

20  
 Сахасту  
 14.06.2019

Міністерство освіти і науки України  
 Національний технічний університет  
 «Дніпровська політехніка»

Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
 А.В. Касьянова

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра**

студента

Касьянової Антоніни Василівни  
 (ПІБ)

акademicкої групи

ГМММ-15

Галузь знань: «0505 Машинобудування та матеріалобробка»

Напрямок підготовки: «0503 Машинобудування»

на тему: **Розробка технічного проекту ковша гідролінійного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття»**

(назва за наказом ректора)

Кваліфікаційної роботи розділів:	Прізвище, ініціал	Оцінка за шкалою рейтинговою інтегрованою		Підпис
		Оцінка	Відмітка	
кваліфікаційної роботи	Москальова Т.В.	95	Відмінно	<i>[Signature]</i>
Конструкторський	Москальова Т.В.	95	Відмінно	<i>[Signature]</i>
Експлуатаційний	Москальова Т.В.	95	Відмінно	<i>[Signature]</i>
Рецензент	Савишин В.В.	98	Відмінно	<i>[Signature]</i>
Нормоконтролер	Касьянов В.Ю.	98	Відмінно	<i>[Signature]</i>



Дніпро  
 2019

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри гірничих машин та інжинірингу)

(підпис) Москальова Т.В.  
Заболотний К.С.  
(прізвище, ініціали)  
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
2019

### ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра

студенту **Касьяновій А.В.** академічної групи **ГММ-15-1**  
(прізвище та ініціали) (шифр)  
Галузь знань: «0505 Машинобудування та матеріалообробка»

Напрямок підготовки: «050503 Машинобудування»

на тему: «Розробка технічного проекту ковша гідралічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 816-л від 29.05.2019 р.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	На основі аналізу існуючих аналогів грейферів технічний проект ковша гідралічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття	14.06.2019
Експлуатаційний	Розробити та обґрунтувати заходи щодо безпечного монтажу обслуговування та експлуатації гідралічного грейфера RGS14.	14.06.2019

**Завдання видані**  
Дата видачі **17.01.2019**  
(підпис керівника)

Москальова Т.В.  
(прізвище, ініціали)

**Прийнято до виконання**  
(підпис студента)

**17.06.2019**  
Касьянова А.В.  
(прізвище, ініціали)

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 60 стр., 24 рисунки, 9 джерел інформації, 6 додатків

**Об'єкт розробки** – механічні процеси, що виникають при роботі гідравлічного грейфера RGS14.

**Предмет розробки** – геометричні параметри, що визначають міцність, жорсткість та продуктивність конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття.

**Мета кваліфікаційної роботи** – розробка конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14, що забезпечує задані характеристики і має мінімальну масу.

**Результати розробки** – в результаті забезпечення конструкцією ковша заданих характеристик розроблено конструкторську документацію гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття.

**Результати розробки** було докладено на наукових конференціях:

1. Касьянова. Аналіз руху щелеп ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття / Москальова Т.В. // Наука, весна – 2019: Матеріали X Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро, 25 квітня 2019 року) – ДНУ ДП, 2019.
2. Касьянова. Розробка конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття / Москальова Т.В. // Тиждень студентської науки – 2019: Матеріали 74 Всеукраїнської науково-технічної студентської конференції (Дніпро, 8-12 квітня 2019 року) – Д.: НТУ ДП, 2019.

ГМІ.РК 15.01.00.000 ПЗ				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Касьянова		
Перевірив		Москальова		
Н. контр.		Кукуш		
Затвердив		Болотний		
			Лит.	Аркуш
			1	1
НТУ «ДП», ГММ-15-1				

У вступі наведено коротке обґрунтування необхідності розробки конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття.

В конструкторському розділі розглянуто: класифікація грейферів, загальні відомості про сортувальні грейфери, особливості експлуатації сортувального грейфера, приведені призначення, області використання та технічна характеристика сортувального грейфера. Розглянуто недоліки та переваги конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14, при цьому конструкторські розробки в забезпеченні проектування ковша.

В експлуатаційному розділі розглянуто технічні рішення по розробленню конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття, розроблені заходи щодо охорони праці при роботі грейфера, розглянуто питання безпеки експлуатації сортувального грейфера.

**Ключові слова:** ГІДРАВЛІЧНИЙ ГРЕЙФЕР, КОВШ, ЩЕЛЕПА, СОРТУВАННЯ, БУДІВЕЛЬНЕ СМІТТЯ.

Графічна частина проекту складається з 1-х листів формату А4.

									Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.РК.19.01-00.00.000 ПЗ				2

## ЗМІСТ

Вступ	Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»	5
Розділ 1	Конструкторський	7
1.1	Характеристики підприємства ТОВ «Г рабірон»	7
1.2	Класифікація та основні характеристики грейферів	8
1.3	Загальні відомості про сортувальні грейфери	17
1.4	Завдання на проектування	18
1.5	Опис конструкції гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття	19
1.6	Опис конструкції щелеп ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття	21
1.7	Заміна вузлів грейфера RGS14 ланками	22
1.8	Вихідні дані, що визначають геометричні параметри ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття	23
1.9	Визначення заданих кутів поєднання щелеп ковша в місці переміщень циліндра	25
1.9	Визначення статичних і врівноважуючих зусиль у вузлах ковша гідравлічного грейфера RGS14	28
1.10	Висновки по розрахункам конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14	34
1.11	Статичний аналіз конструкції ковша грейфера RGS14	35
1.11.1	Статичний аналіз конструкції ковша грейфера RGS14 без вантажу	35
1.11.2	Статичний аналіз конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14 під дією ваги вантажу при вертикальному положенні стріли экскаватора	40

ГМІ.РК 15.01.00.000 ПЗ				
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Касьянова		
Перевірив		Москальова		
Н. контр.		Кушнір		
Затвердив		Молотний		

Літ.	Аркуш	Аркушів
3	2	2

НТУ «ДП», ГММ-15-1

1.11.3 Статичний аналіз конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14 під дією ваги вантажу при горизонтальному положенні стріли екскаватора	44
2. Висновки конструктора	49
Розділ 2 Експлуатаційний	51
2.1 Експлуатаційний підрозділ	51
2.1.1 Монтаж гідравлічного грейфера RGS14	51
2.1.2 Пробний запуск	51
2.1.3 Експлуатація обладнання	52
2.1.4 Обмеження щодо використання обладнання	53
2.1.5 Транспортування	53
2.1.6 Зберігання гідравлічного грейфера RGS14	54
2.1.7 Тривале зберігання	54
2.1.8 Технічне обслуговування	54
2.1.9 Перевірочні кріплення (болтів)	55
2.1.11 Графік перевірок	56
2.1.12 Контроль рівня нагородження мастильних матеріалів і рідин	56
2.2 Висновки по експлуатаційному розділу	57
Висновки	58
Передпослання	60
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	61
Додаток Б Специфікації до складальних креслень	62
Додаток В Протокол кваліфікаційної роботи	63
Додаток Г Відгук нормоконтролера	64
Додаток Д Відгук керівника кваліфікаційної роботи	65
Додаток Е Рецензія на кваліфікаційну роботу	66

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

## ВСТУП

Сортувальні грейфери - обладнання, яке виконувати широкий спектр завдань пов'язаних з переміщенням і навантаженням каменю, засипанням, виїмкою ґрунту, переміщенням предметів різної форми, обсягу та ступеня твердості, а також для інших сортувальних і демонтажних робіт.

