

Scientific Collection «InterConf»

---

**No 181**

December, 2023

THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 12<sup>th</sup> International  
Scientific and Practical Conference

**CHALLENGES IN  
SCIENCE OF NOWADAYS**

WASHINGTON, USA

December 6–8, 2023



WASHINGTON  
2023

## UDC 001.1

**S 40** *Scientific Collection «InterConf»*, (181): with the Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference «Challenges in Science of Nowadays» (December 6–8, 2023; Washington, USA) / comp. by LLC SPC «InterConf». Washington: EnDeavours Publisher, 2023. 461 p.  
ISBN 979-1-293-10109-3 (series)

### EDITOR

**Anna Svoboda**

Doctoral student  
University of Economics;  
Czech Republic  
annasvobodaprague@yahoo.com

### COORDINATOR

**Mariia Granko**

Coordination Director  
LLC Scientific Publishing Center  
«InterConf»; Ukraine  
info@interconf.center

### EDITORIAL BOARD

Temur Narbaev (DSc in Medicine)  
Tashkent Pediatric Medical Institute,  
Republic of Uzbekistan;  
temur1972@inbox.ru

Nataliia Mykhalitska (PhD  
in Public Administration)  
Lviv State University of  
Internal Affairs; Ukraine

Dan Goltzman (Doctoral student)  
Riga Stradiņš University;  
Republic of Latvia;  
goltzman.dan@inbox.lv

Katherine Richard (DSc in Law),  
Hasselt University; Kingdom of Belgium  
katherine.richard@protonmail.com;

Bashirov Ansar (Doctor of Medicine),  
EMIH of Almaty region,  
Republic of Kazakhstan

Stanyslav Novak (DSc in Engineering)  
University of Warsaw; Poland  
novaks657@gmail.com;

Kanako Tanaka (PhD in Engineering),  
Japan Science and Technology  
Agency; Japan;

Mark Alexandr Wagner (DSc. in Psychology)  
University of Vienna; Austria  
mw6002832@gmail.com;

Elise Bant (LL.D.),  
The University of Sydney; Australia;

Richard Brouillet (LL.B.),  
University of Ottawa; Canada;

Kamilə Əliağa qızı Əliyeva (DSc  
in Biology)  
Baku State University; Republic of Azerbaijan

Dmytro Marchenko (PhD in Engineering)  
Mykolayiv National Agrarian University  
(MNAU); Ukraine;

Svitlana Lykholat (PhD in Economics),  
Lviv Polytechnic National University; Ukraine

Viktor Yanchenko (PhD in Pharm. Sc.),  
T.H. Shevchenko National University  
«Chernihiv Colehium»; Ukraine

Rakhmonov Aziz Bositovich (PhD in Pedagogy)  
Uzbek State University of World Languages;  
Republic of Uzbekistan;

Mariana Vereskliia (PhD in Pedagogy)  
Lviv State University of Internal Affairs;  
Ukraine

Dr. Albenia Yaneva (DSc. in Sociology  
and Antropology),  
Manchester School of Architecture; UK;

Vera Gorak (PhD in Economics)  
Karlovarská Krajská Nemocnice; Czech Republic  
veragorak.assist@gmail.com;

Polina Vuitsik (PhD in Economics)  
Jagiellonian University; Poland  
p.vuitsik.prof@gmail.com;

Alexander Schieler (PhD in Sociology),  
Transilvania University of Brasov; Romania  
alexandrds.schieler@protonmail.ch

George McGrown (PhD in Finance)  
University of Florida; USA  
mcgrown.geor@gmail.com;

Vagif Sultanly (DSc in Philology)  
Baku State University; Republic of Azerbaijan

Larysa Kupriianova (PhD in Medicine)  
Humanitas University, Italy

**Please, cite as shown below:**



1. Surname, N. & Surname, N. (2023). Title of an article. *Scientific Collection «InterConf»*, (181), 21–27. Retrieved from <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding...>

This issue of Scientific Collection «InterConf» contains the materials of the International Scientific and Practical Conference. The conference provides an interdisciplinary forum for researchers, practitioners and scholars to present and discuss the most recent innovations and developments in modern science. The aim of conference is to enable academics, researchers, practitioners and college students to publish their research findings, ideas, developments, and innovations.




