



Наукова група



ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ ГОМОГЕННИХ ТА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Керівник групи – д.т.н., проф. Тітов В.А.

vat.kpi@gmail.com

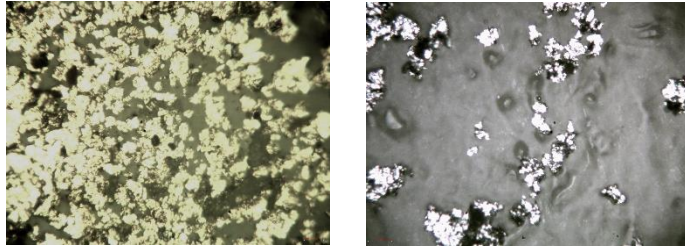
Кімната 164-1

Науковий напрямок (проф. Тітов В.А.)
Забезпечення ресурсу та експлуатаційної надійності виробів машинобудування
технологічними методами

№ п/п	Напрямки роботи	Диплом бакалавра	Диплом магістра	Диплом PhD	Участь студентів	
					З оплатою	Без оплати
1	Технології формування параметрів якості поверхневого шару деталей	-	+	+	-	1
2	Процеси виготовлення стволів СЗ (стрілецької зброї) з полігональним каналом	+	+	+	2	1
3	Модифікація структури металів в умовах великих пластичних деформацій зсуву	+	+		1	1
4	Дослідження процесів надпластичності для формоутворення деталей з Al та Ti сплавів	-	+	+	1	1
5	Процеси формоутворення деталей ГТД з тонкостінними елементами з Ti сплавів	+	+	+	1	1
6	Процеси виготовлення конструкцій з композиційних матеріалів (КМ)	-	+	+	-	1
7	Відпрацювання технологічних властивостей нових металів, сплавів, КМ	-	+	+	1	1

ULTRASONIC BURNISHING OF TITANIUM ALLOYS WITH PRESENCE OF METAL-CONTAINING LUBRICANT

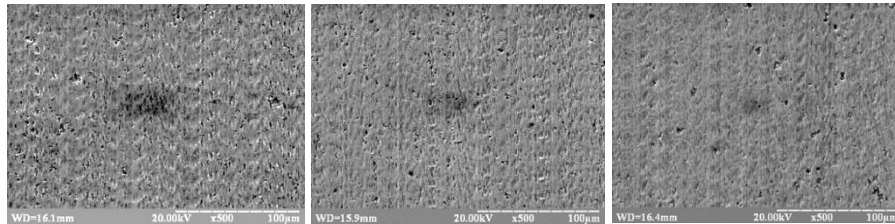
Cu Powders Al



Powder particles – 10 μm

Surfaces and chemical composition of surface depending of metal-containing lubricant (V = 21.8 m/min)

И20 И20+Cu И20+Al



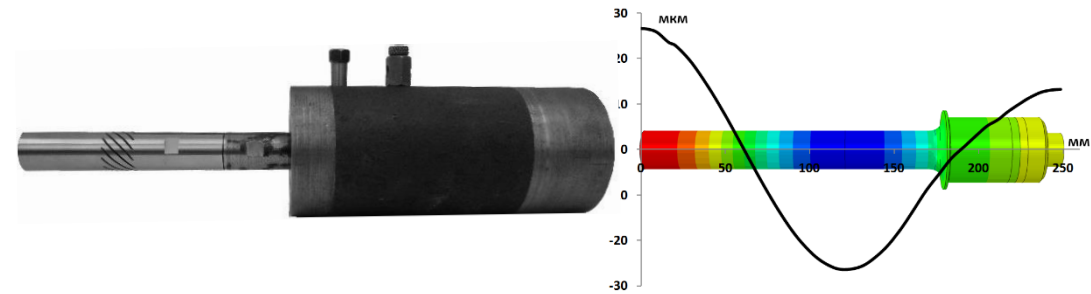
Элемент	Инт.	С %	
Al	K	187	0.58
S	K	416	1.05
Ti	K	22059	97.42
Ti	L	14	0.00
Cr	K	63	0.50
Cr	L	15	0.00
Fe	K	50	0.45
Fe	L	7	0.00

Элемент	Инт.	С %	
Al	K	175	0.60
Ti	K	21323	93.84
Ti	L	11	0.00
Cr	K	75	0.58
Cr	L	19	0.00
Fe	K	25	0.22
Fe	L	15	0.00
Cu	K	206	2.88
Cu	L	5	0.00
Mo	L	313	1.88
Mo	M	15	0.00

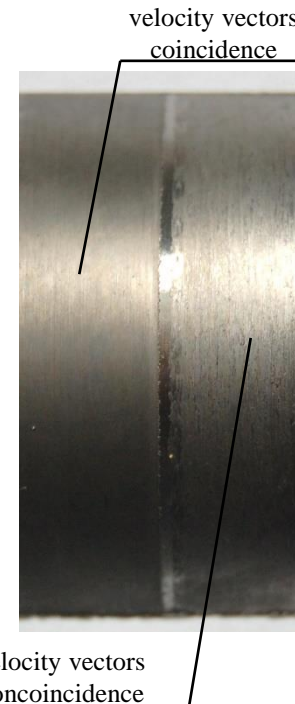
Элемент	Инт.	С %	
Al	K	265	0.99
Ti	K	20194	96.16
Ti	L	10	0.00
Cr	K	83	0.70
Cr	L	19	0.00
Fe	K	9	0.09
Fe	L	14	0.00
Cu	K	-15	0.00
Cu	L	5	0.00
Mo	L	313	2.06
Mo	M	15	0.00