Грейфер відноситься до видів вантажно-розвантажувальних пристроїв, завдання яких полегшити маніпуляції при здійсненні вантажно-розвантажувальних робіт. Застосування грейферів не обмежено якоюсь однією галуззю - їх можна зустріти на будівельних майданчиках, на промислових, переробних підприємствах, в видобувних кар'єрах в якості робочого елемента виробничих процесів.

Принцип роботи всіх грейферних механізмів зачерпування матеріалів чи вантажів щелепами грейфера. Кількість підйомного обсягу визначається при цьому його вантажопідйомністю бази, а власною вагою і об'ємом грейфера - розподілом маси вантажу в вузлах і опором при черпанні.

Міशनною метою даного проекту є необхідність розробити конструкцію ковша з двома щелепами для гідравлічного грейфера призначеного для демонтажу і сортування будівельного сміття. Грейфер призначено для використання екскаватором масою від 3,5 т до 5 т, спеціально для локального демонтажу, подальшого сортування демонтованого матеріалу і відвантаження. Дизайн грейфера повинен забезпечувати кращі експлуатаційні співвідношення вантажних характеристик, шляхом зменшення ваги ковша і обґрунтування конструкції щелеп. Тому розробка конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття є актуальною.

*ГМІ.РК.19-01-00.000 ПЗ*

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив	Касьянова					4	2
Перевірив	Москальов				НТУ «ДП», ГМмм-15-1		
Н. контр.	Кухар						
Затвердив	Заболотний						

В даному дипломному проекті були застосовані професійні інженерно-конструкторські функції фахівця з машинобудування у вигляді розробки технічного проекту ковша гідравлічного грейфера.

Для досягнення мети дипломного проекту необхідно, виходячи з функціонального призначення грейфера, допомогою принципів теоретичної механіки, а також з використанням САПР, Mathcad, Microsoft Excel і SolidWorks, визначити діючі навантаження на щелепи грейфера, виконати кінематичний і силовий розрахунок його параметрів, розробити конструкцію ковша гідравлічного грейфера RGS14 для транспортування будівельного сміття.

Робота над даним проектом пов'язана з науковим напрямком кафедри гірничих машин та інженірингу, виконана на заводі обслуговування підприємства ТОВ «Гірбірон».

#### Поставлена задача була виконана поетапно:

1. Проаналізовано існуючі технічні рішення щодо сортувальних грейферів.
2. Розроблено конструкцію щелеп ковша логічно конструкції подібних грейферів іншої ємності спроектовані підприємством ТОВ «Гірбірон».
3. Досліджено переміщення щелеп ковша.
4. Знайдено зусилля, що виникають у вузлах конструкції.
5. Проведено перевірочний розрахунок методом скінченних елементів розробленої конструкції на міцність та жорсткість.
6. Показано небезпечні виробничі фактори та заходи під час монтажу, запуску, експлуатації, зберігання та транспортування грейфера.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------



Паралельно для компанії Атлас Копко на підприємстві виробляли металоконструкції обладнання для екскаваторів.

На сьогоднішній день, на ТОВ «Граброн» виготовляють поворотні механізми для навісного обладнання екскаваторів, а й проводять наступні види робіт: повний капітальний ремонт навісного обладнання екскаваторів, ремонт гідравліки та ковшів, заміна пальців та футеровки, заміна зубців, литво деталей, заміна зубців та ножів гідроножниць.

Пастягом 12 років завдяки експортує продукції для компаній Sany. З недавнього часу на ТОВ «Граброн» виробляють основні частини для навісного обладнання компанії Atlas Copco і застосовують виробничі стандарти цих компаній у своїй продукції.

Перед стартом продажу, усі одиниці статкування проходять випробування протягом 1 місяця в робочих умовах. А перед кожним наступним продажем усі одиниці продукції випробовують на спеціальних стендах, які імітують робочі умови.

## 1.2 Класифікація та основні характеристики грейферів

Грейфер – пристосування, призначене для видобування і навантаження насипних (сипучих, пилоподібних, кускових) і штучних вантажів. Говорячи про грейфери, виділяють два основних типи, принципово відмінних за призначенням. До першого типу відносять грейферні ковші, основна мета яких – копати ґрунту. До другого – грейферні захвати, призначені для здійснення вантажно-розвантажувальних робіт.

Грейфери націлюються вантажопідйомні механізми копальна техніка така як, підйомні крани та екскаватори, на гачку стрілу яких встановлюється грейферний механізм, розширюючи сферу застосування. Конструктивна особливість грейферного ковша складається з пари щелеп, що змикають "вільну частину" без розширення меж

викопуваної області. Це знайшло широке застосування в ритті (вищенні) колодязів і бурінні свердловин.

Грейферні механізми застосовуються також при підземному видобутку будівельних матеріалів і корисних копалин. Вони діють, обладнані краном з грейферним ковшем і використовуються для видобутку піску, гравію, руди з дна річок, озер, морів і океанів.

Інженерне призначення має навантажувальний грейфер, конкретна конструкція якого залежить від типу вантажу. Для навантаження сипучих матеріалів застосовуються елементи грейфера виконуються у вигляді лопатей, що мають (в зімкнутому вигляді) форму подібну до ковшу. Щелепи для захоплення лінійних труб та інших довгих предметів мають циліндричної форми, мають форму подібну клішам. Клішчеподібний захват ідеально підходить для взяття щільних крупнокускованих вантажів (металобрухту, великого побутового сміття та ін.).

Управління грейферним пристроєм полягає виконанні двох дій: переміщення самого пристрою і маніпуляції щелепами. Залежно від кінематики управління виділяють два види грейферів: канатні і приводні (моторні).

### Канатні грейфери

Канатний грейфер приводиться в рух одним або декількома приводними барабанами з намотаними на них керуючими тросами. Лебідки, до складу яких входять ці барабани, розміщуються на підйомному механізмі, за якого підвішується грейфер. За кількістю керуючих канатів розрізняють одноканатні і багатоканатні грейфери. Останні, в свою чергу, поділяються на дво-, три- і чотирьохканатні.

Якість опанування канатного грейфера, безпосередньо залежить від його маси і швидкості змикання щелеп, яка, в свою чергу, залежить від швидкості обертання приводного барабана. Занадто швидке обертання призводить до

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

неефективного захоплення через те, що щелепи ковша не заглибитися в матеріал, що падають. Це проблема всіх полегшених канатних рейферів - надто мала вага не забезпечує достатньої прильскної сили, що особливо критично при розриві щільного грунту.

