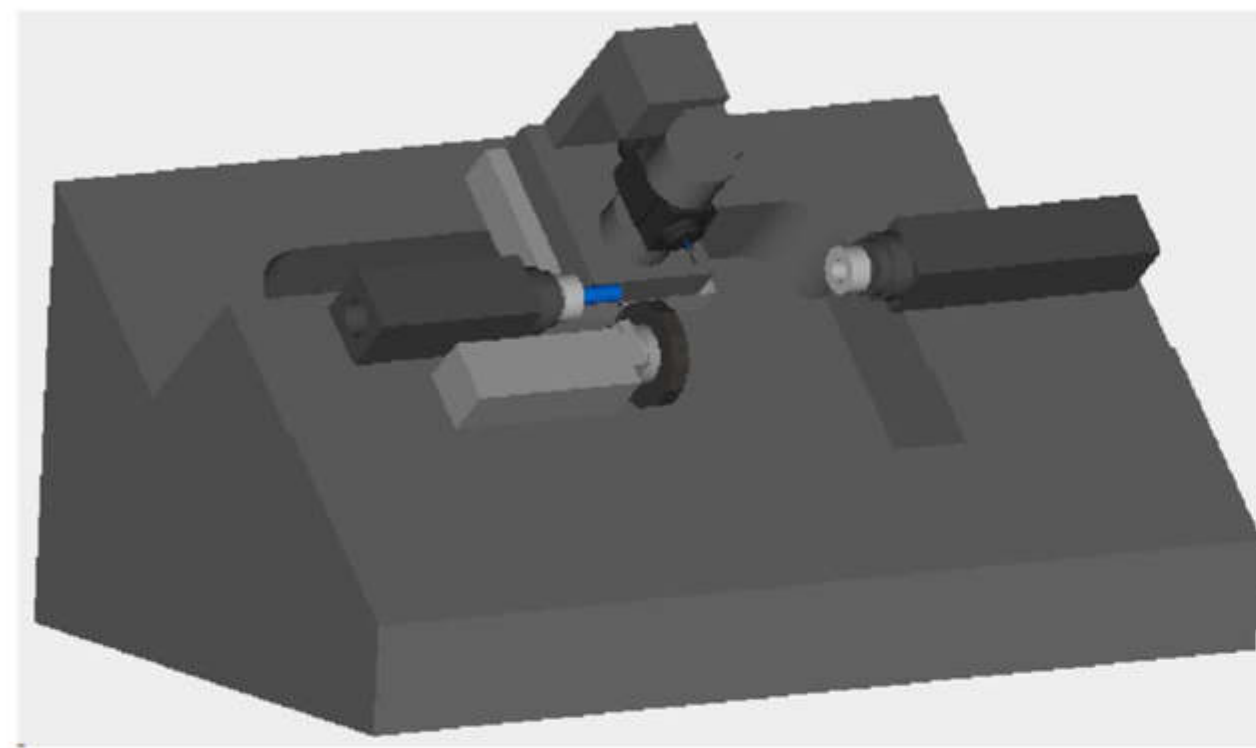
3D модель "Шліцьовий вал"



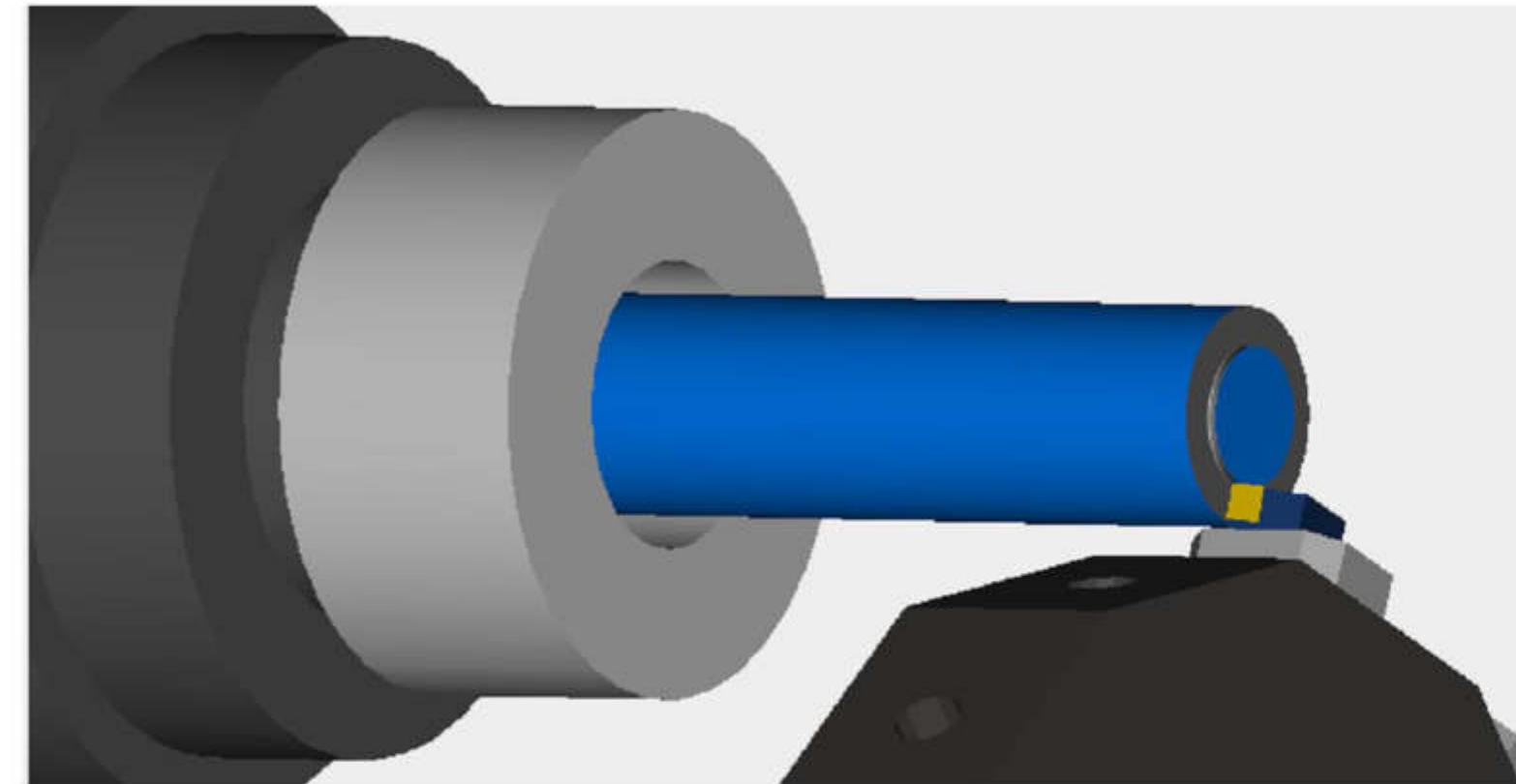
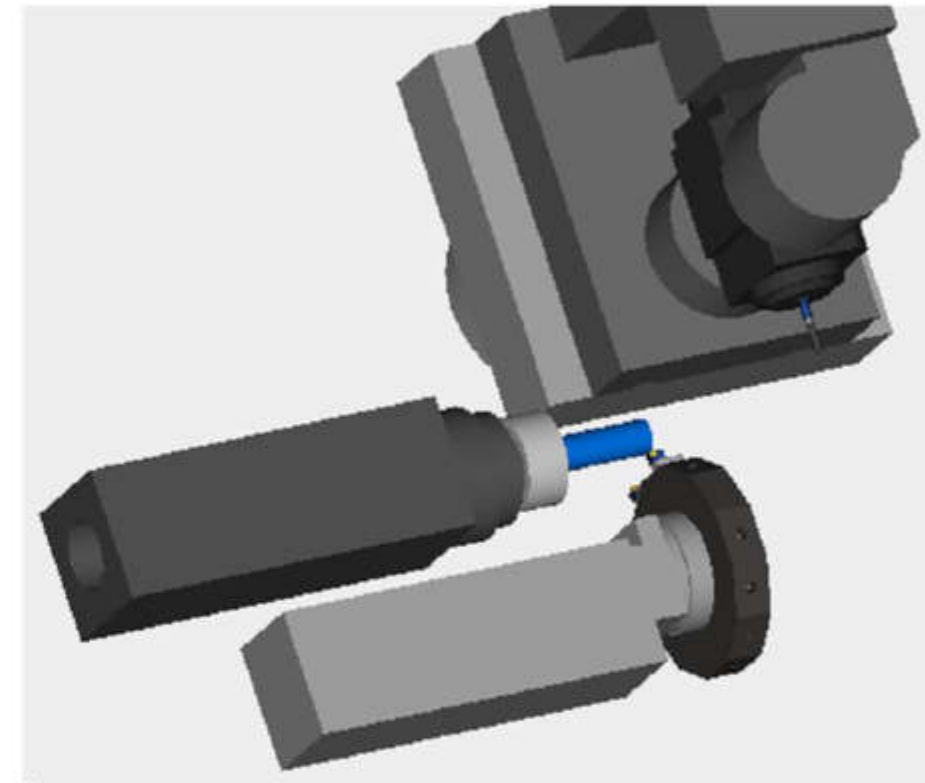
Верстат – KOVOSVIT MAS MULTICUT 630
Система ЧПК – SINUMERIK 840 D sl