**Scientific Collection «InterConf» and its content are indexed in Google Scholar**

© 2023 Authors  
© 2023 EnDeavours Publisher  
© 2023 LLC SPC «InterConf»




## ENERGETICS

	Білюк І.С. Савченко О.В. Костенко Ю.О. Мухін О.А. Камишанов О.М. Катарамма В.О.	АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАКТОРА	330
	Білюк І.С. Савченко О.В. Ростовцев К.І. Кветка К.М. Попов Ю.О. Кулик М.А.	СПОСІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПОВОРОТУ ПОРТАЛЬНОГО КРАНА	336



## PHYSICS AND MATHS

	Həsənov A.İ.	DİFERENSIAL HESABININ TEOREMLƏRİNİN TƏTBİQİ İLƏ TƏNLIKLƏRİN HƏLLİNİN ARAŞDIRILMASI	344
	Starodub Yu. Veseliivskyy R. Smolyak D. Hushchak R.	ECOLOGY-GEOPHYSICAL ENVIRONMENT EEXPERIMENTAL STUDIES OF THE COATING BASED ON POLYSILOXANE FOR STEEL BUILDING STRUCTURES	354
	Кондратенко П.О.	КВАЗІПЕРІОДИЧНІ КАТАСТРОФІЧНІ ЯВИЩА НА ЗЕМЛІ	361

## AGROTECHNOLOGIES AND AGRICULTURAL INDUSTRY

	Бутенко А.О. Кривошей Д.В. Міщенко К.О. Кравець В.В.	СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ЛІНІЙ І ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ДО ХВОРОБ	370
	Пелехата Н.П. Карплюк І.В.	ТОВАРНІ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ПЕРСПЕКТИВНИХ ФОРМ ВЕДМЕЖОГО ГОРІХА	375
	Пелехатий В.М. Перцевой Д.Д.	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН НА КЛОНОВІЙ ПІДЩЕПІ ЗА РІЗНИХ СХЕМ САДІННЯ	377

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

	Гороховський В.О. Гордеев А.І. Самарук Н.М.	СПОСІВ СТАТИЧНОГО БАЛАНСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ТОКАРНИХ ПРИСТРОЇВ ІЗ ВСТАНОВЛЕНОЮ ЗАГОТОВКОЮ В ПРОЦЕСІ ЇХ ПРОЄКТУВАННЯ	380
	Ядулла Г.А. Мамедова У.Д.	ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	390

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

### Спосіб статичного балансування спеціальних токарних пристроїв із встановленою заготовкою в процесі їх проєктування

**Гороховський Віктор Олександрович<sup>1</sup>, Гордєєв Анатолій Іванович<sup>2</sup>,  
Самарук Наталія Миколаївна<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> аспірант, кафедри технології машинобудування;  
Хмельницький національний університет; Україна

<sup>2</sup> доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології машинобудування;  
Хмельницький національний університет; Україна

<sup>3</sup> кандидат педагогічних наук, доцент, доцент  
кафедри вищої математики та комп'ютерних застосувань;  
Хмельницький національний університет; Україна

**Анотація.** Запропоновано методикку статичного балансування спеціальних токарних пристроїв на етапі проєктування. У програмному продукті CAD системи будується 3D-модель деталі та 3D-модель спеціального токарного верстатного пристрою у масштабі 1:1, проводиться графічне встановлення деталі у пристрій та за допомогою опції CAD системи, визначається маса та центр їх ваги, створюється графічна проєкція спеціального токарного пристрою з деталлю із якої визначаються координати центра ваги, радіус прикладення противаги та розраховують її масу. У програмному продукті CAD системи будується 3D-модель противаги за визначною масою та графічно встановлюється на спеціальний токарний пристрій за визначеним радіусом і за допомогою опції CAD системи проводиться перевірка координат центра ваги статично збалансованого спеціального токарного пристрою. Запропонований спосіб статичного балансування спеціальних токарних пристроїв в процесі проєктування, за допомогою програмного продукту SolidWorks, дає можливість скоротити витрати часу на проведення натурного статичного балансування та підвищити його точність завдяки зменшенню впливу суб'єктивних факторів при вимірюванні.