ULTRASONIC BURNISHING WITH LONGITUDINAL-TORSIONAL ULTRASONIC VIBRATIONS (LTUV)

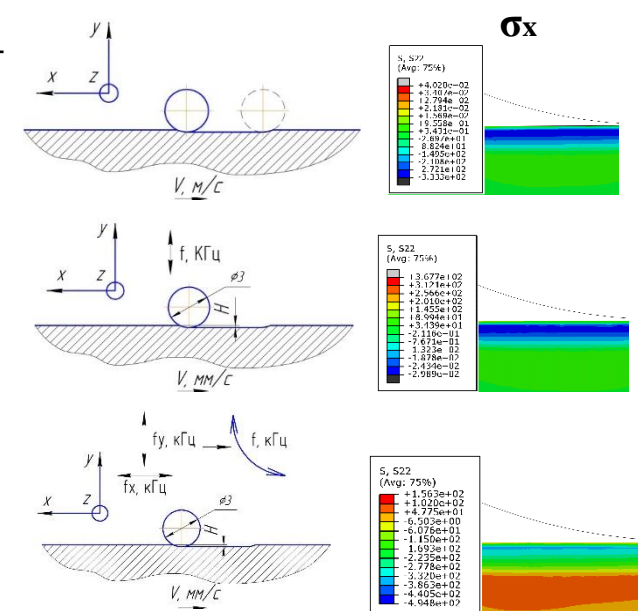
Ultrasonic tool



Surfaces (V=31.65 m/min) after LTUV burnishing

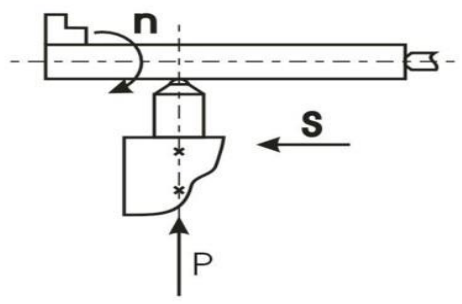


FE simulation of UL burnishing

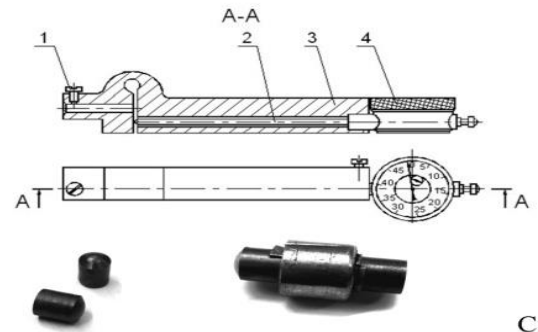


СХЕМЫ ТРАДИЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ И МАТЕРИАЛЫ

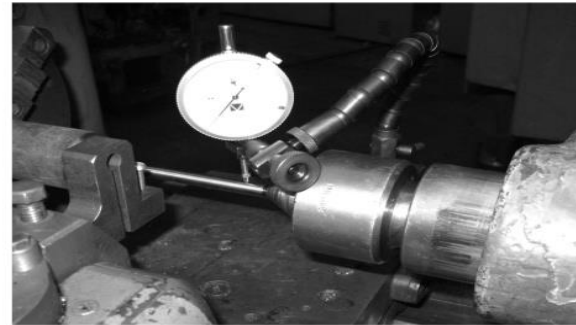
Схема проведения исследований



Конструкция державки с упругим элементом



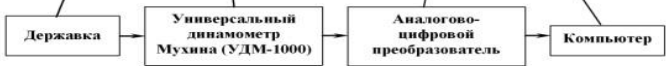
Контроль радиального биения при установке образцов



Характеристики и свойства материалов выглаживателя

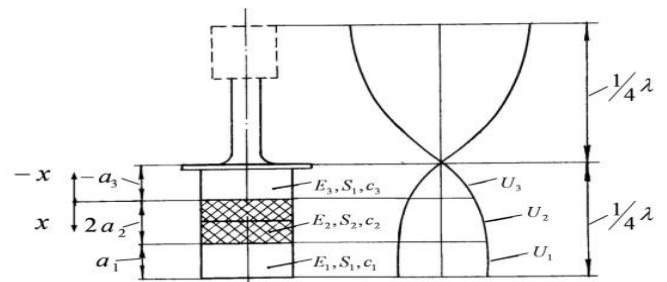
Характеристика	Алмаз природный	АКТМ	Киборит	ВК-8
Плотность, г/см ³		3,45	3,40	14,4-14,8
Твердость по Кнупу при нагружении силой 10 Н, ГПа		52	32-36	15,5-16,5
Предел прочности на сжатие, ГПа	2,2	2,2-3,1	3,2	4,0
Предел прочности при круговом изгибе, ГПа	0,3	0,8-0,85	0,60	1,3
Модуль упругости, ГПа		970	880	540

Система регистрации и записи усилия и ее схема



РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВЫГЛАЖИВАНИЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Расчетная схема 1/2 - волнового ультразвукового вибрационного привода



Уравнение продольных колебаний пьезоэлектрического составного преобразователя в общем виде

$$S \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial}{\partial x} \left(S \frac{\partial U}{\partial x} \right)$$