### Одноканатний рейфер

Управління даним типом рейферів здійснюється за допомогою каната, відповідальний як за підйом, так і за замикання щелеп. Головна перевага полягає в тому, що використовувати його можуть підйомні пристрої, що вміщують всього однієї лебідкою. Одноканатний рейфер не вимагає складної установки – його досить підвісити на гаку за прикріплену до нього скобу і – він готовий до роботи. Застачені переваги пояснюють його популярність: він простий в експлуатації і незамінний при проведенні робіт, що вимагають часті зміни насадок.

Загальний принцип роботи класичного одноканатного рейфера полягає в наступному. Кожна щелепа ковша зв'язана з нижньою і верхньою траверсами (опорними підставами). Зближення траверс один з одним призводять до змикання щелеп, а видалення – до розмикання. Нижня траверса рейфера є рухомою, отже, для зближення з верхньою, передбачає спеціальний запірний механізм, що складається з рухомої головки, безпосередньо або через поліспаст зв'язаний з підйомною лебідкою, і скріплюючого елемента (наприклад, гака), що кріпиться до нижньої основи. Піднімання головки, зчеплені з нижньою траверсою за допомогою вгорі цього замку, призводять до відомо верхньої і нижньої опорних частин рейферного ковша, як наслідок, замикають щелеп. Розкриття щелеп здійснюється під дією власної ваги, за умови відкритого запірної пристрою.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

Повний цикл роботи одноканатного грейфера складається з наступних етапів:

- Опускання, ледіжка підйомного механізму працює на спуск. Грейфер з повністю розкритими щелепами опускається на робочу поверхню до ківшу. Найчастіше ківш просто опускають практично "кидають", що призводить до більш глибокого впровадження щелеп в матеріал. Така техніка дозволяє ефектніше захоплювати цільні породи.

- Захоплення. Замкнутий механізм працює, і ледіжка починає працювати на підйом, що призводить до поступового змикання щелеп та захоплення матеріалу.

- Підйом. Коли щелепи повністю змикаються, барабан підйомної лебідки продовжує намотувати трос, що призводить до відриву грейферного ковша від поверхні і його подальшого підйому на необхідну висоту.

- Вивантаження. Переміщений на місце вивантаження ківш опускається на поверхню, що призводить до відкриття замка. Подальший підйом ковша призводить до його відкриття – вага вантажу висипається, і повністю розкритий ківш готовий до наступного завантаження.

Основний недолік, властивий одноканатним грейферам, розкриття замка відбувається після повного опускання ковша в момент його контакту з поверхнею. Це знижує ефективність виконання роботи. Уникнути цього допомагає спеціальний розвантажувальний тросик, який примушує до блокування замка незалежно від того, на якій висоті знаходиться ківш. Дане технічне рішення значно прискорює процедуру розвантаження, однак призводить до дуже гучного удару головки деравера траверсу в момент розкриття захоплення.

Для запобігання розгойдуванню грейферного захоплення використовують стабілізуючі троси.

## Двоканатний грейфер

Цикл роботи машин двоканатного грейфера дещо відрізняється від одноканатного. У момент зниження підтримуючий трос рухається на спуск, а трос, керуючий змиканням щелеп, зникає. Щелепи знаходяться в повністю відкритому стані.

Після зіткнення щелеп робочою поверхнею підтримуючий трос зупиняється, а щелепно-керуючий – починає рух вгору, забезпечуючи збір матеріалу змиканням щелеп.

- Підйомний момент повного змикання щелеп керуючий трос не зупиняється – відбувається підйом ковша. Для зменшення навантаження на який маніпулює щелепами, трос підключається до другого барабана, що підтримує. Таким чином, навантаження між ними розподіляється порівну. Основною проблемою полягає в їх синхронізації: барабани приводи не завжди мають однакову швидкість обертання, а вловити момент включення підтримує барабана вручну є мистецтвом. цією метою використовуються різного роду синхронізаційні пристрої, що автоматизують процес підйому.

- Вивантаження. Відкриття висить на певній висоті і ковша проводиться ослабленням щелепно-маніпуляторного троса, барабан якого розкручується до повного розкриття щелепних затискачів.

Після вивантаження грейферний захват готовий до нового циклу роботи. Для маніпуляції даними видами грейферів використовують два незалежних барабаних приводи. Перший відтворює за вертикальне переміщення ковша, другий – за роботу щелеп. Використання двоканатної системи знижує навантаження тросів, що підвищує надійність експлуатації всієї конструкції.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

## Триканатні і чотириканатні грейфери

З принципової точки зору, функціонування трьох-і чотириканатних захоплень відрізняється від двоканатних. Різниця полягає в кількості додаткових тросів. У триканатних – один канат підтримує, а два – керують щелепами, причому синхронно. У чотириканатному – одна пара канатів – підтримуюча, друга – керуюча. Використання конструкції з додатковими тросами дозволяє підвищити вантажопідйомність і потужність грейферних щепатів.

Наведені схеми грейферів носять спрощений характер. Для посилення ефективності експлуатаційних характеристик грейфера їх базова конструкція доповнюється корисними механізмами. Так, інтеграція позавантажова конструкція рухомих і нерухомих блоків з огинають їх тросом дає вигоду в силі і швидкісних характеристиках застосовуваного захоплення.

## Приводи грейферів

Управління щелепанту даного виду механізмів реалізується за допомогою окремого приводу, який передає силове зусилля з електричного або дизельного мотора на виконавчі елементи. З метою відкрити існування окремого двигуна, відповідального за управління приводом, грейфери часто називають моторними.

Двигун, зусилля з якого передається на щелепи за допомогою приводу, може бути частиною конструкції грейфера або розміщуватися за її межами, на підйомно-вантажному механізмі. В останньому випадку в залежності від приводу до керуючого механізму грейфера додатково підводиться шланги або кабелі.

За типом приваду виділяються наступні типи грейферних щепатів:

• електричні

• гідравлічні

• пневматичні

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

- електромагнітні

В електромеханічному приводному грейфері робота здійснюється за допомогою електричного двигуна, передається на шестерні захвати за допомогою зубчастого, редукторного, ремінного, свинтового або передавального механізму. Прості, але надійні, захоплення здійснюються електричною тягою – електромотором з поліспадом, рухливий блок якого в поєднанні з швидкодіючою системою щелеп координує роботу останніх.

Гідравлічні грейфери оснащуються гідравлічними циліндрами і системою підвідних шлангів. На відміну від електричних, що служать для нагнітання рідини в циліндри, не частиною конструкції гідравлічного тягу. Це слід чітко розуміти. Якщо насос встановлений безпосередньо в грейфері з системою циліндрів, то привід такого механізму буде називатися електрогідравлічним.

Пристрій пневматичного грейфера, по суті, не відрізняється від гідравлічного за винятком того, що замість рідини використовується стиснене повітря, що нагнітається повітряним насосом (компресором).