**Ключові слова:** спосіб статичного балансування, спеціальний токарний пристрій, координати центра ваги, противага.

Завданням статичного балансування є приведення центра мас обертального складного об'єкта на вісь обертання шляхом зміни розподілу маси. Наука про балансування обертальних складних об'єктів об'ємна і різноманітна. Існують способи статичного балансування, динамічного балансування обертальних складних об'єктів на верстатах і у власних підшипниках. Балансують різні обертальні складні об'єкти від гіроскопів і

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

шліфувальних кругів, до роторів турбін і суднових колінчастих валів. Створено безліч пристосувань, верстатів та приладів із застосуванням новітніх розробок в галузі приладобудування та електроніки для балансування різних обертальних складних об'єктів. Що стосується агрегатів, що працюють в теплоенергетиці, нормативною документацією по насосах, дымососам і вентиляторів пред'являються вимоги по статичного балансування робочих коліс і динамічного балансування роторів.

В машинобудуванні, при обробленні на токарних верстатах складних по конфігурації заготовок, виникає завдання проектування верстатних обертальних пристроїв, що встановлюються на шпindel токарного верстата із несиметричною заготовкою. У такому випадку, якщо не провести статичне балансування, виникає зміщення центра ваги системи та при обробці різанням будуть виникати значні періодичні коливання технологічної системи верстат-пристрій-інструмент-заготовка (ВПІЗ), які називають вібраціями.

Вібрації технологічної системи викликають підвищене зношування деталей і вузлів верстата, збільшують зношування різального інструменту, погіршують якість обробленої поверхні, знижують точність обробки та обмежують продуктивність роботи верстата.

Вимушені коливання виникають під дією зовнішньої періодичної збурювальної сили. У верстатах періодичну силу може викликати ряд причин, головними з яких є переривчастий процес різання та дисбаланс мас, що обертаються. Інтенсивність вимушених коливань залежить від величини збурювальної сили і ступеню збігання її частоти із частотою власних коливань системи ВПІЗ, тобто, імовірності виникнення явища резонансу [1,2].

Статичне балансування, в результаті якого зміщений при обробці деталі центр мас повертається на вісь обертання, може бути проведене за допомогою досить простих пристроїв.

Якщо деталь, що потребує балансування, покласти цапфами на дві паралельні горизонтальні сталеві призми, то вона буде перекочуватися по призмах доти, поки центр мас не займе найнижче положення, тобто буде розташований внизу на вертикалі, що проходить через її вісь обертання (рис. 1).

Довжина призм береться такою, щоб деталь вільно могла робити не менше двох вільних обертів. Прикріплюючи у верхній частині деталі пробний вантаж (противагу), можна домогтися її байдужого кутового положення на призмах. Противагу кріплять на певному радіусі. Часто замість встановлення противаг з

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

протилежного боку видаляють частину металу деталі з боку дисбалансу (наприклад, висвердлюють отвори). Як противаги іноді використовують свинець, який заливають у спеціально висвердлені отвори.

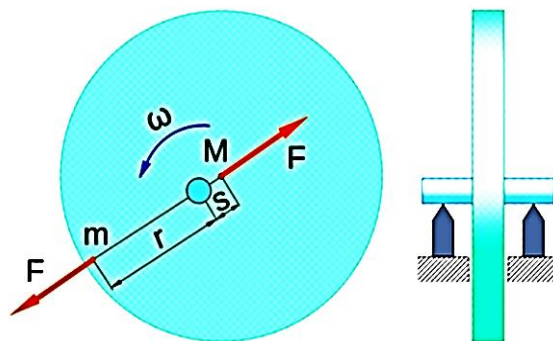


Рисунок 1

**Схема визначення найнижчого положення центру мас**

Усунення незрівноваженості шляхом висвердлювання отворів використовується, наприклад, при балансуванні колінчастих валів двигунів внутрішнього згорання. Найчастіше для статичного балансування застосовують пристрої, в яких замість сталевих призм застосовуються дві пари загартованих сталевих роликів, що вільно обертаються у підшипниках кочення. Усунення можливості появи критичних вимушених коливань пов'язане, у першу чергу, зі зменшенням величини збурювальних сил, що досягається балансуванням системи деталь-верстатний пристрій, тобто, усуненням статичної незрівноваженості, яка виникає тоді, коли центр ваги системи деталь-пристрій розміщується не на осі її обертання.