Уравнения продольных колебаний для полуволновой колебательной системы

$$U_1(x, t) = \left(A \cos \frac{\omega}{c_1} x + B \sin \frac{\omega}{c_1} x \right) \sin(\omega t + \phi)$$

$$U_2(x, t) = \left(C \cos \frac{\omega}{c_2} x + D \sin \frac{\omega}{c_2} x \right) \sin(\omega t + \phi)$$

$$U_3(x, t) = \left(Q \cos \frac{\omega}{c_3} x + G \sin \frac{\omega}{c_3} x \right) \sin(\omega t + \phi)$$

Расчета геометрических параметров 1/2-волнового преобразователя

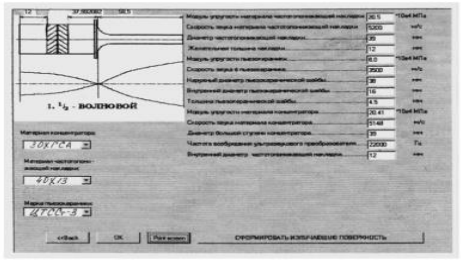
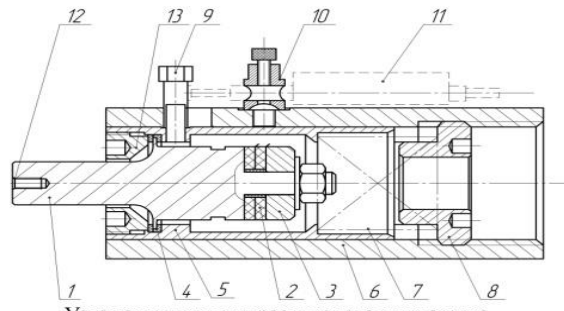


Схема установки для ультразвукового выглаживания с пьезоэлектрическим преобразователем



Замер амплитуды колебаний спроектированной установки для ультразвукового выглаживания



Установки для ультразвукового выглаживания с пьезоэлектрическим преобразователем



$$V_{УЗВ}(t) = A \omega \cos(\omega t + \phi)$$

$$V_{УЗВ}(t) = V_{MAX} \cos(\omega t + \phi) \quad V_{MAX} = A \omega$$

Спроектированный вибрационный привод с частотой колебаний генератора возбуждений $f = 22000$ Гц и экспериментально установленной амплитудой колебаний $A = 80$ мкм может обеспечить увеличение скорости инструмента до 11 м/с

Химический состав сплавов ВТ-22 и ВТ-23

Сплав	Ti	Al	Mo	V	Cr	Fe	C	Si	O ₂	Zr	N ₂	H ₂	Прочие
ВТ-22 осн	4,4-5,9	4,0-5,5	4,0-5,5	0,5-2,0	0,5-1,5	0,10-0,15	0,15-0,20	0,30-0,30	0,05-0,05	0,015-0,015	0,30		
ВТ-23 осн	4,0-6,3	1,5-2,5	4,0-5,0	0,8-1,4	0,8-1,4	0,10-0,15	0,15-0,15	-	0,05-0,05	0,015-0,015	0,30		

Химический состав сталей Х12НМБФ-Ш и сплава ХН77ПОР-ВД

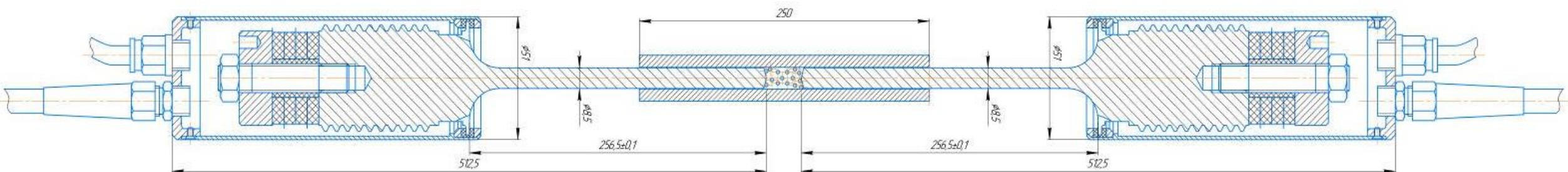
Сплав	Al	B	C	Se	Cr	Cu	Mo	Nb	V	Ni	Fe	Si	Mn	S	P
Сталь Х12НМБФ-Ш	-	0,05-0,09	-	12,0-12,0	10,5-10,5	0,35-0,35	0,05-0,05	0,15-0,15	1,4-1,4	осн	0,6	0,6	0,02	0,03	
Сплав ХН77ПОР-ВД	0,55-0,95	<0,01	0,06-0,06	<0,01	18,0-22,0	<0,07	-	-	-	осн	<1,0	0,65	0,35	0,007	0,015