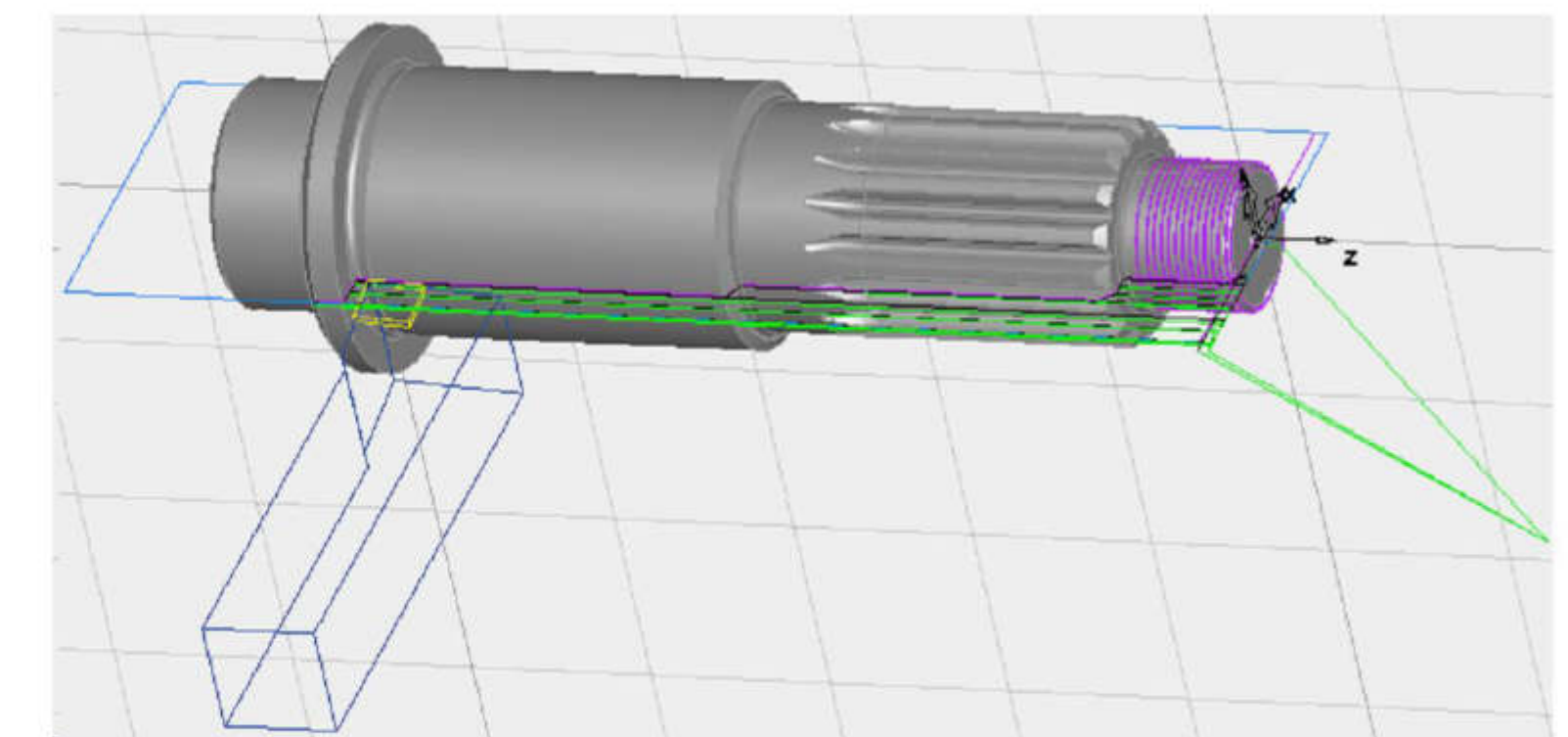
Верстат в роботі



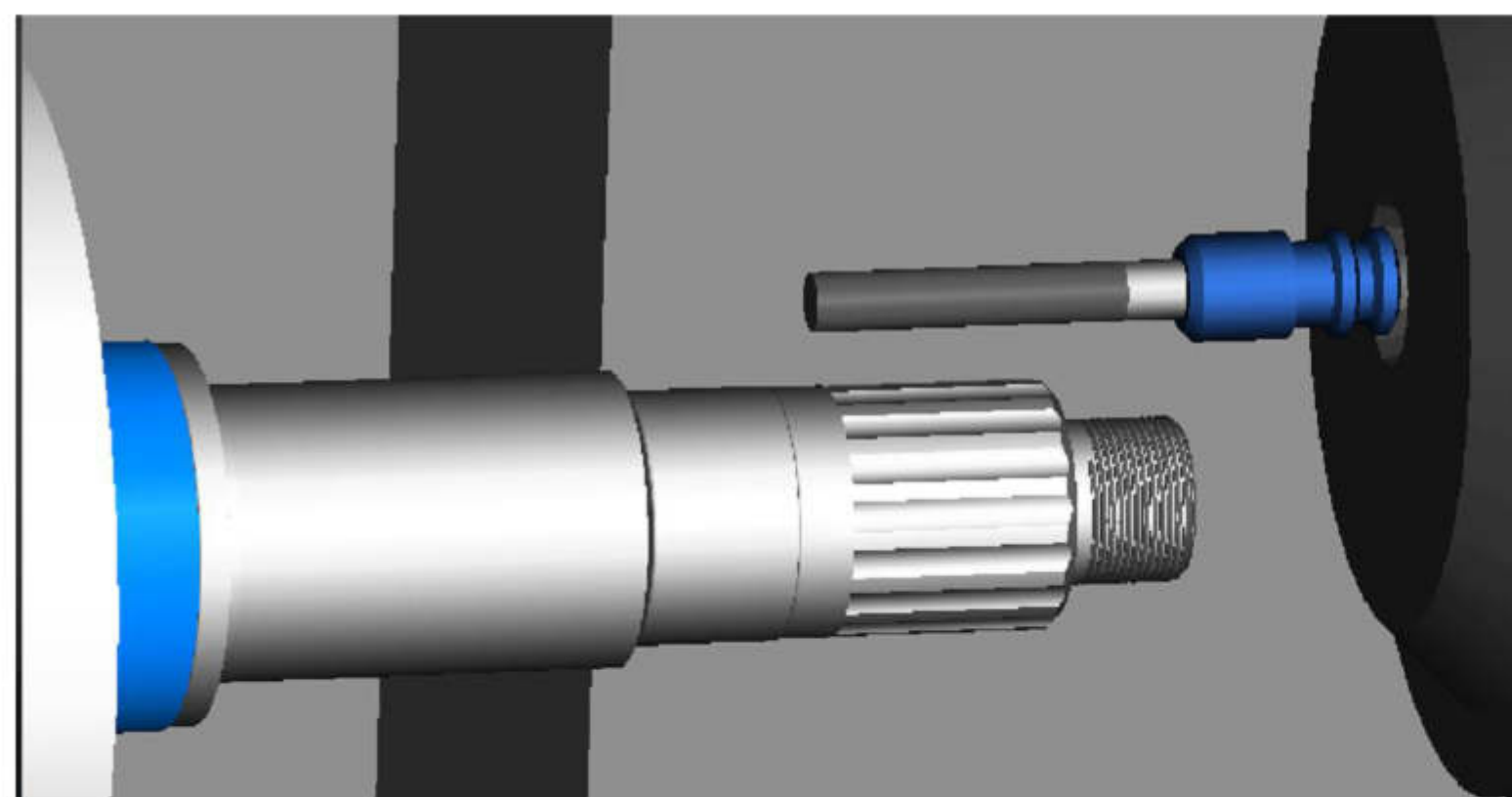
Симуляція верстата в FeatureCAM



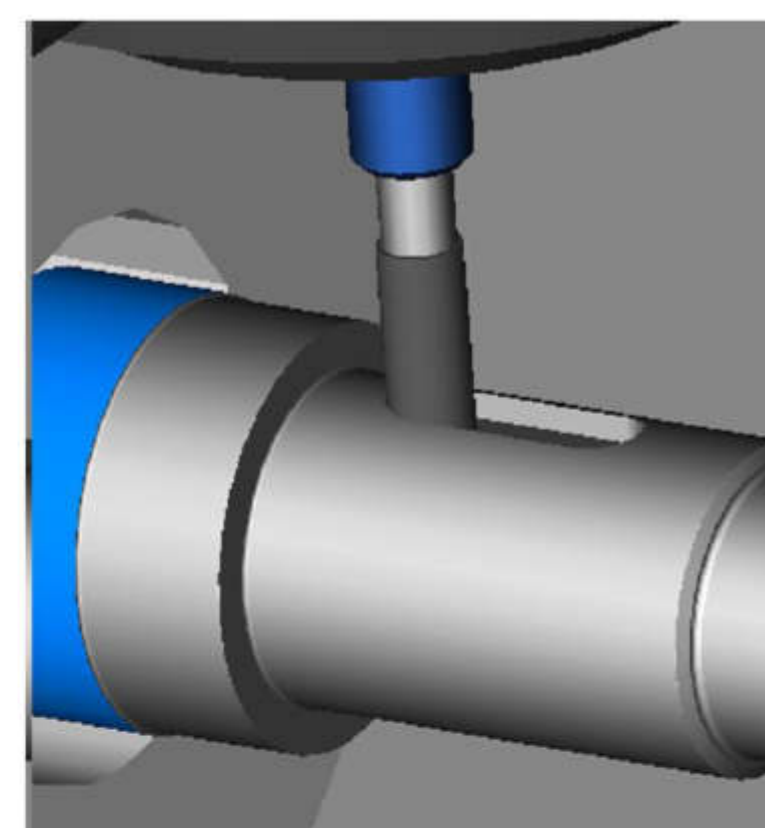
Перехід 1 – Точіння
Підрізання торцю



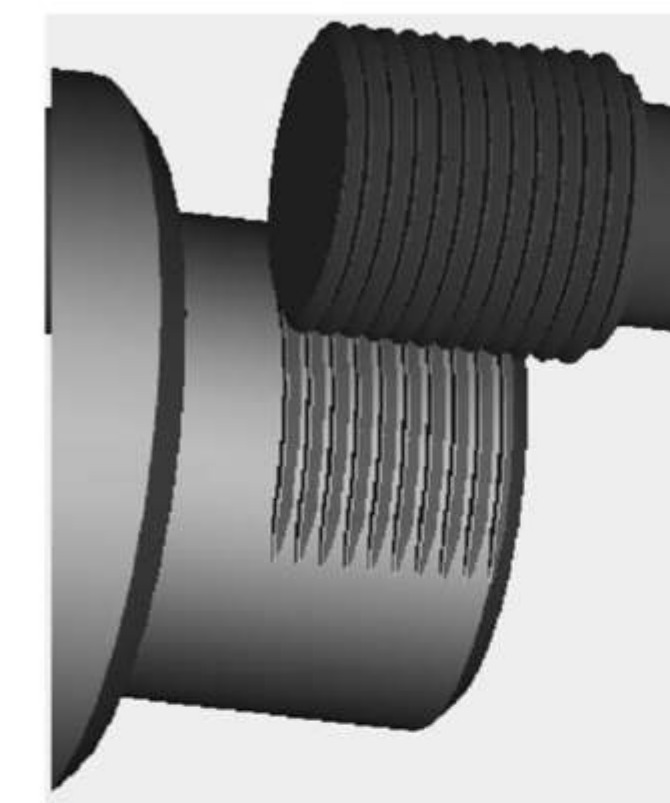
Перехід 2 – Точіння