Основі функціонування електромагнітного грейфера лежить явище виникнення магнітного поля під дією електричного струму. Напряга, прикладена до котушок збудження, змушує рухливий магнітопровід зблизитися з корпусом і зімкнути щелепи. Утворений між двома котушками магнітний потік породжує дію магнітне поле, яке відповідає за притягання феромагнітних матеріалів до електромагніту. Крім того, виникає магнітний ефект, що підсилює "палальні" характеристики захоплення дрібна металева стружка та інші дрібнокусові предмети, що є феромагнетиками, досить важких ковша при його переміщенні, що збільшує обсяг утримуваного вантажу. Спорожнення ковша проводиться припиненням подачі напруги на котушки магнітоприводів. Щелепи під дією власної ваги розмикаються – і вантаж виваляється.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

## Класифікації грейферів по типу щелеп

Як було згадано вище, захоплюючі елементи грейфера називаються щелепами. Їх кількість варіюється від двох до восьми. Форма щелеп багато в чому визначає, з якими вантажами здатний працювати захват. Ковшові грейфери нерідко використовуються для проведення копанні робіт і видобутку копалин. Метою поліпшення зачерпних характеристик ріжучі кромки ковша доповнюються загостреними зубами. Класичні захвати для навантаження круглого лісового матеріалу мають вигляд циліндричних об'єктів довгастої форми. Вигнуті грейфери знаходять своє застосування при об'єднанні сільськогосподарського призначення. Вони незамінні для високопродуктивної навантаження соломи, силосу та інших волокнистих матеріалів, як в рулонній, так розсипній вигляді.

Матеріали сипучі, дрібнокусові і схильні до висипання (витікання) вантажі переміщуються за допомогою закритого або напівзакритого грейферного ковша. Решта типів вантажів обробляються відкритими грейферами, лопати яких при змиканні не утворюють суцільну поверхню.

Окремо варто звернути увагу на траєкторію руху щелепи при захваті. У копальні пристрої щелепи змикаються по траєкторії копання, дозволяючи тим самим впоше впроваджуватися в розробляється рудний фронт. Лопати, що працюють по підгортають траєкторії, наприклад, повинні врізатися в матеріал. Їх основне завдання – згрібати сипучі і дрібнокусові вантажі, що пошарово лежать на поверхні. Звідси і призначення у них зовсім інше – навантаження ковшами.

При проведенні робіт в обмеженому просторі, наприклад, під час риття колодязя або свердловини, важливий тактичний параметр як максимальний розмах щелеп грейфера. Чим менше загальна ширина розмаху, тим краще. В ідеалі ширина розмаху повинна збігатися з шириною копання. На сьогоднішній день, існують грейферні моделі з незмінною шириною розмаху,

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

що забезпечується завдяки кінематичній схемі руху щелеп за фіксованими напрямних.

При навантаженні неоднорідних по твердості порід передбачені незалежні змикання щелеп. Класичний варіант, коли конструкція приладу передбачає однорівномірне закривання всіх щелеп, терпить в даному випадку невдачі. Якщо одна зі щелеп під час змикання зустрічає на своєму шляху опір і зупиняється, це блокує роботу інших незалежне (почервне) щелепне сходження вирішує проблему. Це реалізується шляхом інтеграції пружинних механізмів в тягу кожної щелепи, що призводять до перерозподілу зусиль елементи рейферів метою більш щільного обхвату вантажу. Зусилля викликаються рейферні захвати, що мають індивідуальний притиск до кожної щелепи. Окремий виконавчий пристрій на кожному "клепні" дозволяє в істотній мірі підвищити її потужність. Більш того, це вирішує проблему нерівномірного змикання, описану вище.

Обертання рейферів навколо своєї осі здійснюється за рахунок роторного установочного механізму. Оснащення підйомного вантажувального механізму ротором дозволяє захоплювати вантажі з будь-якого положення, що особливо актуально при підйомі контейнерів і ємностей, що мають строго певні місця захоплення.

### Основні характеристики рейферів:

- Площа (куб. м)
- Вантажопідйомність (кг)
- Габаритні розміри (у відкритому і закритому стані) (мм)
- Порожній маса (кг)
- Тип приводу
- Кількість щелеп
- Тип вантажу

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

- Щільність вантажу (для машин та інструментів для копаючих)
- Потужність машин (для електропривідних)
- Числа канатів (для канатних)
- Діаметр каната (для канатних)

### 1.3 Загальні відомості про сортувальні грейфери

Сортувальні грейфери - обладнання, яке покликане виконувати широкий спектр завдань, пов'язаних з переміщенням і навантаженням каменю, заміщанням, виїмкою ґрунту, перевантаженням предметів різної форми, об'єму та ступеня твердості, а також для інших сортувальних і демонтажних робіт.

Грейфер відноситься до видів вантажозахватних пристроїв, завдання яких полегшити маніпуляції при здійсненні вантажорозвантажувальних робіт. Застосування грейферів не обмежена жодною галуззю і можна зустріти на будівельних майданках, на промислових, переробних підприємствах, вивобувних кар'єрах і в якості робочого елемента виробничих процесів.

Прицип роботи всіх грейферних механізмів – захоплення або зачепування матеріалів чи вантажів щелепами грейфера. Кількість підйомного об'єму визначається при цьому не вантажопідйомністю бази, а власною об'ємом грейфера – розподілом маси вантажу по вузлах і опором під час черпанні.

Грейфери зручні при здійсненні операцій сортування, тому активно використовуються різними підприємствами. Серед типових сортувальних робіт:

- будівельні - поділ великогабаритного будівельного матеріалу від дрівного;

• переробні - видаляють великих домішок і елементів із загального обсягу матеріалу, що переробляється;

• очисні - видаляють крупного сміття з майданчиків і територій.

Грейфери використовуються як елементи навантажувальних машин чи спецтехніки та найбільш часто монтуються на екскаватори вагари від однієї до сорока тонн. Великі і маленькі грейфери справляються із завданнями сортування і відрізняються високою затребуваністю боку підприємств промислового та будівельного напрямку.

Між собою сортувальні грейфери відрізняються конструктивними елементами:

• ножми, що мають міцні кінці;

• шириною розкриття щелеп;

• обсягом захоплення;

• робочою вагою.

Грейфери для сортування серед аналогічного обсягу виділяються:

• універсальністю - здатністю працювати з будь-якими матеріалами допустимої вантажопідйомності;

• простотою обслуговуванні - висока міцність з'єднань робить безпроблемною будь-яку експлуатаційну інтенсивність;

• надійністю - легко працюють в будь-яких умовах, в тому числі і дуже важких.

#### 1.4 Завдання на проектування

Розробити конструкцію ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття. Грейфер призначено для використання екскаватором масою від 3,5 до 5 т, спеціально для локального демонтажу, подальшого сортування демонтованого матеріалу і відвантаження. Спроектований ковш повинен мати дві щелепи.

Дизайн грейфера повинен забезпечувати кращі експлуатаційні співвідношення вантажних характеристик, шляхом зменшення ваги ковша і обґрунтованої конструкції щелеп.