Механические свойства материалов заготовок для экспериментальных исследований

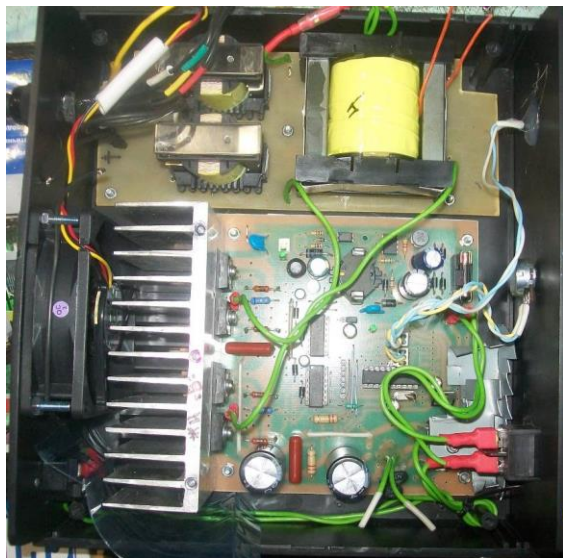
Сплав	Вид обработки	Состояние	σ _{0,2} МПа	σ _р МПа	δ ₅ %	ψ %	НВ, d _{нп} мм
ВТ-22	Прутки кованый	отожженный	1050	1100-1250	10	35	3,1-3,6
ВТ-23	Прутки кованый	отожженный	1000	1100	12	35	3,1-3,6
ХН77ПОР-ВД	Прутки кованый	отожженный	680	1000	13		
Х12НМБФ-Ш	Прутки кованый	закалка	800-950	900-1000	13-17	60-65	3,45-3,75

Інноваційна складова розробки

Дослідна установка для зміцнення поверхні каналу ствола за допомогою енергії ультразвуку



Загальна схема конструкції експериментального віброударного ультразвукового стану
(заявка № u202204642, від 08.12.22)



Зовнішній вигляд блоку
електронної системи
керування

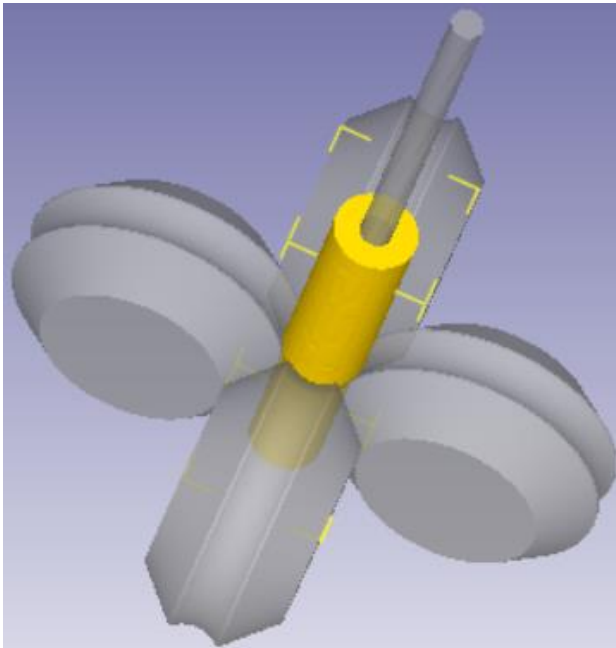


Ультразвукові приводи з електронною системою керування

Оцінка НДС заготовки та технологічних параметрів процесів при реалізації перспективних схем навантаження шляхом моделювання в програмному комплексі DEFORM

Вихідні параметри для моделювання наведені далі:

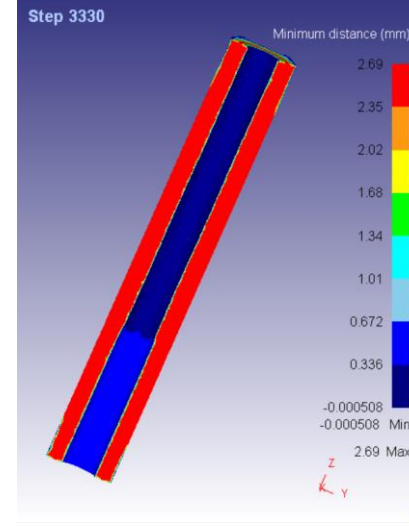
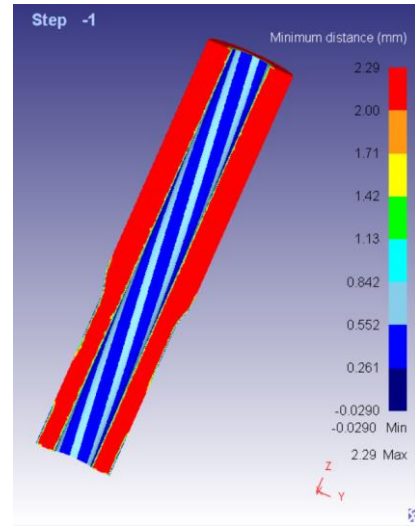
- матеріал заготовки – сталь 30ХНМА;
- зовнішній діаметр заготовки – 23 мм;
- обтиск заготовки з 23 мм до 20 мм
- кінцевий внутрішній діаметр – 9 мм
- зазор між внутрішнім діаметром та оправкою – 0,05-0,5 мм



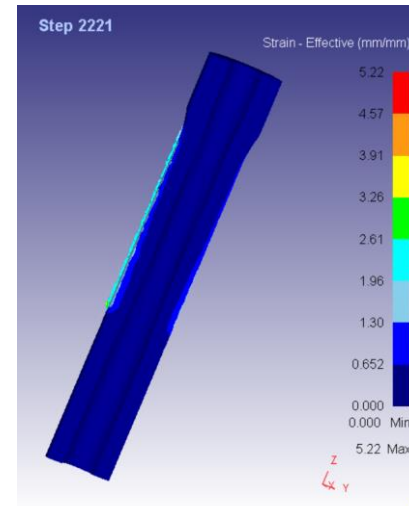
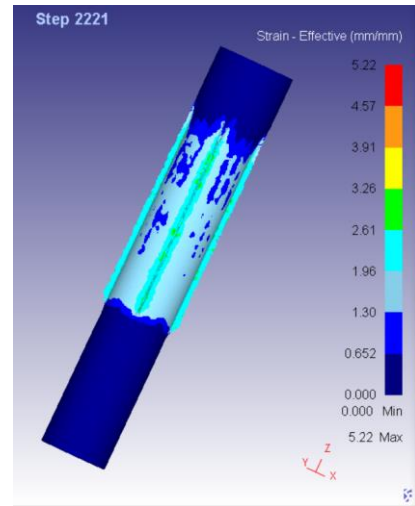
Процес обкатки заготовки роликми