Чорнове, чистове, тонке точіння



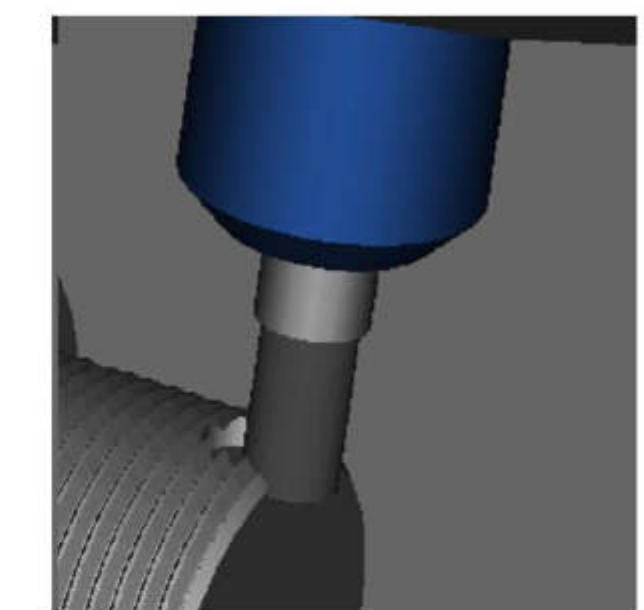
Перехід 4 – Фрезерування
Шліці
60x3,5x16 ГОСТ6033-80



Перехід 5 – Фрезерування
Шпоночний паз
 $L = 72^{+0.5}$



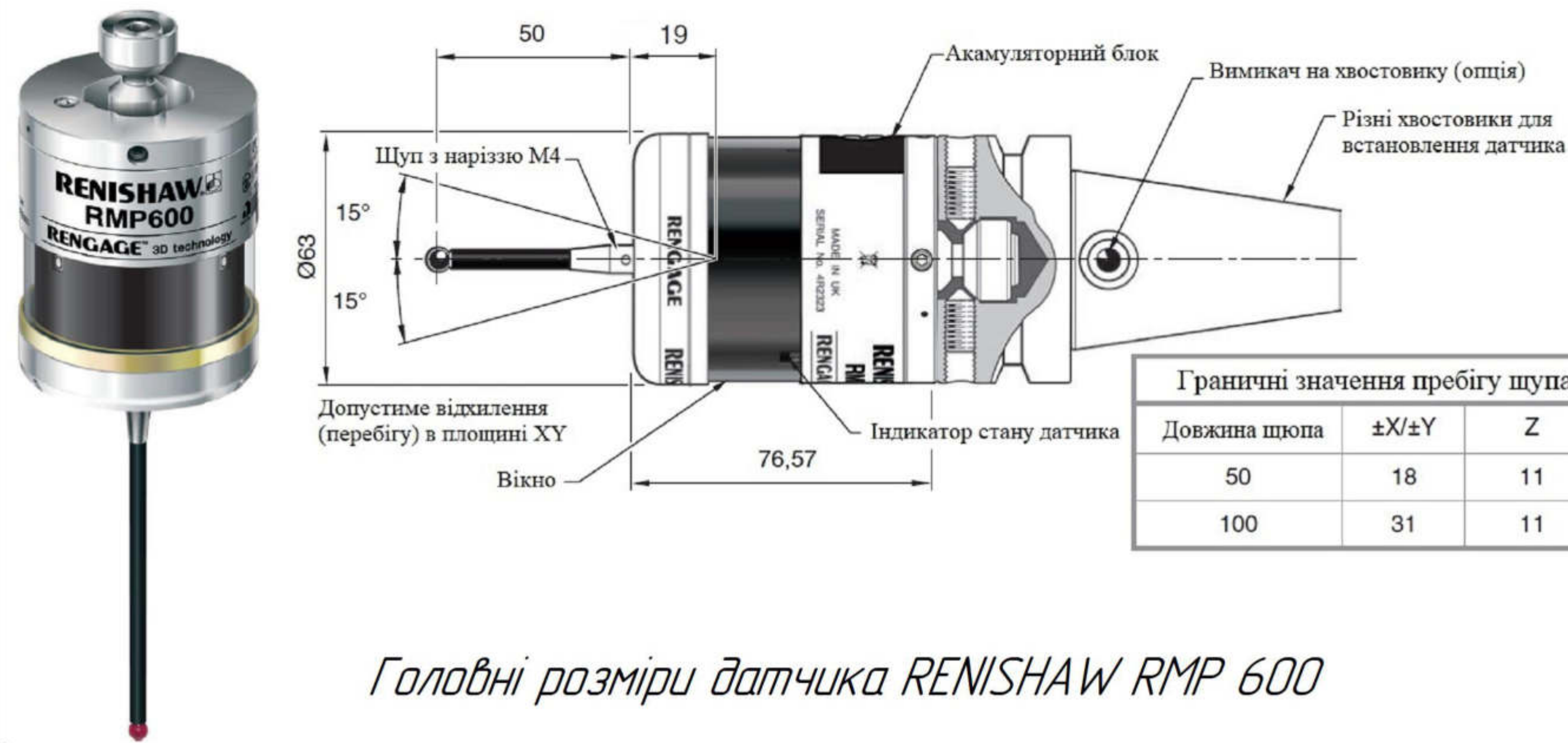
Перехід 6 – Фрезерування
Нарізь
M39x2-6g