У загальному випадку маса виробу, що встановлений в спеціальному пристрої для оброблення несиметричних деталей, розташовується відносно осі обертання шпинделя із зміщенням. Тому у статичному стані, тобто, коли система перебуває в спокої, центр її ваги завжди буде прагнути зайняти нижнє положення (рис. 2, а) – система статично незбалансована.

Стан рівноваги може бути досягнутий шляхом видалення частини металу деталі свердлуванням, спилуванням або фрезеруванням з боку незрівноваженої маси або додаванням противаги. В останньому випадку для врівноваження деталі з діаметрально протилежного боку додають вантаж масою  $T_2$  з таким розрахунком, щоб момент  $T_2 \cdot L_2$  дорівнював моменту незрівноваженої маси  $T_1 \cdot L_1$ , а, отже, виконувалась умова статичного балансування

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

$$T_1 \cdot L_1 = T_2 \cdot L_2 \quad (1)$$

де  $T_1$  – маса неврівноваженої деталі;  
 $T_2$  – маса вантажу, що врівноважує;  
 $L_1, L_2$  – їх відстані від осі обертання.

За цієї умови система буде знаходитися у стані рівноваги у будь-якому положенні, так як центр її ваги буде лежати на осі обертання (рис. 2, б).

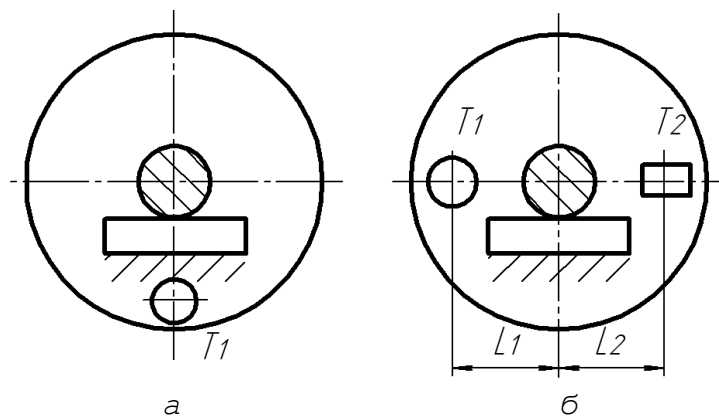


Рисунок 2

**Схема статичного врівноваження деталей: а – неврівноважена система; б – врівноважена система;  $T_1$  – маса неврівноваженої деталі;  $T_2$  – маса вантажу, що врівноважує;  $L_1, L_2$  – їх відстані від осі обертання**

Так як, точність статичного балансування багато в чому залежить від якості поверхонь цих деталей, то поверхні призми, стрижнів чи роликів мають бути ретельно оброблені [2].

Відомий спосіб статичного балансування обертальних мас, при якому визначається опір коченню деталі, при умові, що контакт між цапфами і призмами є точковим. [3]. Але використання цього способу не дає прямого визначення маси противаги та потребує здійснення декількох практичних спроб для визначення маси противаги.

Відомий спосіб [4] який полягає в тому, що тіло для балансування кладуть цапфами на паралельні призми з низьким тертям, після чого тіло відхиляють вліво, а потім вправо та після повернення і зупинки центра ваги тіла у найнижчому положенні на торці деталі наносять дві діаметральні риски відповідних зупинок і отримують кут, на бісектрисі якого лежить істинний центр ваги тіла, потім довільно задають радіус прикладення противаги та обчислюють опір коченню при

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

точковому контакті і потім розраховують масу противаги.