### Технічні характеристики

Маса грейфера до 850 кг;

Ширина захвату – 850 мм;

Максимальне розкриття щелеп – не менше 150 мм;

Максимальне зусилля замикання – не менше 4 т;

Корисний об'єм закритому положенні – 0,25 м<sup>3</sup>.

Конструкція корпусу грейфера RGS14 наведена на рис. 1 та креслениках ЗСМ-85х1720 СБ\_Захват, виданих підприємством «Траброн». До корпусу грейфера шарнірно підвішені щелепи, конструкцію яких необхідно розробити. Щелепи приводяться дією гідроциліндром ГЦ 125.200.515.50 та реактивною тягою.

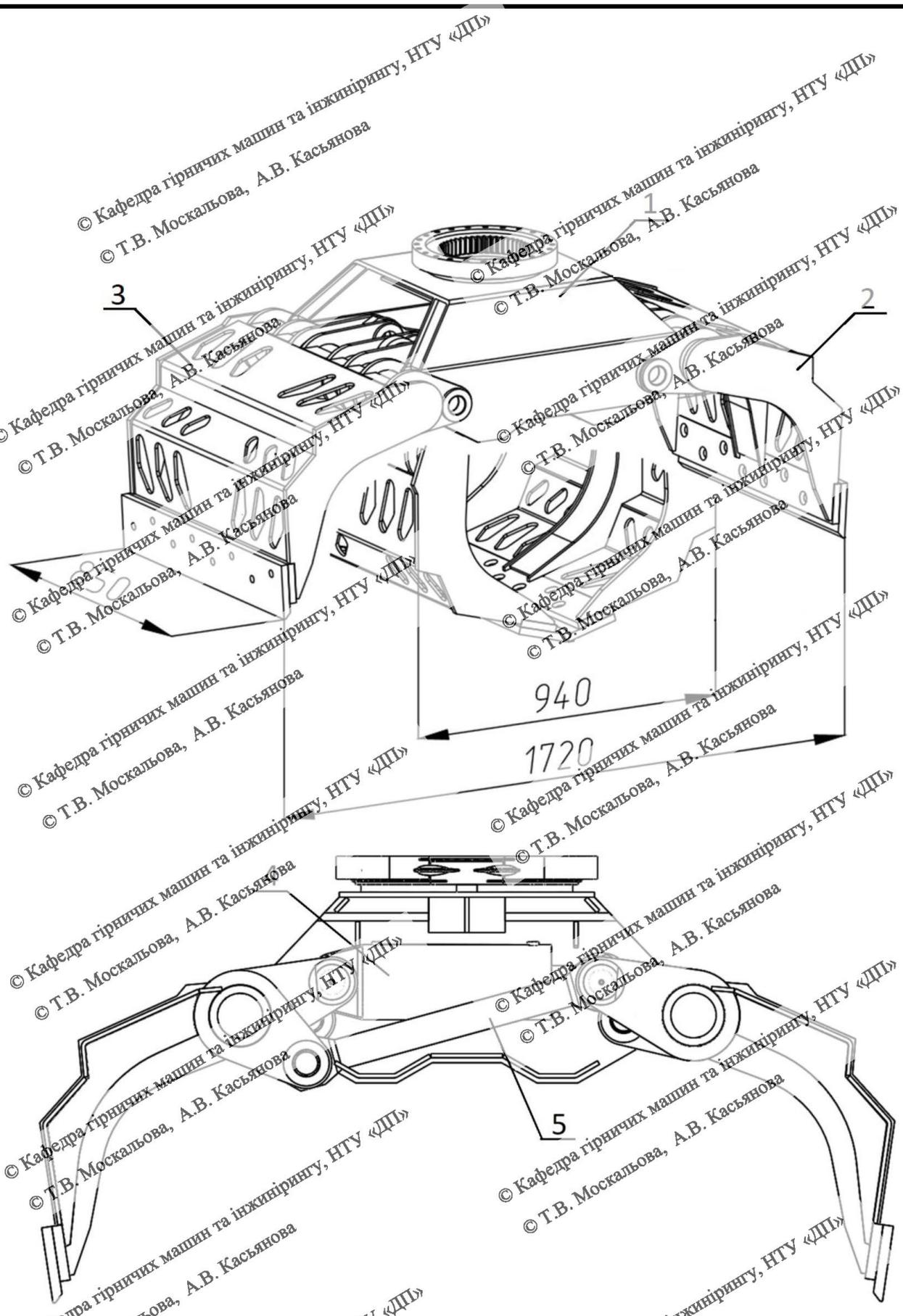
### 1.5 Опис конструкції гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття

Основними складовими гідравлічного грейфера RGS14 є корпус 1 (рис. 1.4) ліва щелепа 2, права щелепа 3 та гідроциліндр 4 з штокелем 5. При подачі робочої рідини під тиском в поршневу порожнину гідроциліндра щелепи розкриваються. При подачі рідини в штокову порожнину гідроциліндра щелепи закриваються.

Безпечка переміщення вантажу забезпечується наявністю в конструкції ковша грейфера важеля, який перешкоджає мимовільному розкриттю щелеп грейфера.

Конструкція ковша гідравлічного грейфера показано на рис. 1.1.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------



**Рисунок 1** Ковш двочелюстного захвата RGS14

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

ГМІ.РК.19.01-00.00.000 ПЗ

## 1.6 Опис конструкції щелепи ковша гідравлічного грейфера

### RGS14 для сортування будівельного сміття

Ковш гідравлічного грейфера RGS14 оснащений двома захоплюючими елементами – щелепами. Кожна щелепа має боковий стілець 1, опору 2, вушко 3, посилення 4, плиту 5, обв'язку 6, ребро 7, розрив 8, змінний напів 9 (рис. 1.2).

Кожна щелепа ковша грейфера шарнірно з'єднана з корпусом грейфера, гідроциліндром та важелем. Це з'єднання здійснено наявністю в конструкції щелеп вушок та посилення, які сприймають великі навантаження від маси всього ковша і звареного матеріалу. Вушка приварюються до опори 2.

Під час захоплення будівельного сміття кожна щелепа ковша грейфера має плиту 5 та обв'язку 6 по захопленому матеріалу. Обв'язка складається з двох частин зварених між собою. Мікі мають вигнуту форму та вирізи для полегшення конструкції, такої форми, це не дозволяє захопленому матеріалу висипатись. Також захоплення матеріалу забезпечують стінки 1.

Надійність конструкції кожної щелепи забезпечує наявність ребра 7 та розриву 8 між ними.

Кожна щелепа ковша грейфера оснащена змінним важелем 9, який завдяки боковому з'єднанню приєднується до щелепи.