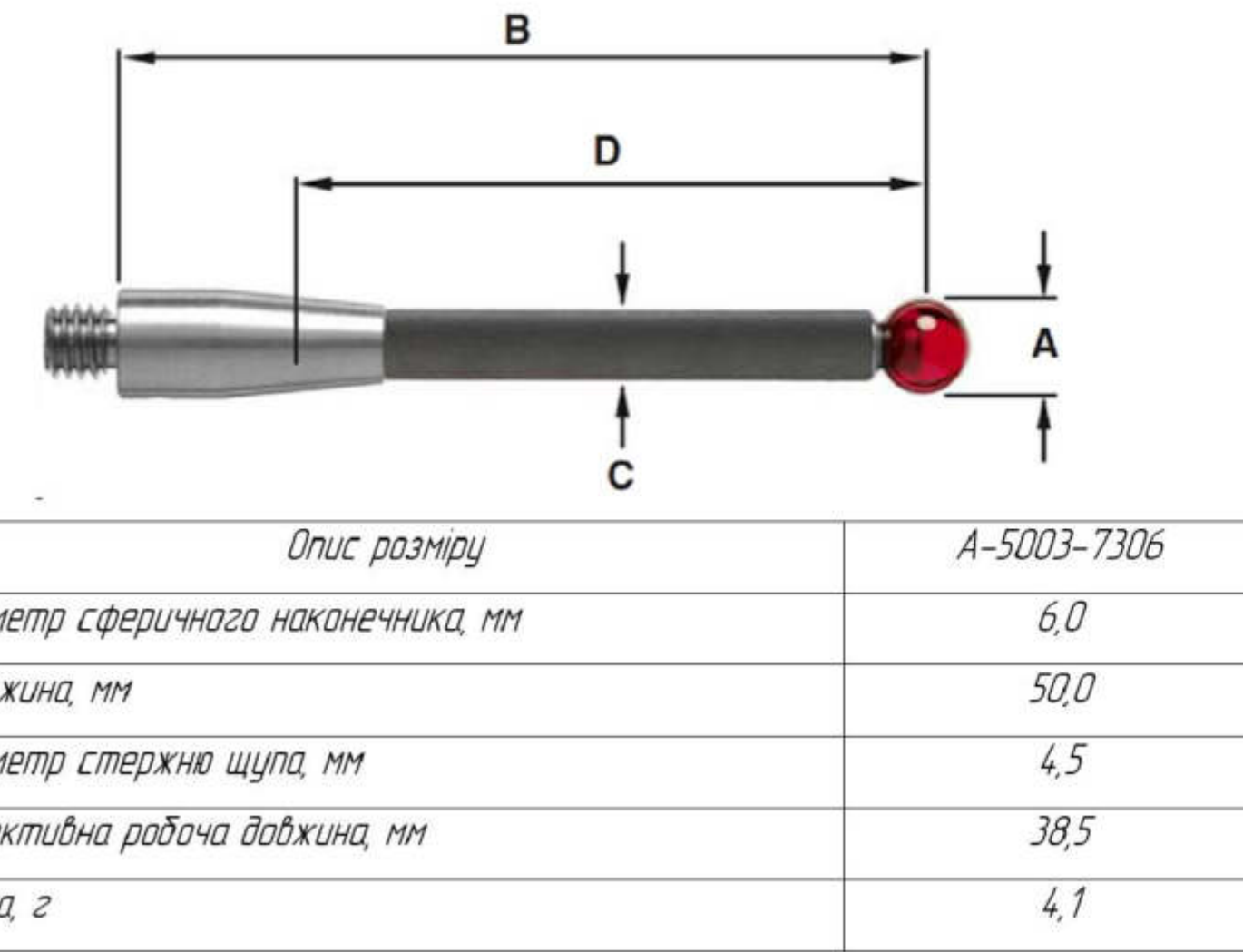
Перехід 7 – Фрезерування
2 паза з торцю
 $L = 4^{+1.2}$

Додаток Г

СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ. Розробка принципіальної схеми вимірювання відхилення форми деталі засобами RENISHAW



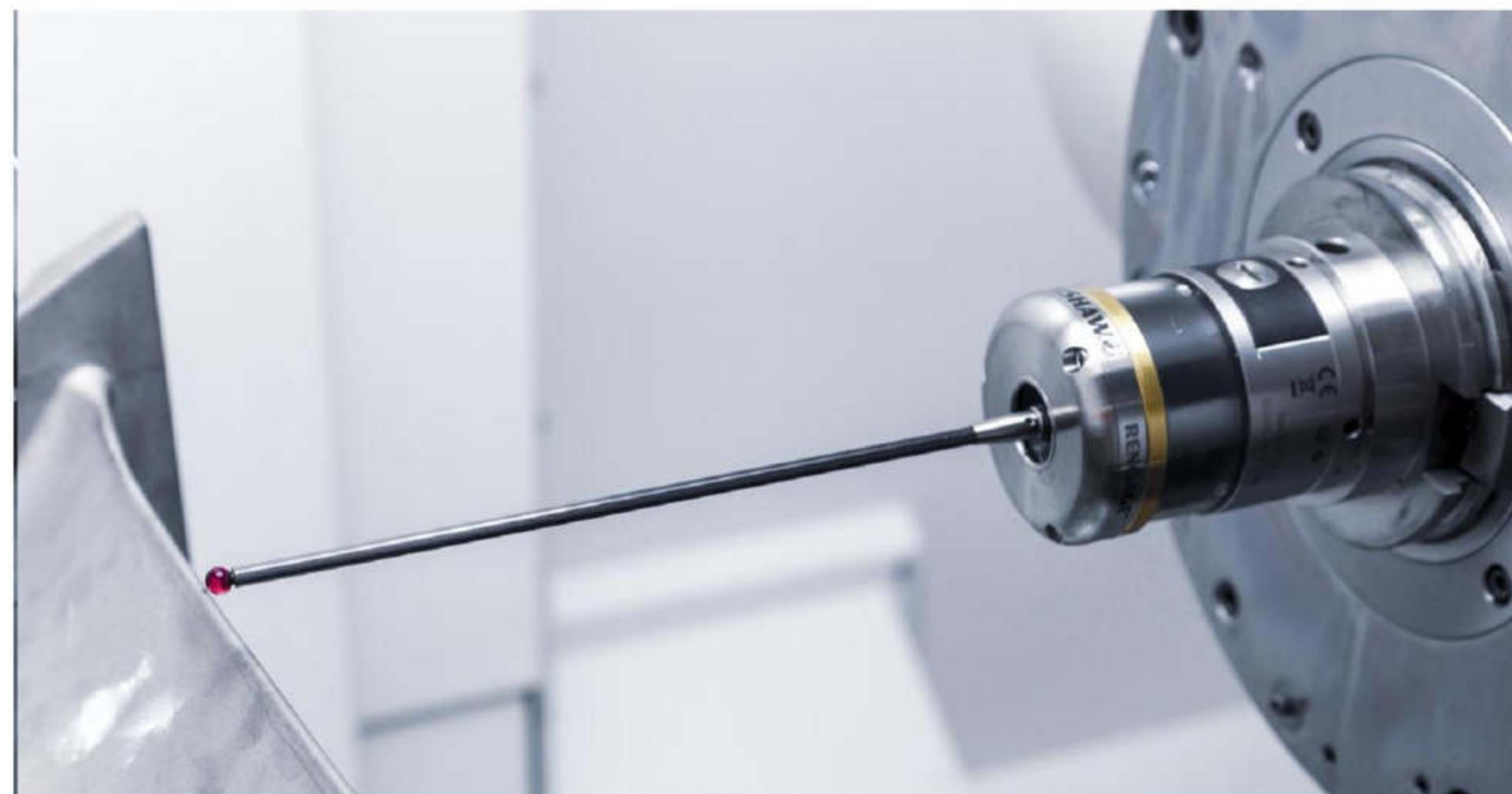
Головні розміри датчика RENISHAW RMP 600