Прокатування в роликах

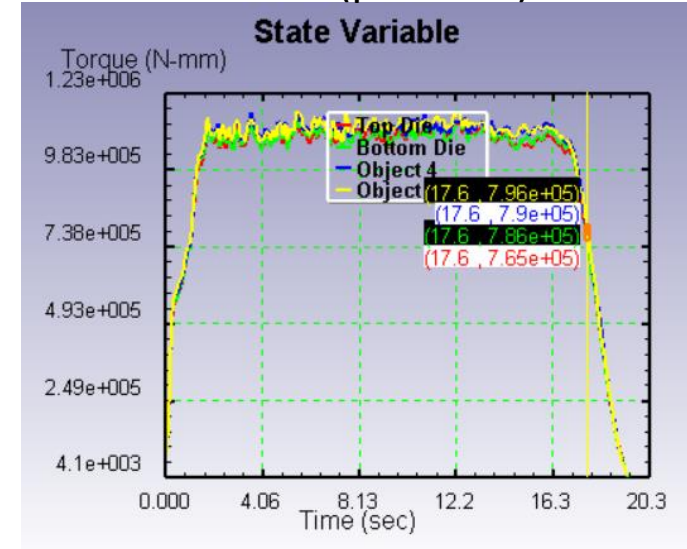
Процес формування внутрішньої поверхні



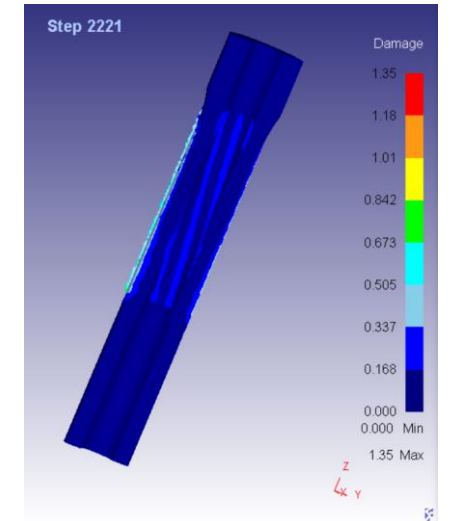
Розподіл інтенсивності деформації



Графік крутного моменту на 4-х валках (роликах)



Розподіл запасу пластичності



Інноваційна складова розробки

1) Дослідна установка для прокатування трубчастих заготовок для отримання полігонального профілю каналу ствола

Технології виготовлення та зміцнення полігонального каналу ствола стрілецької зброї **207**

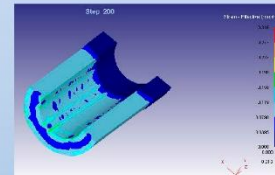
Ми пропонуємо

Комплексну технологію та обладнання для виготовлення та зміцнення полігонального каналу ствола стрілецької зброї, шляхом пластичного деформування ствольної заготовки та ультразвукової обробки поверхневого шару в умовах гідродинамічної кавітації.



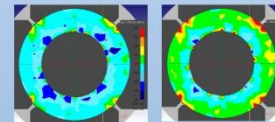
Нинішній статус та досягнення

- Патенти України: №55115, №59784, №106159, №106170, №106763
- Експериментальне та теоретичне обґрунтування процесу
- Результати лабораторних випробувань
- Виготовлення експериментальних зразків стволів та оснащення



Переваги

- Зниження трудомісткості процесу виготовлення на 25-35%
- Скорочення терміну підготовки виробництва на 30-40%
- Можливість автоматизації процесу
- Підвищення тактико-технічних характеристик зброї