Всі елементи конструкції щелеп виготовляються з високоміцної сталі 16ХГМФТР (межа текучості – 750МПа, межа міцності – 830МПа) шляхом вальцювання та зварюються між собою.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

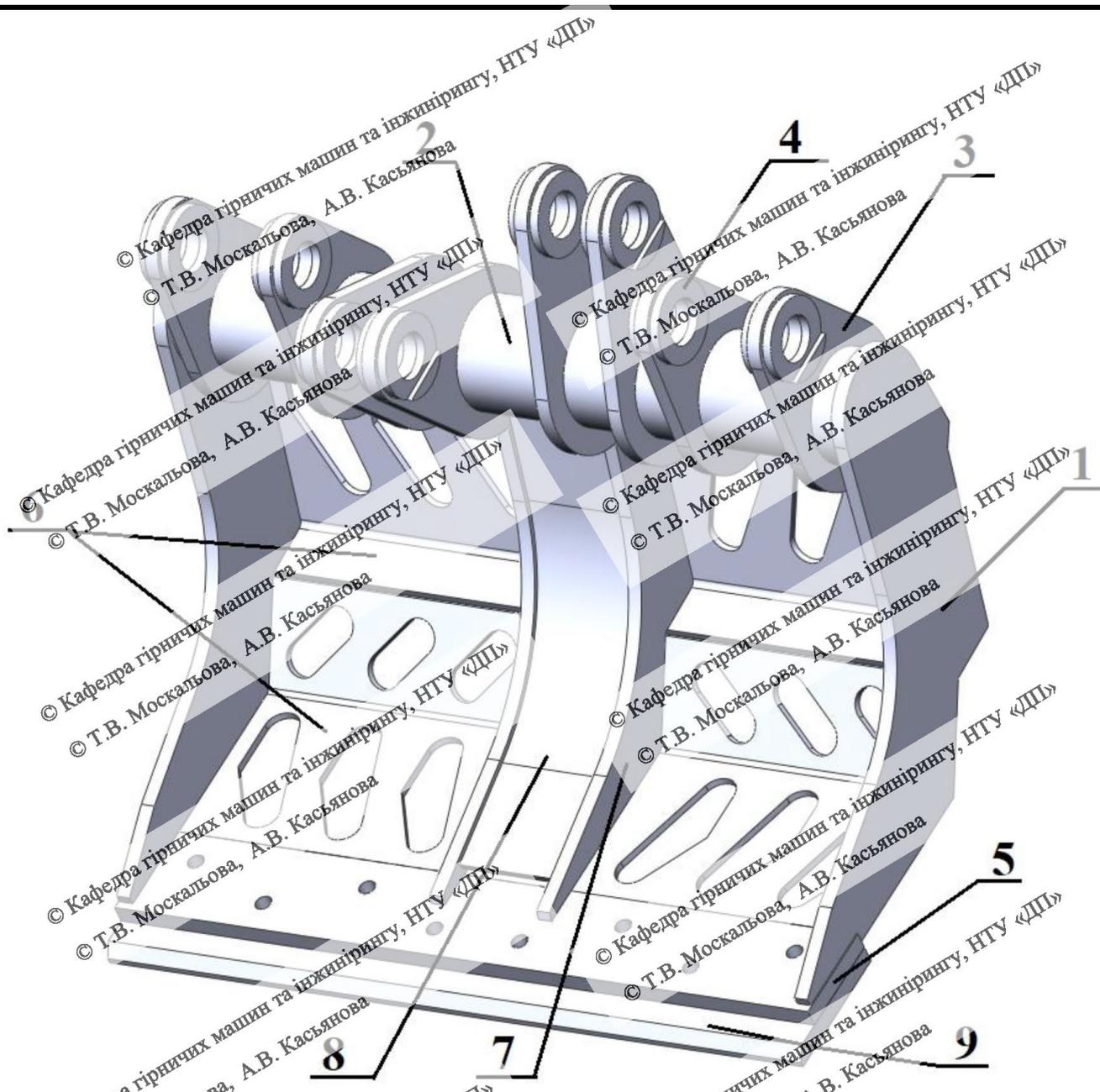


Рисунок 1.2 – Конструкція щелепи ковша екскаватора RGS14

### Заміна вузлів у рейфера RGS14 на штовкач

Для аналізу механізму гідравлічного рейфера RGS14 у хливі вузли замінюємо ланками у вигляді абсолютно твердих стержнів (рис. 1.3). Механізм приводиться в рух за допомогою штока гідроциліндра, на який передається рух за допомогою гідравлічної передачі. Шток

гідроциліндра 1 моделюється стержнем довжиною  $e$ , який виконує поступальний рух і шарнірно з'єднується з лівою щелепою 4 в точці  $A$ . Гідроциліндр 2 шарнірно з'єднується в праву щелепою 3 в точці  $B$ . Права і ліва щелепа мають нерухомі точки підвісу  $O_1$ ,  $O_2$ , які знаходяться в центрі грейфера. Симетричний рух щелеп забезпечує важіль 5, який шарнірно з'єднується з щелепами в точках  $C$  і  $D$  та моделюється стержнем довжиною  $s$ .

### 1.8 Вихідні дані, що визначають геометричні параметри ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття

Для розробки ковша грейфера було надано наступні характеристики:

$F_p = 397 \text{ кН}$  – зусилля гідроциліндра;

Питома маса грейфера – до 850 кг;

Ширина щелеп – 850 мм;

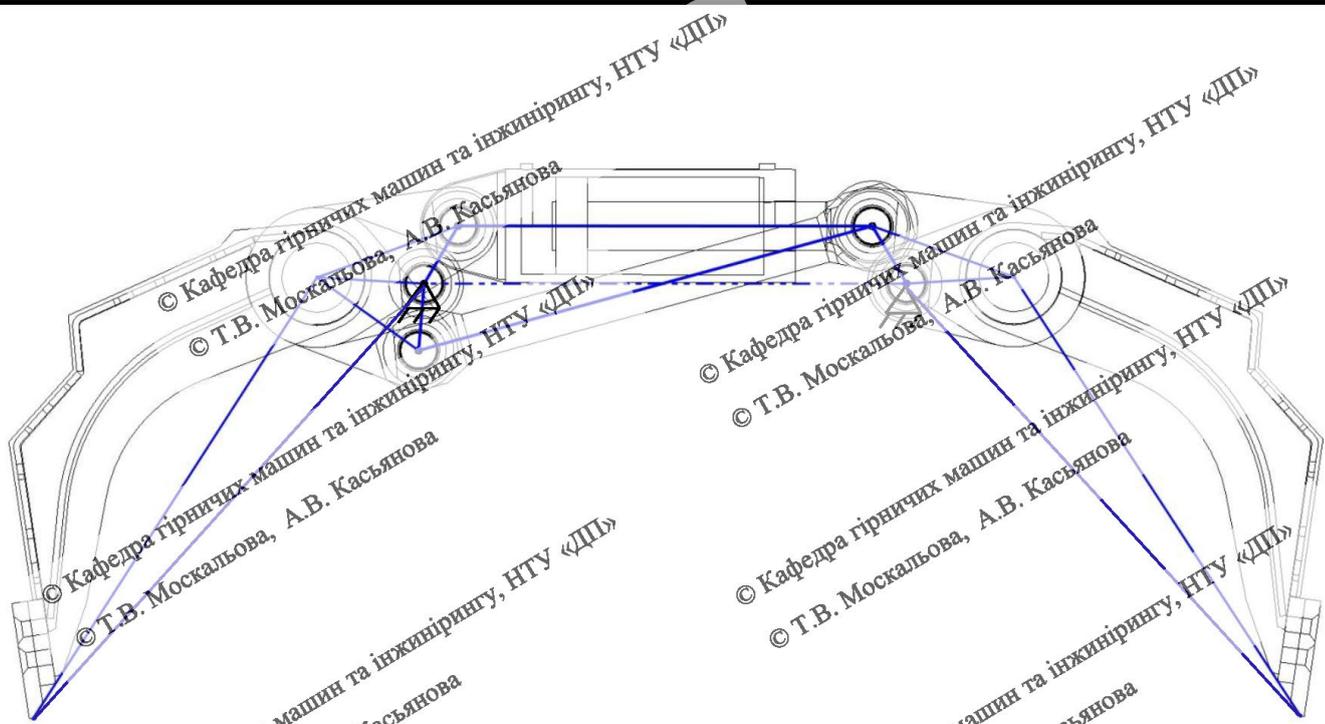
Максимальне розкриття щелеп – не менше 700 мм;