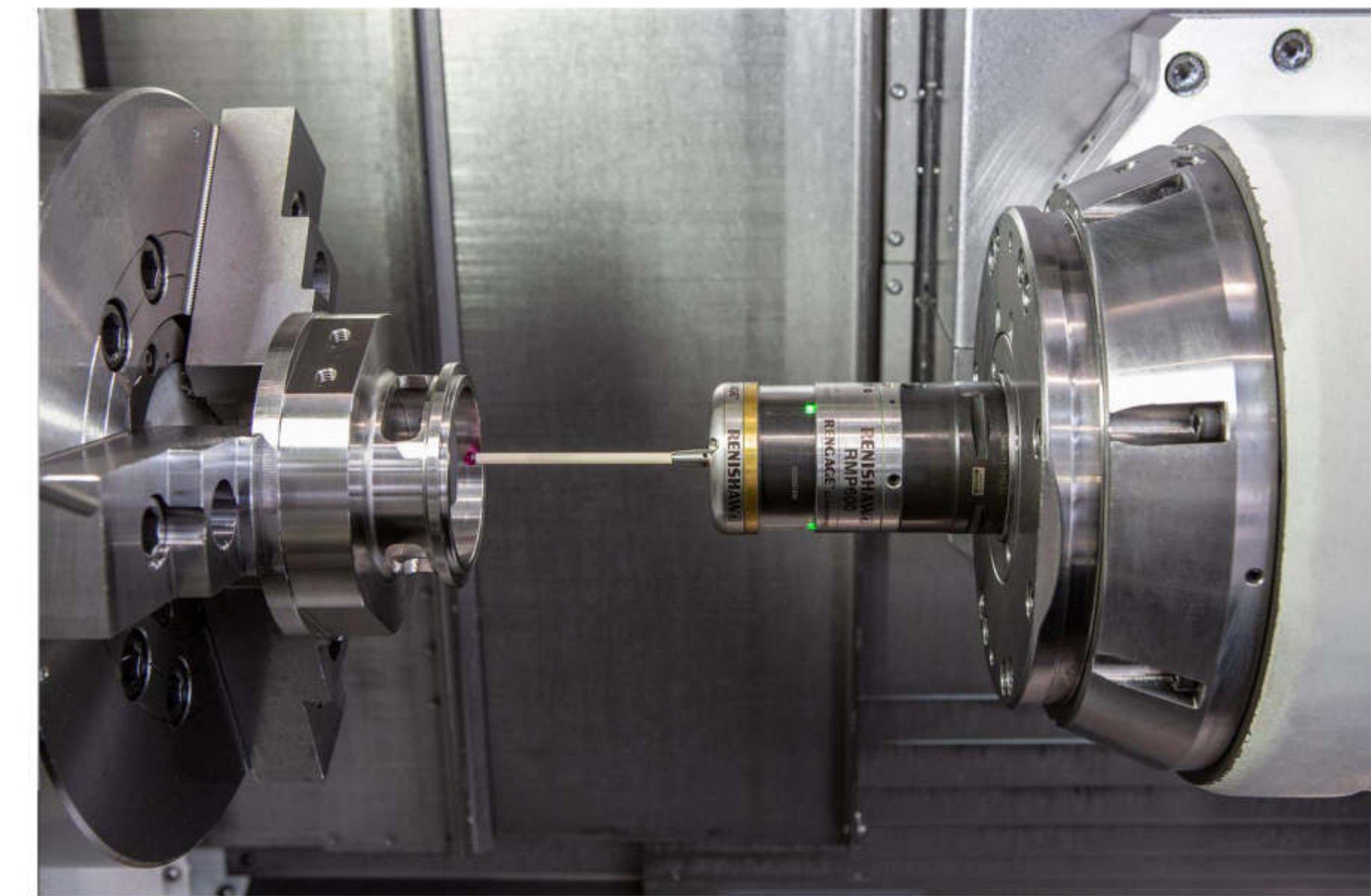
Головні розміри шупа RENISHAW RMP 600



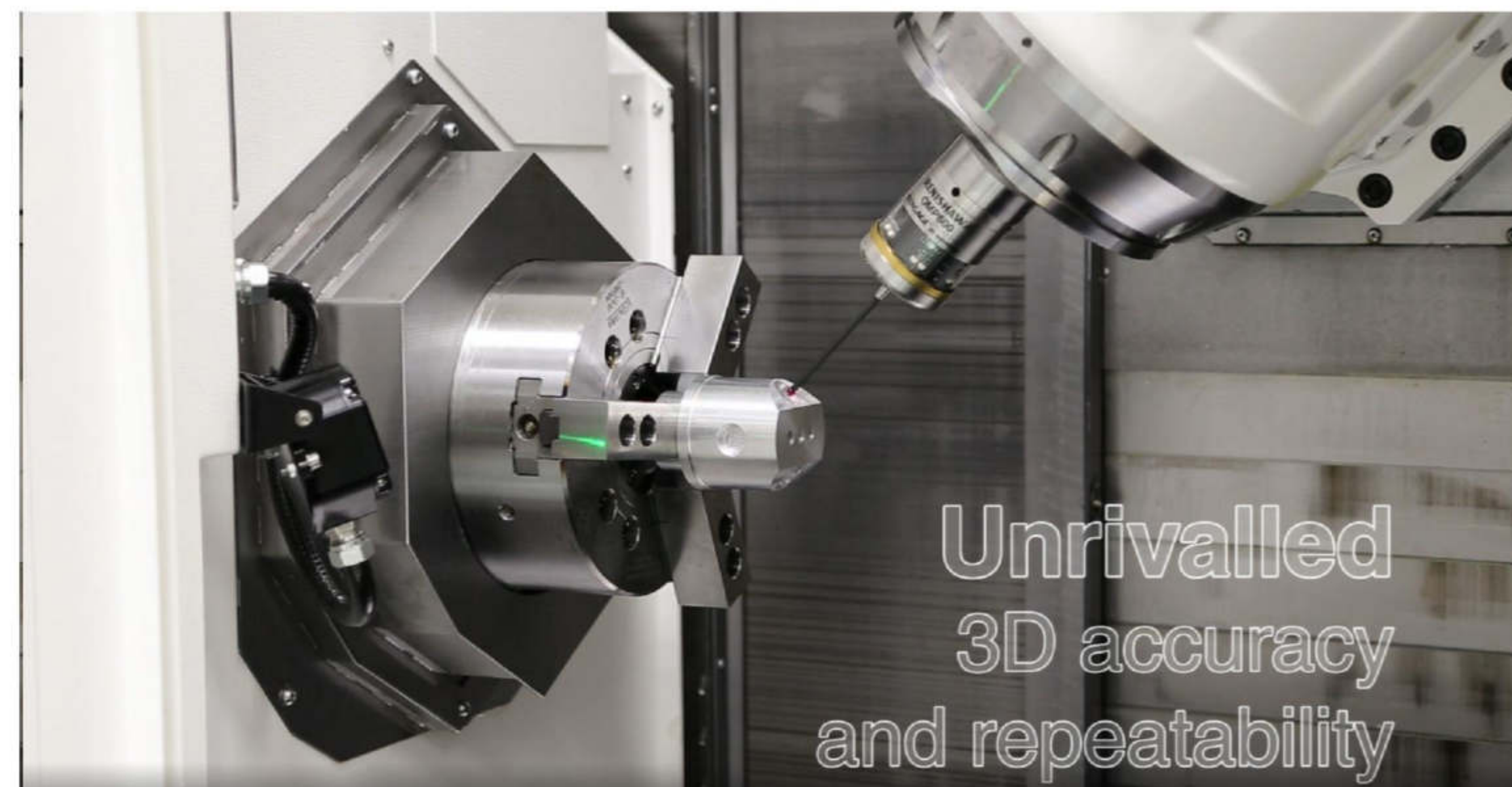
Загальний вигляд датчика RENISHAW RMP 600



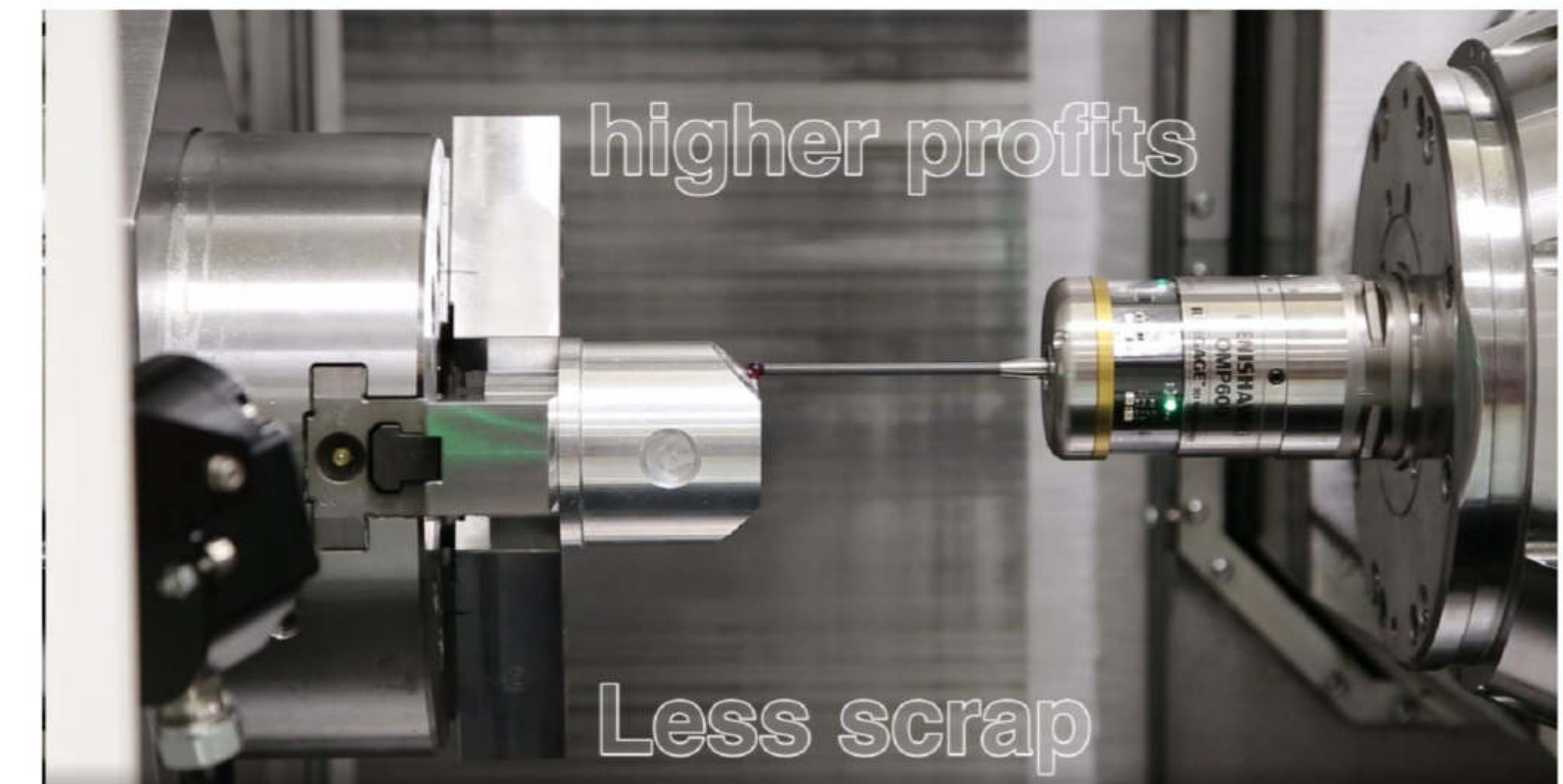
Вид закріплення та робота RENISHAW RMP 600