Для складних систем, таких як спеціальні верстатні пристрої, виникає потреба проводити статичне балансування на самому верстаті, закріплюючи їх у шпинделі де у підшипниках виникають значні сили тертя, що знижує точність балансування.

Для підвищення точності статичного балансування та скорочення часу на його виконання, без практичних спроб для визначення маси противаги, запропоновано проводити його вже на етапі проектування верстатного пристрою, що зручно та ефективно можна реалізувати при застосуванні програмного продукту SolidWorks. Розглянемо це на прикладі статичного балансування спеціального токарного пристрою для підрізання торця деталі «Корпус» та розточування його основного отвору (рис. 3).

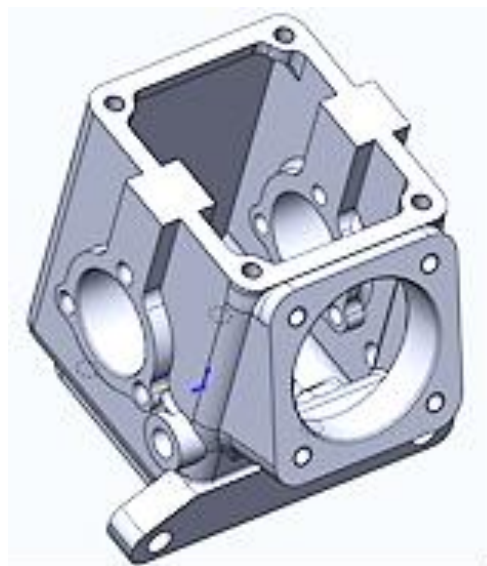


Рисунок 3

**3D-модель деталі виконана у програмному продукті SolidWorks**

Аналіз конструкцій спеціальних токарних пристроїв показує, що в основному вони мають вигляд планшайби, що кріпиться на шпиндель верстата, на якій розташовані базові та закріплюючи елементи. Відповідно, у загальному випадку, заготовка, що встановлюється в спеціальному токарному пристрої, може бути не симетричною та елементи пристрою, що розташовуються на планшайбі, також не симетричні осі обертання (рис. 4) і відповідно центр ваги системи «заготовка-пристрій» розташовується відносно осі обертання шпинделя із зміщенням. Тому у статичному стані, коли система перебуває в

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

спокій, центр ваги завжди буде прагнути зайняти нижнє положення – система статично незбалансована, а в процесі оброблення деталі при обертанні пристрою із деталлю виникають динамічні навантаження, що ведуть до виникнення вимушених коливань – вібрації. Вібрації технологічної системи викликають підвищене зношування деталей і вузлів верстата, збільшують зношування різального інструменту, погіршують якість обробленої поверхні, знижують точність обробки та обмежують продуктивність роботи верстата.

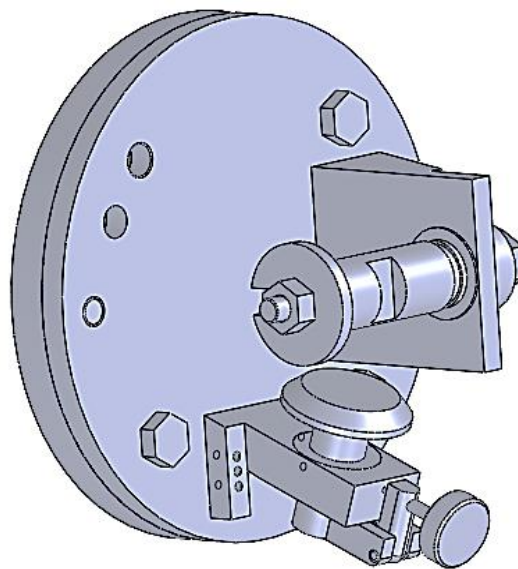


Рисунок 4

**3D-модель спеціального токарного пристрою виконана у програмному продукті SolidWorks**

У результаті аналізу функціональних можливостей **програмних продуктів** CAD-системи, а саме SolidWorks, встановлено, що при виконанні кресленників у 3D-моделюванні є можливість визначати масу та координати центру ваги складної системи, що дає можливість у подальшому за допомогою опцій вимірювання розмірів визначати радіус розташування противаги та розрахунковим методом визначати її масу.