Максимальне зусилля замикання – не менше 4 т;

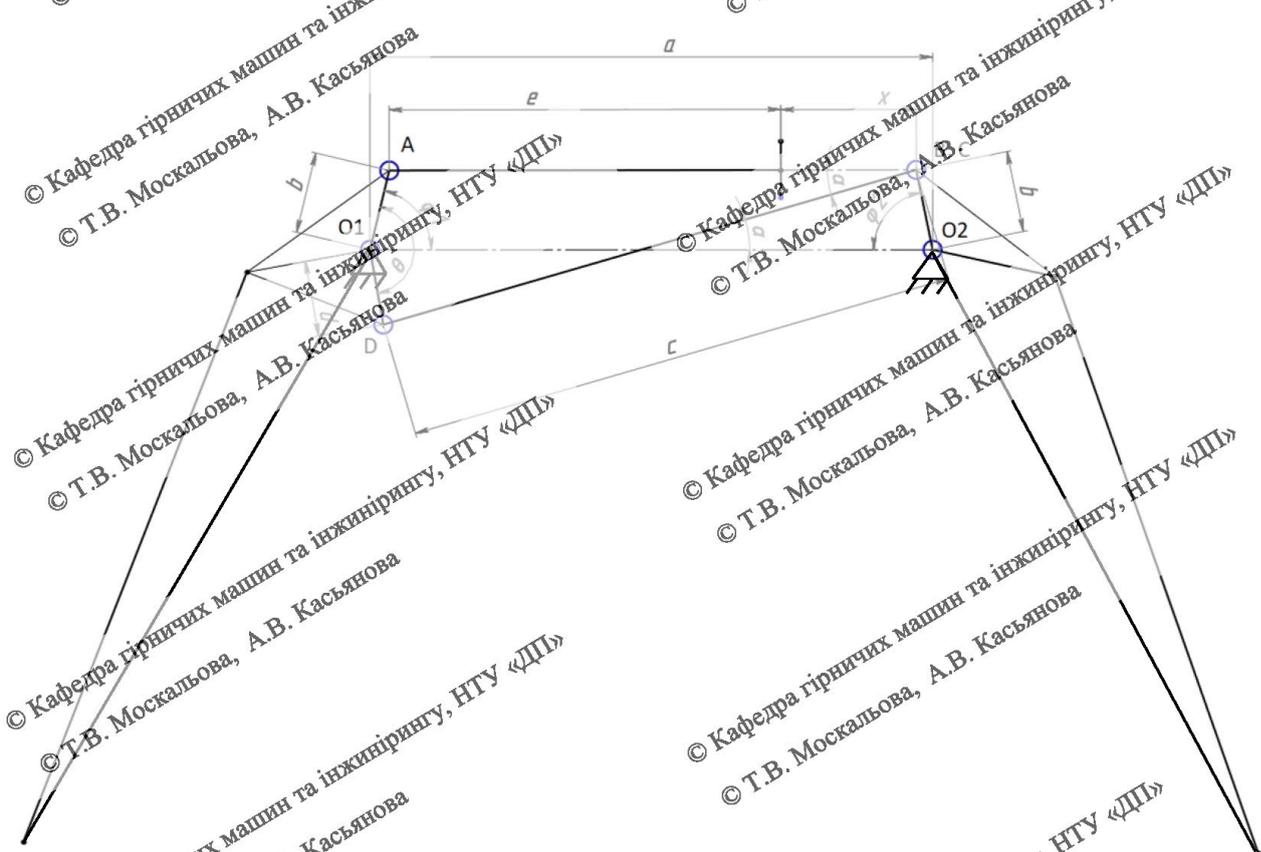
Корисний об'єм у закритому положенні –  $0,25 \text{ м}^3$ .

На рисунку 1.3 показано накладену схему механізму гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------



**Рисунок 1.3 – Поступово-звужувальна схема грейферного механізму**



**Рисунок 1.4 – Схема грейферного механізму**

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

На рис. 1.4 вказано параметри ковша грейфера, отримані під проектування:

- $a = 615$  мм – відстань між осями повороту щелеп;
- $b = 90$  мм – відстань від осей повороту щелеп до осей їх з'єднання з гідроприводом;
- $c = 610$  мм – довжина важеля;
- $d = 96$  мм – відстань від осі повороту лівої щелепи до осі її з'єднання з щелепом;
- $e = 430$  мм – довжина штока гідроциліндра;
- $x = 200$  мм – переміщення штока гідроциліндра;
- $\theta = 60^\circ$  – кут розвороту лівої щелепи між кінцевими парами  $A$  і  $D$ .

### 1.9 Визначення залежності кутових переміщень щелеп ковша від переміщень штока гідроциліндра

Побудуємо механізм для довільного положення.

Будуємо естакаду (рис. 1.4), на якій окремі деталі зображені у вигляді ліній або контурів спрощеної геометрії.

Даний механізм має 7 кінематичних пар п'ятого класу ( $O_1, O_2, A, B, C, D, E$ ). Визначимо за допомогою формули П.Л. Чебишева ступінь рухомотості даного механізму:

$$W = 3n - 2P_5 - P_4 \quad (1.1)$$

де:

- $n = 5$  – кількість рухомих ланок механізму;
- $P_5 = 7$  – кількість кінематичних пар п'ятого класу;
- $P_4 = 0$  – кількість кінематичних пар четвертого класу.

Підставимо числові значення в формулу (1.1) і отримаємо:

$$W = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 = 1$$

Так як ступінь вільності дорівнює 1, цей механізм має одну ведучу ланку. Такою ланкою є шток гідроциліндра.

Величина кута залежності кутових переміщень щелеп від переміщення штока гідроциліндра, які характеризуються координатою  $x$ , а переміщення щелеп визначаються координатами  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$ .