Контроль внутрішніх розмірів



Контроль розмірів під нахилом



Контроль зовнішніх розмірів

Unrivalled
3D accuracy
and repeatability

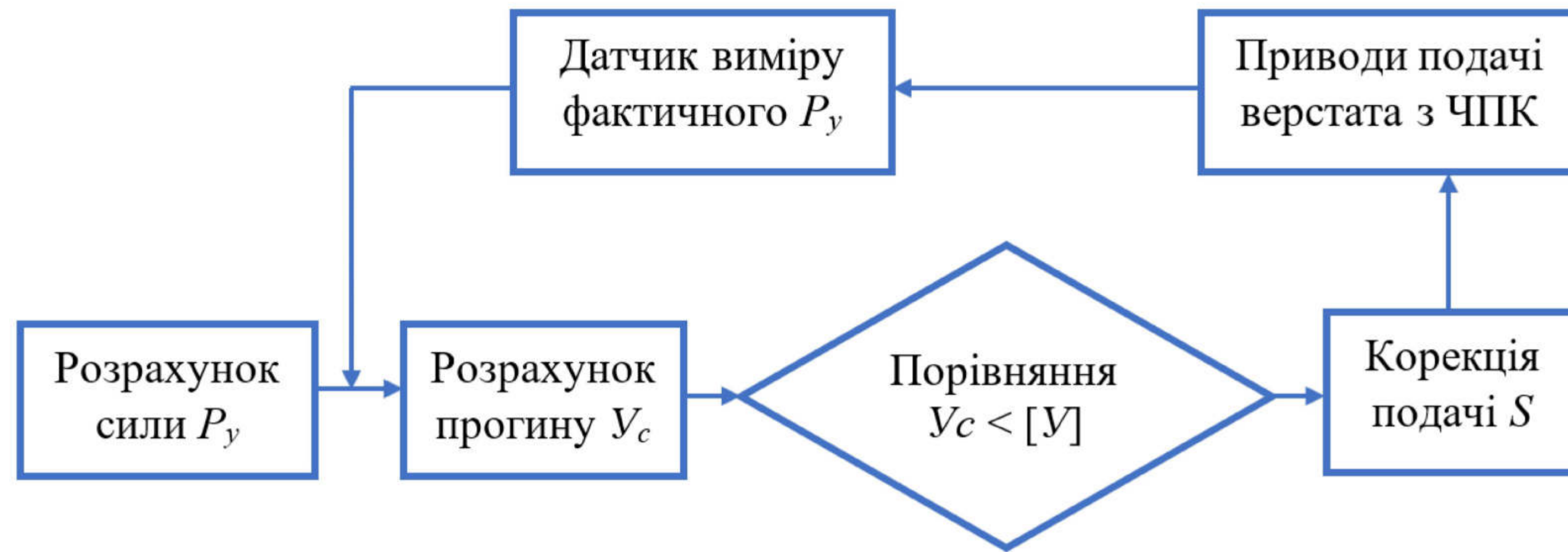
higher profits

Less scrap

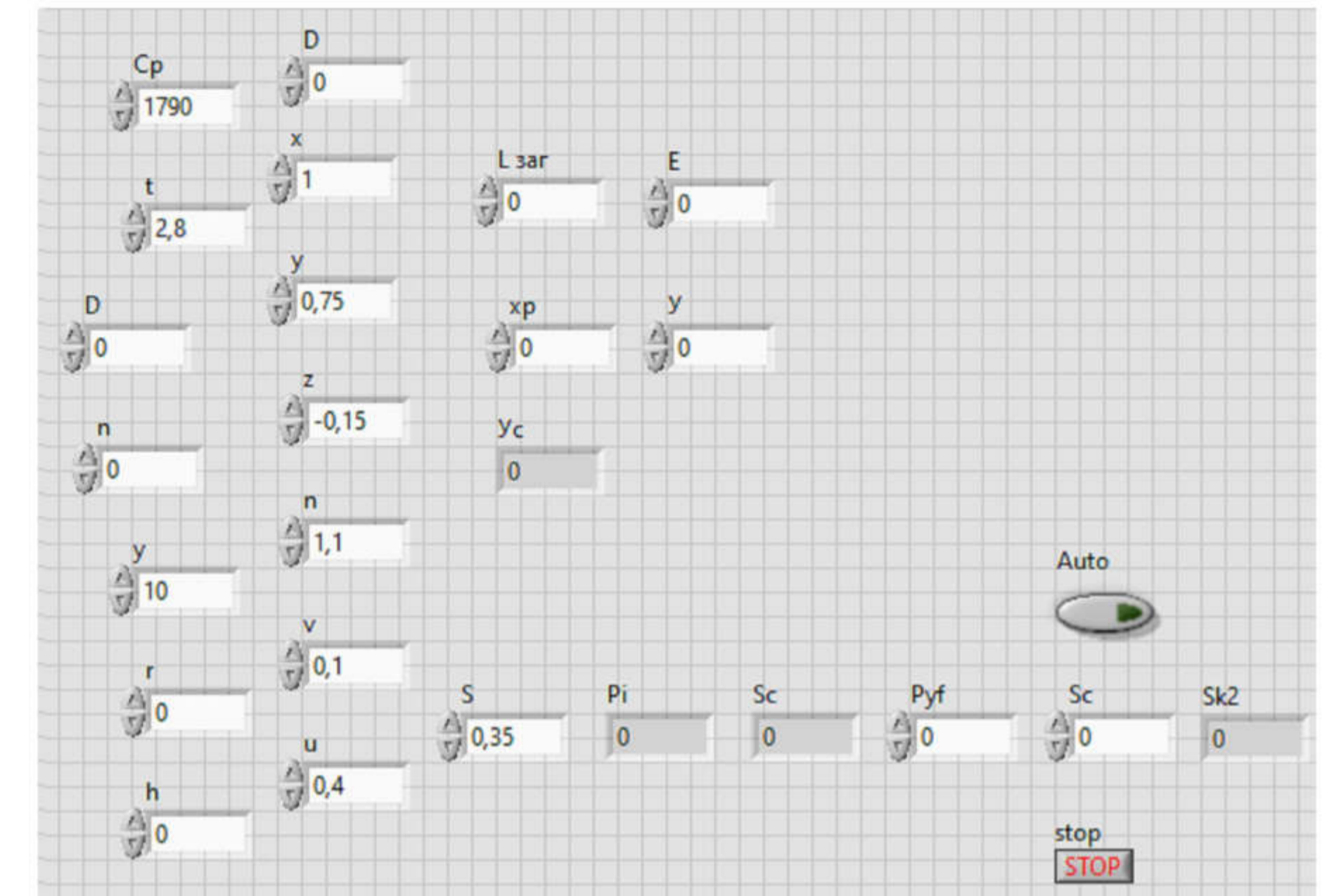
Додаток Д

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Алгоритмічна модель розрахунку відхилення профілю повздожнього перетину валу та її програмна реалізація у NI LabVIEW