Послідовність виконання дій при реалізації запропонованого способу наступна. У програмному продукті CAD-системи будується 3D-модель деталі (див. рис. 3) та 3D-модель спеціального токарного верстатного пристрою у масштабі 1:1 (див. рис. 4), проводиться графічне встановлення деталі у пристрій та за допомогою опції CAD-системи (рис. 5).

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

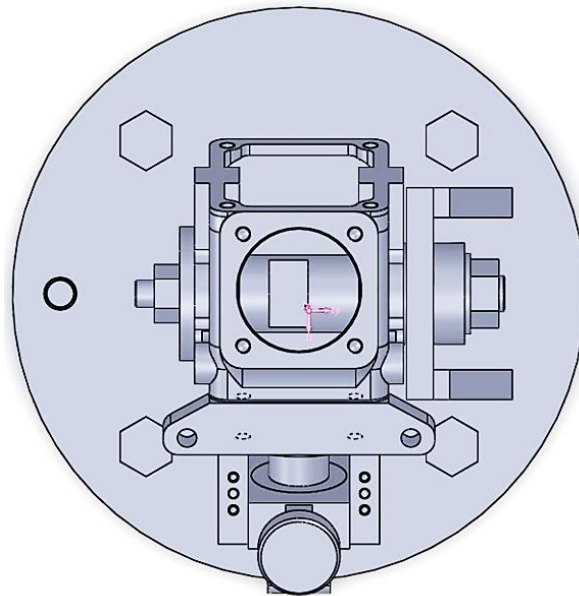


Рисунок 5

**3D-модель спеціального токарного пристрою з встановленою деталлю виконана у програмному продукті SolidWorks**

За допомогою опції CAD – системи визначається маса та координати центру ваги системи «деталь – пристрій» (рис. 6);

```
Массовые характеристики: Пристрій
Конфигурация: По умолчанию
Система координат: -- по умолчанию --

Масса = 7962.19 граммов
Объем = 7982193.86 кубических миллиметров
Площадь поверхности = 1083260.74 квадратных миллиметров
Центр тяжести (скорректировано пользователем): (миллиметры)
X = 39.00
Y = 7.00
Z = 11.46
```

Рисунок 6

**Результати розрахунку маси пристрою з встановленою деталлю та координатами центру ваги системи виконані у програмному продукті SolidWorks**

Як видно з рис. 6 центр ваги знаходиться не на осі обертання, тобто оберտальна система статично не збалансована.

Надалі створюється графічна проекція **спеціального** токарного пристрою з деталлю (рис. 7) із якої визначається натуральна відстань радіусу прикладення противаги та за формулою (2) розраховують її масу.

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

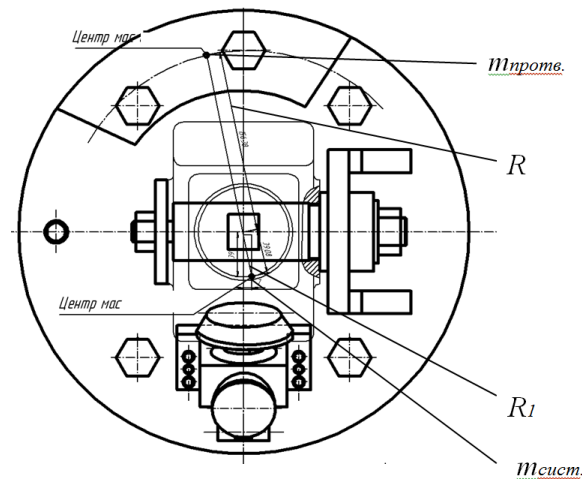


Рисунок 7

**Схема до розрахунку радіуса та маси противаги згідно ф. (2)**

Радіус ваги противаги визначають з графічної проєкції **спеціального** пристрою з деталлю та масу противаги розраховують за формулою:

$$m_{\text{прот}} = m_{\text{сист.}} \frac{R_1}{R}, \quad (2)$$

де  $m_{\text{сист}}$  – маса системи «заготовка – пристрій»;

$m_{\text{прот}}$  – маса противаги;

$R_1$  – відстань від геометричного центру токарного пристрою до центра ваги системи «заготовка – пристрій»;

$R$  – відстань від геометричного центру токарного пристрою до центру ваги противаги.