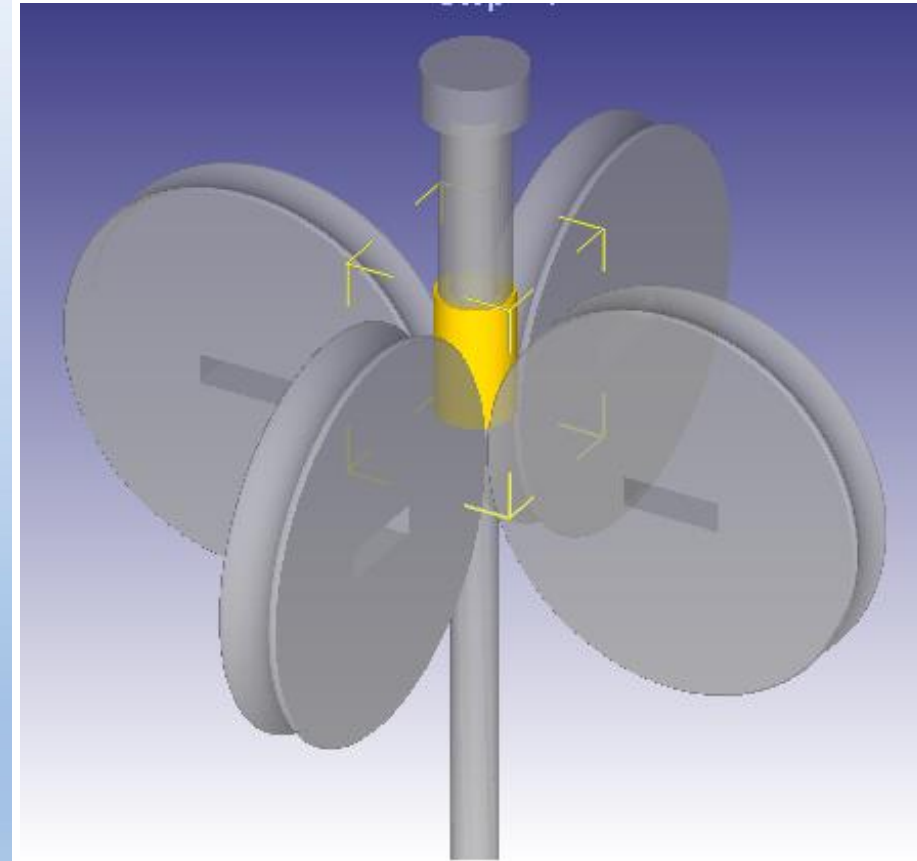
Команда проекту

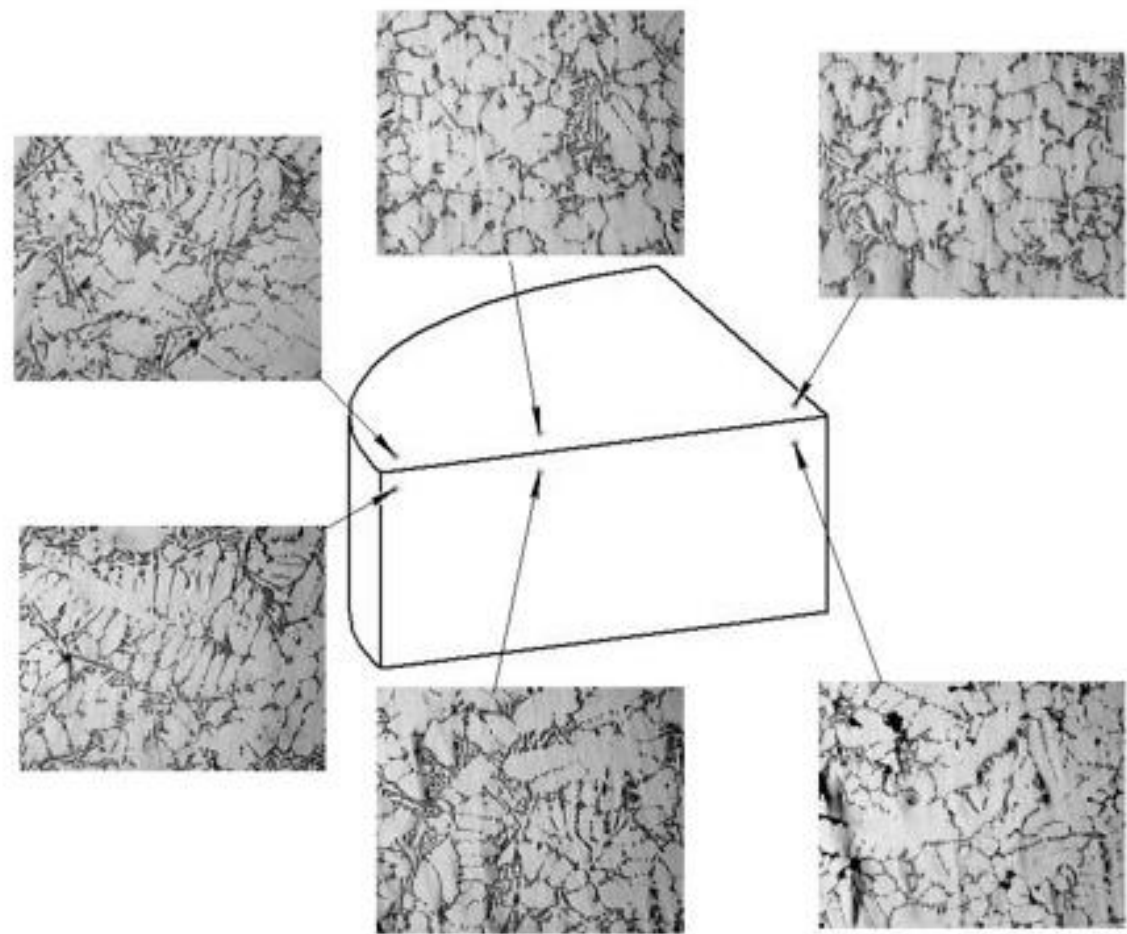
Гойш Сергій
Тітов Вячеслав
Луговський Олександр
Розов Юрій
Холявік Ольга

керівник проекту
відповідальний виконавець
відповідальний виконавець
відповідальний виконавець
інженер-конструктор