Алгоритмічна блок схема програми для корекції подачі S



Панель вводу та виводу даних

Блок 1

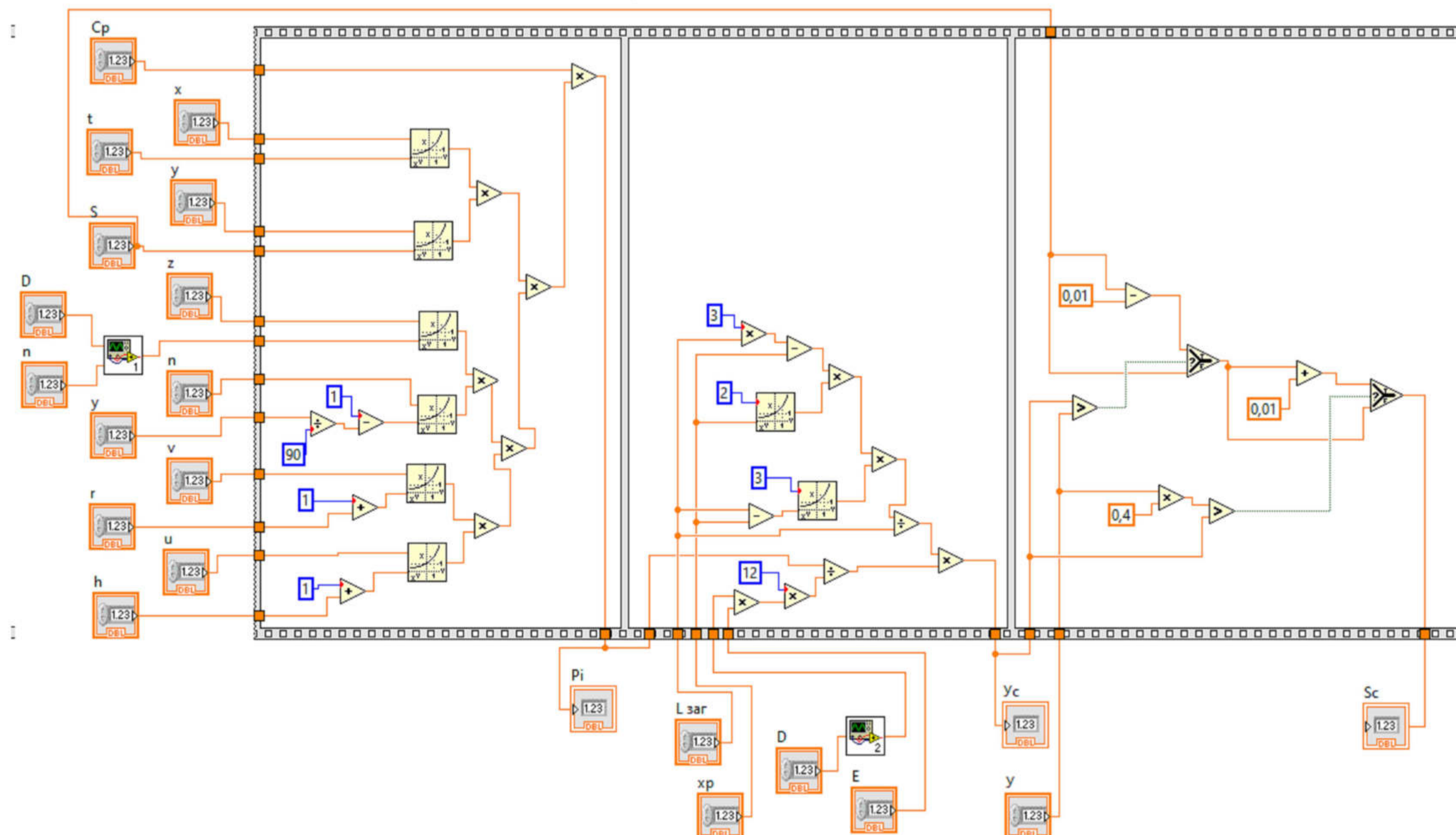
Блок 2

Блок 3

$$P_i = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^z \cdot \left(1 - \frac{Y}{90}\right)^n \cdot (1+r)^v \cdot (1+h)^u$$

$$y_c = \frac{P_y}{12 \cdot E \cdot I} \cdot \left(\frac{x_p^2 \cdot (L_{зар} - x_p)^3 \cdot (3 \cdot L_{зар} - x_p)}{L_{зар}} \right)$$

$$U_c < [Y]$$

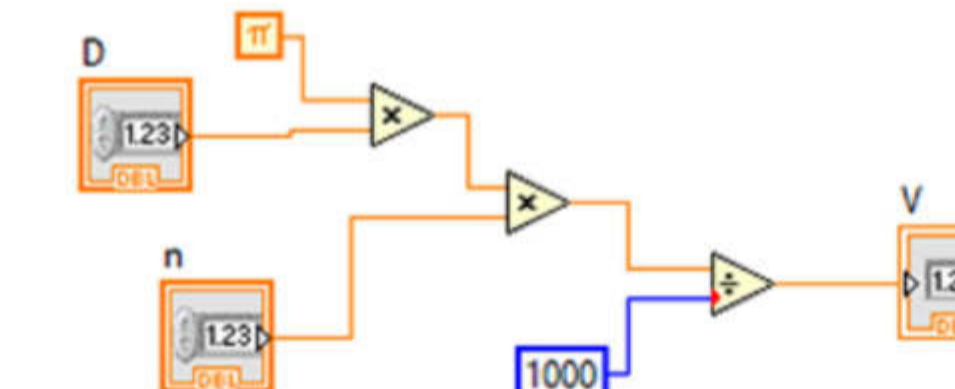


Програмна реалізація корекції подачі S

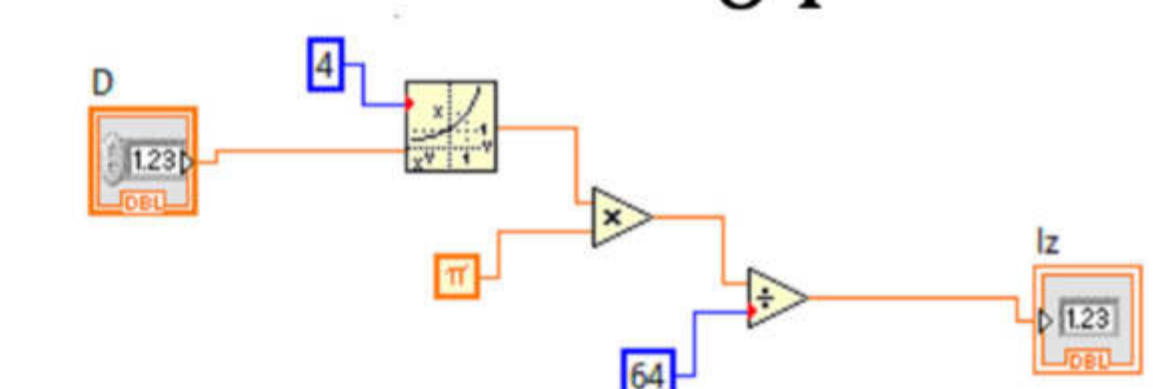
Підпрограми

$$V = \pi \cdot D \cdot n / 1000$$

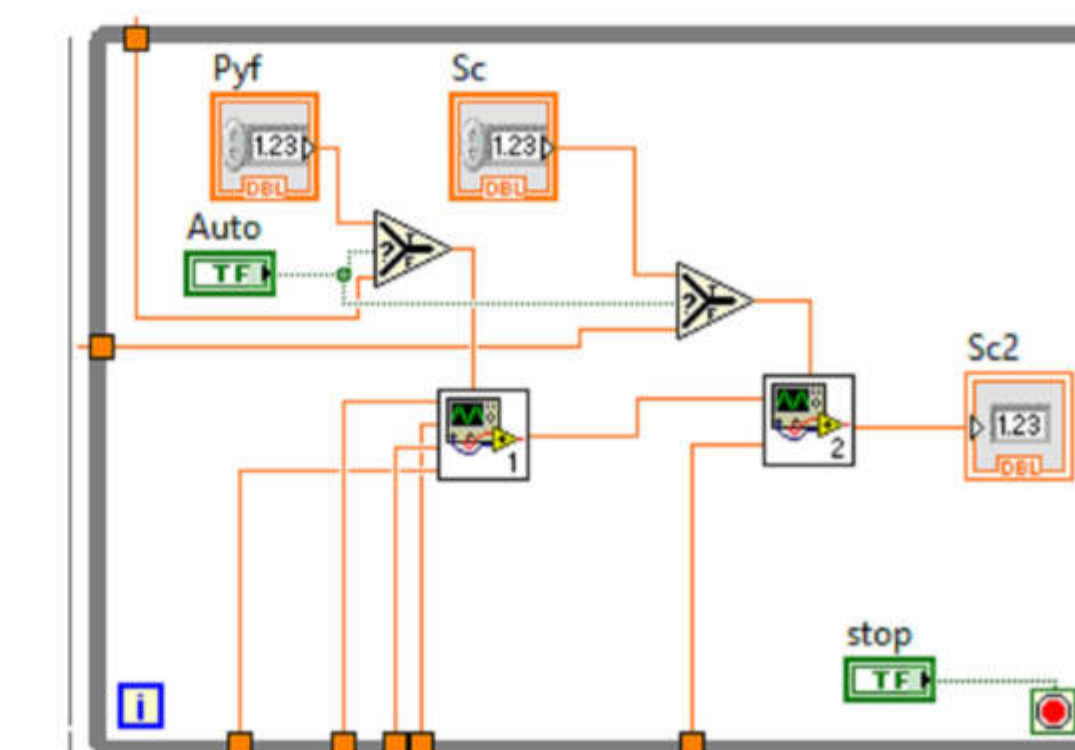
$$I_z = \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$



Розрахунок швидкості різання



Розрахунок моменту інерції



Програма з циклічною структурою

Поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	Примітки
			<u>Документація</u>		
A4		TMM.131-ОНПМ.21.10.ПЗ	Пояснювальна записка	45	
A4		TMM.131-ОНПМ.21.10.ТД	Комплект тех. документації	6	
			<u>Графічні матеріали</u>		
A1		TMM.131-ОНПМ.21.10.01.ТК	Додаток Б		
			Деталь «Шліцьовий вал»	1	
A1			Додаток В		
			Технологічний розділ	1	
A1			Додаток Г		
			Спеціальний розділ	1	
A1			Додаток Д		
			Науково-дослідницький розділ	1	
A1			<i>Рецензія</i>	3	
			TMM.131-ОНПМ.21.10		
Из	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	
Розраб.		Щербина Є.Ю.	<i>ЄЩ</i>		
Керівн.		Проців В.В.	<i>В.В.</i>		
Н.конт					
Затв.		Проців В.В.	<i>В.В.</i>		
Матеріали кваліфікаційної роботи					
					Лит Лист Листов
					НТУ «ДП» ММФ

ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи студента групи 131м-19н-1 Щербини Євгена Юрійовича, що подається до захисту на звання магістра за освітньо-науковою програмою другого магістерського рівня «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва» спеціальності 131 Прикладна механіка НТУ «Дніпровська політехніка»

Студент Щербина Є.Ю. представив до захисту магістерську кваліфікаційну роботу на тему «Дослідження методами комп'ютерного моделювання інноваційної структури технологічного процесу виготовлення шліцьового валу».

Тема є актуальною, тому що виробництво нежорстких валів на верстатах з ЧПК має замінити використання трьох універсальних верстатів з забезпеченням потрібної точності виконання діаметральних розмірів, шорсткості їх поверхні, а також виготовлення шпонкових пазів.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищити ефективність механічної обробки нежорстких валів, як наслідок зменшення браку на виробництві.

Об'єктом дослідження у кваліфікаційній роботі є процеси створення оптимальних режимів різання при обробці з урахуванням розрахунку відхилення профілю повздожнього перетину валу.