У програмному продукті CAD-системи будується 3D-модель противаги за визначеною масою (рис. 8), враховуючи конструктивну форму та елементи її кріплення.

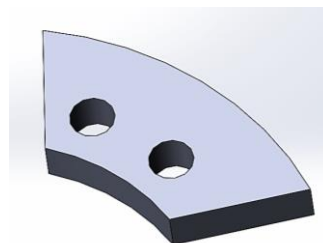


Рисунок 8

**3D-модель противаги виконана у програмному продукті SolidWorks**

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

Далі за допомогою опцій програмному продукті CAD – системи противага графічно встановлюється на **спеціальний** токарний пристрій за визначеним радіусом (рис. 9).

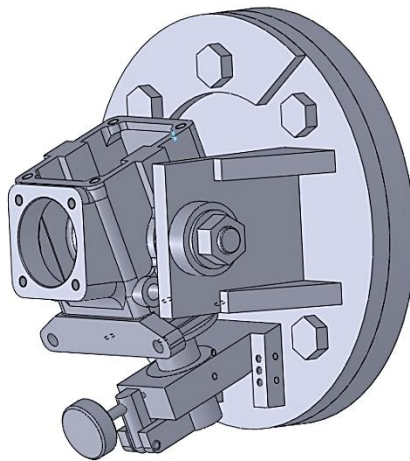


Рисунок 9

**3-D модель спеціального токарного пристрою з деталлю та встановленою противагою**

За допомогою опцій програмного продукту CAD-системи проводиться перевірка розташування координат центра ваги статично збалансованого спеціального токарного пристрою із заготовкою (рис. 10).

Массовые характеристики: Пристрій
Конфигурация: По умолчанию
Система координат: -- по умолчанию --
Масса = 9921.97 граммов
Объем = 8250516.79 кубических миллиметров
Площадь поверхности = 1145855.80 квадратных миллиметров
Центр тяжести (скорректировано пользователем): (миллиметры)
X = 0.00
Y = 0.10
Z = 0.00

Рисунок 10

**Результати розрахунку маси пристрою з противагою та координат центру ваги, статично збалансованого спеціального токарного пристрою, виконані у програмному продукті SolidWorks**

З аналізу результатів розрахунку (рис. 8), центр ваги знаходиться на осі обертання по координатам X та Z. По координаті Y є незначне не співпадання на 0,1 мм. З урахуванням точності виготовлення пристрою та противаги, точності її встановлення ( $\pm 0,1$  мм) можна вважати, що оберտальна система «пристрій – заготовка» статично

## GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

збалансована.

Таким чином, застосування запропонованого способу статичного балансування спеціальних токарних пристроїв із встановленою заготовкою в процесі проектування, за допомогою програмного продукту SolidWorks, дає можливість скоротити витрати часу на проведення натурного статичного балансування та підвищити його точність, завдяки отриманню точних розмірів елементів пристрою та противаги, координат отворів для кріплення при її створенні у програмному продукті.

### References:

- [1] Левитский Н. И. Колебания в машинах. М.: Наука, 1988. 336 с.
- [2] Современные методы и средства балансировки машин и приборов / Под ред. В. А. Щепетильникова М.: Машиностроение, 1985. 232 с.
- [3] Бондаренко Л. М., Довбня М. П., Ловейкін В. С. Деформаційні опори в машинах. Дніпропетровськ: Дніпро-VAL, 2002, стор. 22.
- [4] Патент на винахід № 85520 МПК G01L 3/00. Спосіб визначення маси противаги при статичному балансуванні. Бондаренко Л. М., Бондаренко Б. М. u200707114. Заявл.25.06.2007. Опубл.26.01.2009, Бюл. № 2.