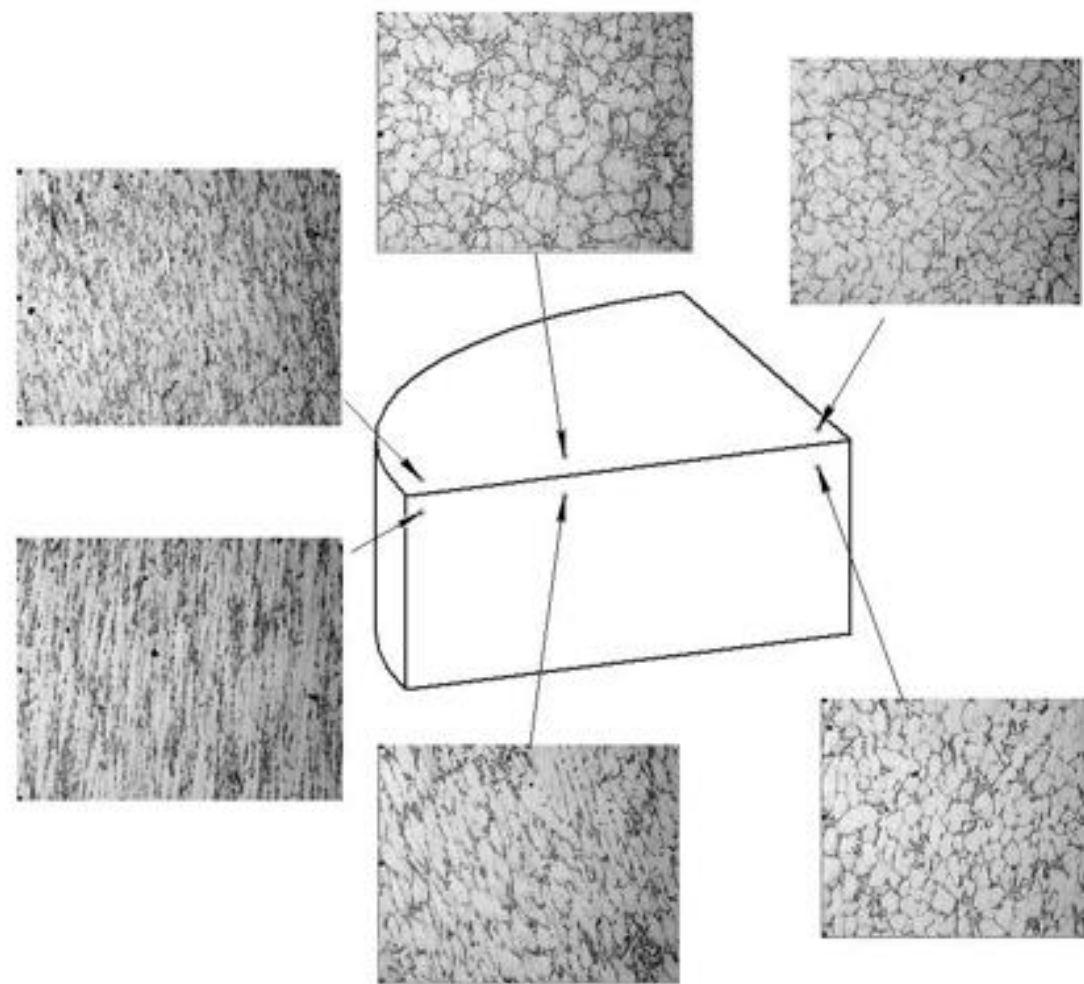
Орлік Михайло
Мовчанюк Андрій
Кліско Андрій
Федорчук Дмитро