Предметом дослідження здобувач освіти визначив стратегії створення розрахункової алгоритмічної моделі для корекції режимів різання з урахуванням розрахунку відхилення профілю повздожнього перетину валу та програмна реалізація.

Використані методи досліджень є сучасними та апробованими.

Висновки здобувача базуватися також на математичному моделюванні у сучасній комп'ютерній програмі NI LabVIEW.

Тема взагалі є достатньо опрацьованою, висновки аргументованими, а кваліфікаційна робота закінченою і може бути допущена до захисту.

Здобувач Щербина Є.Ю. заслуговує на присвоєння ступеня магістра з прикладної механіки, а його кваліфікаційна робота оцінки 95 балів.

Керівник завідувач кафедри
Технологій машинобудування
та матеріалознавства
д-р техн. наук, професор



В.В. Проців

РЕЦЕНЗІЯ
на випускню кваліфікаційну роботу

Дослідження методом комп'ютерного моделювання інноваційної структури технологічного процесу виготовлення шліцьового валу

(вказати тему дипломного проекту (роботи))

Студент Щербина Євген Юрійович

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(код, найменування спеціальності)

Обсяг проекту повний

Кількість аркушів графічної частини 4 (формату А1)

Кількість сторінок пояснювальної записки 45 стр.

Кількість сторінок списку літератури 3 стр.

Кількість сторінок додатків 12 стр.

Короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень:

В аналітичному розділі докладно описано конструкторські та технологічні особливості «Шліцьового валу». Зроблена оцінка технологічності конструкції деталі. Проаналізовано обраний метод отримання заготовки та розраховано річну програму випуску.

У технологічному розділі запроектовано технологічний процес виготовлення деталі «Шліцьовий вал» та вибрано сучасний високопродуктивний токарно-фрезерний верстат з ЧПК для точіння та фрезерування, застосовано прогресивний різальний інструмент фірми «SECO». За допомогою САМ-програми «FeatureCAM» було змодельовано процес виготовлення деталі.

У спеціальному розділі розроблено принципovu схему вимірювання відхилення форми деталі на верстаті з ЧПК контактним датчиком компанії «RENISHAW».

У науково-дослідницькому розділі запропоноване нове інноваційне рішення. Створено базовий алгоритм автоматичної корекції режимів різання з подальшою програмною реалізацією у програмі з графічним методом програмування NI LabVIEW.

Висновок про відповідність проекту (роботи) завданню: Робота відповідає завданню на дипломний проект

Рівень відповідності останнім досягненням науки та техніки і передовим методам роботи: Розділи дипломного проекту відповідають останнім досягненням науки та техніки

Недоліки роботи:

Аналіз літературних джерел присвячених розглянутій проблемі опублікованих у закордонних виданнях потрібно було б виконати глибше та ширше.

В пояснювальній записці мається декілька граматичних неточностей, особливо у технічних термінах.

Позитивні особливості:

У технологічному розділі запропоновано інноваційну технологію виробництва деталі «Шліцьовий вал» на високопродуктивному токарно-фрезерному верстаті з ЧПК компанії «KOVOSVIT MAS».

У спеціальній розділі запропоновано високоточний вимірювальний пристрій від компанії «RENISHAW» який використовується на верстаті з ЧПК, що підвищує продуктивність в цілому.

У науково-дослідницькому розділі створено нове інноваційне рішення. Запропонована програмна реалізація автоматичної корекції подачі з урахуванням прогину яке залежить від сили P_v , може використовуватись на практиці, з деякими доопрацюванням в програмному плані для повної взаємосумісності з приводами верстату з ЧПК. Отже, дає можливість зменшити брак на виробництві в деталях типу «нежорсткі вали» або деталях з високими вимогами, що до розмірів.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи – розроблена алгоритмічна модель розрахунку прогину валу від сили різання, що дозволяє змінювати режими різання задля одержання потрібної точності діаметральних розмірів.

Результат роботи – проаналізовані дані з виготовлення нежорстких валів, до яких відноситься «Шліцьовий вал», показує, що велику роль у точності виготовлення відіграє сила різання P_v . У зв'язку з цим, як превентивний метод, створюється програма для контролю прогину, причиненою силою різанням P_v .

Практична цінність – зменшення браку нежорстких валів на виробництві за рахунок створення програми з автоматичною корекцією швидкості різання, враховуючи прогин валу, що рекомендовано застосовувати для нежорстких валів, які оброблюються без люнета. У кваліфікаційній роботі проведено аналіз, обґрунтовано вимоги до точності розмірів, форми, взаємного розташування і шорсткості її поверхонь. Запропоновано метод одержання заготовки, розроблені детальні технологічні операції. Здійснено вибір металорізального верстату і мірний пристрій.

По результатам досліджень мається одна публікація у збірниках тез доповідей на студентській науково-технічній конференції «Тиждень студентської науки».

Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до роботи:

Графічний матеріал та пояснювальна записка виконані відповідно до регламентованих стандартів.

Відгук про випускню кваліфікаційну роботу загалом: Відгук позитивний, робота виконана в повному обсязі. Однак вказані зауваження ніяк не знижують цінності здійснених автором новацій.

Оцінка випускної кваліфікаційної роботи: «відмінно» (98 балів)

Рецензент
Віце-директор
ТОВ «Машінтех»

А. М. Гречаний

«17» травня 2021р.

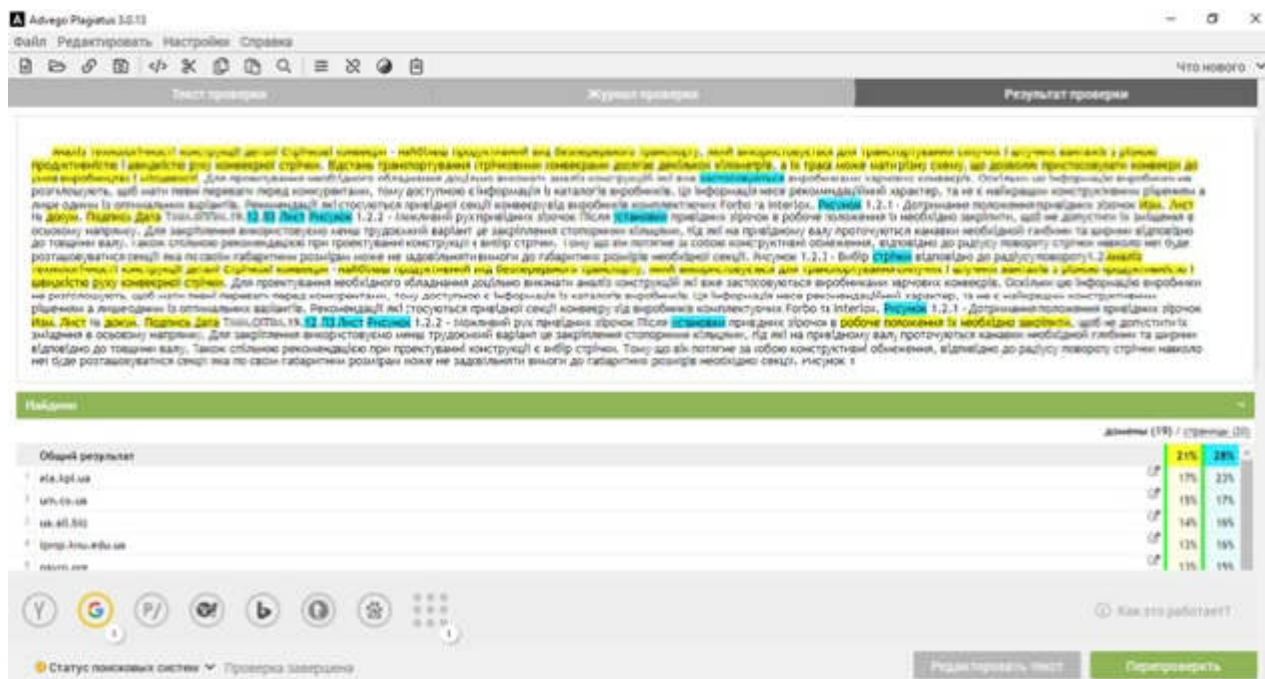


Результат перевірки унікальності тексту

випускної кваліфікаційної роботи магістра Щербина Є.Ю.

Advego Plagiatrus <https://advego.com/antiplagiat/>

Дата перевірки: 10 травня 2021 року;
Інструмент перевірки: ADVEGO Plagiatrus 3.0.16 for Windows 10 x64 bit
Пошукові системи: Google, DuckDuckGo
Зміст перевірки: пояснювальна записка та додатки роботи
Кількість перевірених символів: 54892
Унікальність за фразами, %: 79
Унікальність за словами, %: 72
Збіги, %: 21
Рейт, %: 28



Проверка завершена: **100%**

Унікальність: по фразам **79%** / по словам **72%**

Виконавець кваліфікаційної роботи _____ Є.Ю. Щербина

Керівник кваліфікаційної роботи _____ В.В. Проців

Перевірив текст _____ В.А. Дербаба

Завідувач кафедри _____ В.В. Проців



Advego Plagiatrus

Advego Plagiatrus. Проверка уникальности текста.
Версия: 3.0.16 / 2021 год