інженер-конструктор
інженер-конструктор
провідний фахівець
провідний фахівець



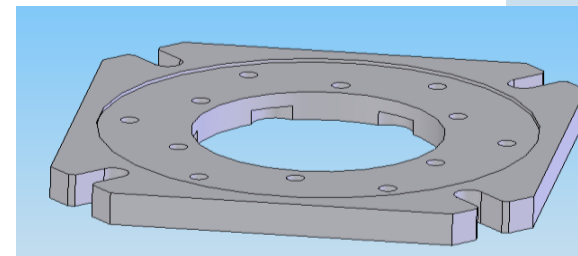
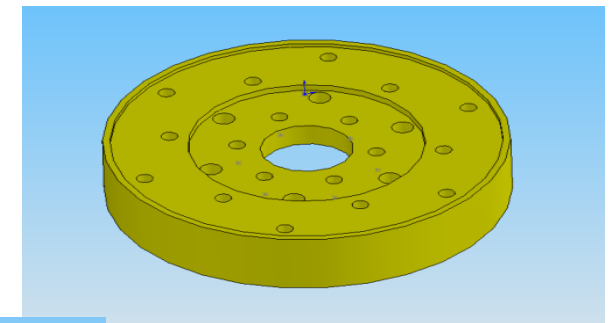
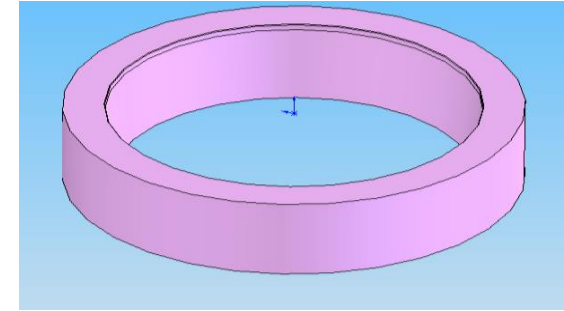
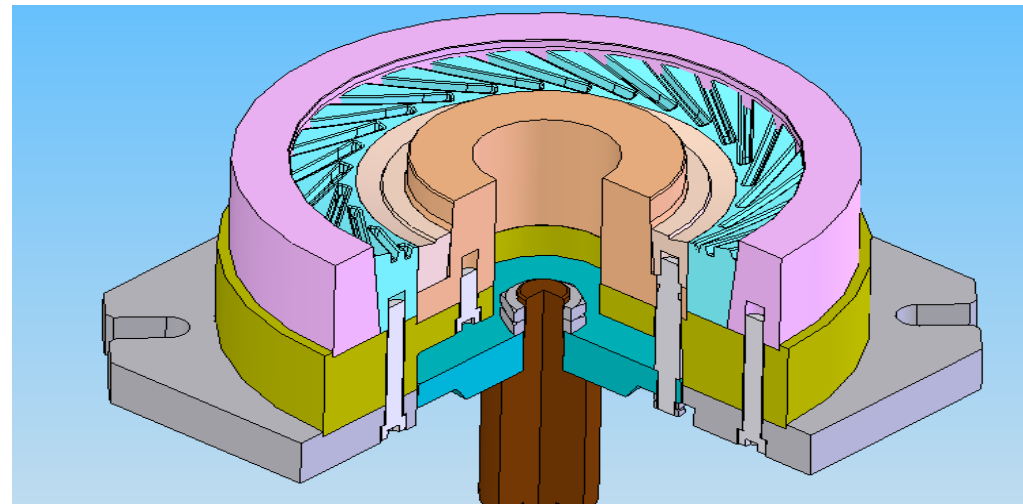
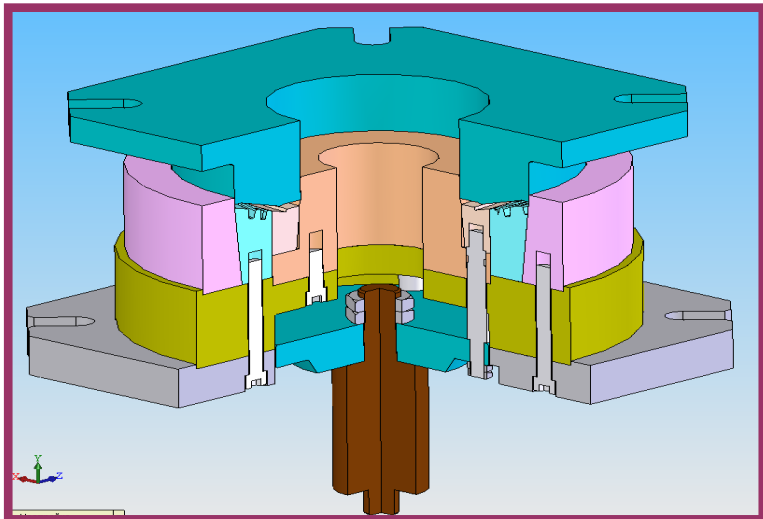
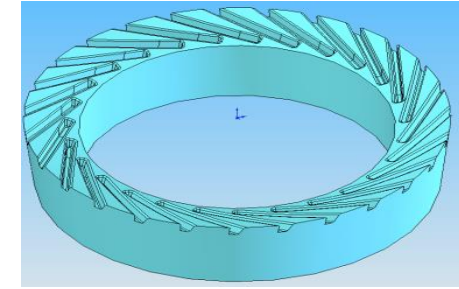
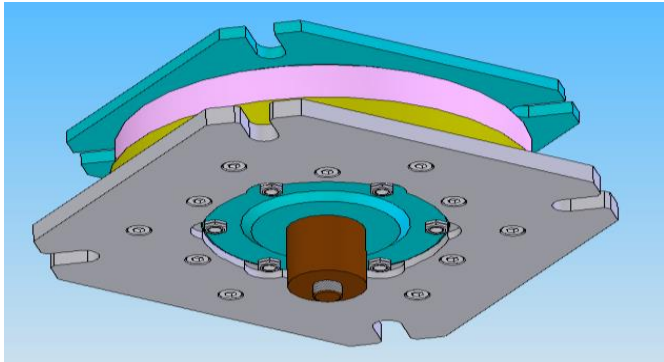


без обработки



после обработки

Технологічне оснащення



Експеримент по ізотермічному штампуванню моноколеса з аксіальним розташуванням лопаток



Науковий напрямок (проф. Тітов В.А.)
Забезпечення ресурсу та експлуатаційної надійності виробів машинобудування
технологічними методами

№ п/п	Напрямки роботи	Диплом бакалавра	Диплом магістра	Диплом PhD	Участь студентів	
					З оплатою	Без оплати
1	Технології формування параметрів якості поверхневого шару деталей	-	+	+	-	1
2	Процеси виготовлення стволів СЗ (стрілецької зброї) з полігональним каналом	+	+	+	2	1
3	Модифікація структури металів в умовах великих пластичних деформацій зсуву	+	⊕		1	1
4	Дослідження процесів надпластичності для формоутворення деталей з Al та Ti сплавів	-	+	⊕	1	1
5	Процеси формоутворення деталей ГТД з тонкостінними елементами з Ti сплавів	+	+	+	1	1
6	Процеси виготовлення конструкцій з композиційних матеріалів (КМ)	-	+	+	-	1
7	Відпрацювання технологічних властивостей нових металів, сплавів, КМ	-	+	+	1	1