Спроектуюмо ланки ланок грейфера на координатну систему  $Ox$  в результаті чого отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} b \cdot \cos \varphi_1 + b \cdot \cos \varphi_2 + e + x = a, \\ b \cdot \sin \varphi_2 + d \cdot \cos(\theta - \varphi_1) + c \cdot \cos \alpha = a \end{cases} \quad (1.2)$$

Знайдемо відстань між кінематичними параметрами  $A$  і  $D$  за теоремою косинусів:

$$\begin{aligned} AD = K &= \sqrt{b^2 + d^2 - 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos \theta}, \\ K &= \sqrt{90^2 + 96^2 - 2 \cdot 90 \cdot 96 \cdot \cos 160^\circ} = 0,183 \text{ м} \end{aligned} \quad (1.3)$$

Використаємо для  $\Delta ABD$  теорему косинусів:

$$K^2 = (e + x)^2 + c^2 - 2 \cdot c \cdot (e + x) \cdot \cos \alpha. \quad (1.4)$$

Знайдемо з отриманого рівняння кут нахилу важеля до горизонту:

$$\cos \alpha = \frac{(e + x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos \theta}{2 \cdot c \cdot (e + x)}. \quad (1.5)$$

Підставимо отриманий вираз в друге рівняння системи (1.2), в результаті чого будемо мати:

$$b \cdot \cos \varphi_2 + d \cdot \cos(\theta - \varphi_1) + \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos \theta}{2 \cdot (e+x)} = a.$$

З отриманого рівняння знайдемо вираз  $b \cdot \cos \varphi_2$ :

$$b \cdot \cos \varphi_2 = a - d \cdot \cos(\theta - \varphi_1) - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos \theta}{2 \cdot (e+x)}.$$

Підставимо отриманий вираз в перше рівняння системи (1.2), після чого будемо мати:

$$b \cdot \cos \varphi_1 + a - d \cdot \cos(\theta - \varphi_1) - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos \theta}{2 \cdot (e+x)} + e + x = a.$$

Зробимо деякі перетворення останнього рівняння і запишемо:

$$\cos \varphi_1 - d \cdot \cos \theta \cdot \cos \varphi_1 - d \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi_1 - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos \theta}{2 \cdot (e+x)} = 0. \quad (1.6)$$

Розв'яжемо рівняння (1.6) і знайдемо  $\cos \varphi_1$ . Для цього виразимо  $\sin \varphi_1$  через  $\cos \varphi_1$ :

$$(b - d \cdot \cos \theta) \cdot \cos \varphi_1 + e + x - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos \theta}{2 \cdot (e+x)} = d \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi_1. \quad (1.7)$$

Виразимо  $\sin$  через  $\cos$  і підставимо у рівняння (1.7):

$$\sin\varphi_1 = \sqrt{1 - \cos\varphi_1^2}, \quad (1.8)$$

$$(b - d \cdot \cos\theta) \cos\varphi_1 + e + x - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos\theta}{2 \cdot (e+x)} = d \cdot \sin\theta \cdot \sqrt{1 - \cos\varphi_1^2} \quad (1.9)$$

Піднесемо обидві частини до квадрату:

$$\begin{aligned} & (b - d \cdot \cos\theta)^2 \cdot \cos\varphi_1^2 + \\ & + 2(b - d \cdot \cos\theta) \left[ e + x - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos\theta}{2 \cdot (e+x)} \right] \cos\varphi_1 + \\ & + \left[ e + x - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos\theta}{2 \cdot (e+x)} \right]^2 = d^2 \cdot \sin^2\theta \cdot (1 - \cos\varphi_1^2). \end{aligned} \quad (1.10)$$

Перенесемо праву частину в ліву та прирівняємо до нуля:

$$\begin{aligned} & [(b - d \cdot \cos\theta)^2 + d^2 \cdot \sin^2\theta] \cdot \cos\varphi_1^2 + \\ & + 2(b - d \cdot \cos\theta) \left[ e + x - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos\theta}{2 \cdot (e+x)} \right] \cos\varphi_1 - \\ & - d^2 \cdot \sin^2\theta + \left[ e + x - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos\theta}{2 \cdot (e+x)} \right]^2 = 0 \quad (1.11) \end{aligned}$$

Прирівняємо відповідні вирази та запишемо їх в системі рівнянь:

$$\begin{cases} B = (b - d \cdot \cos\theta)^2 + d^2 \cdot \sin^2\theta; \\ C = \left[ e + x - \frac{(e+x)^2 + c^2 - b^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos\theta}{2 \cdot (e+x)} \right]^2; \end{cases} \quad (1.12)$$

Запишемо квадратне рівняння, в якому невідомим виступає  $\cos\varphi_1$ :

$$A \cdot \cos\varphi_1^2 + B \cdot \cos\varphi_1 + C = 0 \quad (1.13)$$

З отриманого рівняння знайдемо  $\cos\varphi_1$ :

$$\cos\varphi_1 = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \quad (1.14)$$

Знайдемо  $\varphi_1$ :

$$\varphi_1 = \arccos\left(\frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}\right) \quad (1.15)$$

Запишемо рівняння для знаходження  $\cos\varphi_2$ :

$$\cos\varphi_2 = \frac{1}{b} \left[ a \cdot \cos(\theta - \varphi_1) - \frac{e+x}{2} - \frac{c^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos\theta}{2 \cdot (e+x)} \right] \quad (1.16)$$

знайдемо  $\varphi_2$ :

$$\varphi_2 = \arccos \left\{ \frac{1}{b} \left[ a \cdot \cos(\theta - \varphi_1) - \frac{e+x}{2} - \frac{c^2 - d^2 + 2 \cdot b \cdot d \cdot \cos\theta}{2 \cdot (e+x)} \right] \right\} \quad (1.17)$$

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

Обчислимо і отримаємо значення  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$ :

0	90.021
1	96.579
2	102.859
3	108.961
4	114.971
5	120.97
6	127.043
7	133.293
8	139.855
9	146.938

0	90.021
1	96.579
2	102.859
3	108.961
4	114.971
5	120.97
6	127.043
7	133.293
8	139.855
9	146.938

Як рух щелеп повинен бути синхронним, а захватні частини щелеп симетричні, то  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$  змінюється в діапазоні від  $90^\circ$  до  $150^\circ$ . Отриманий кут забезпечує максимальне розкриття щелеп  $1720\text{ мм}$ .

### 1.9 Визначення статичних і врівноважувачих зусиль у вузлах ковша гідралічного грейфера RGS14

Ротувальний грейфер RGS14 приводиться в дію за рахунок гідралічного приводу. Гідроциліндр створює протилежно направлені сили тиску  $F$ , які прикладаються горизонтально в точки  $A$  і  $B$ . Це змушує праву і ліву щелепи обертатись навколо своїх точок обертання. На кочках виникають зусилля. Так як грейфер оснащений важелем, на кочках виникають внутрішні напруження – врівноважуючі сили  $T$ .

Так як важіль сприяє тому, що щелепи виконують симетричний рух, тому зусилля в вузлах ковша грейфера будуть однаковими (рис. 1.5)

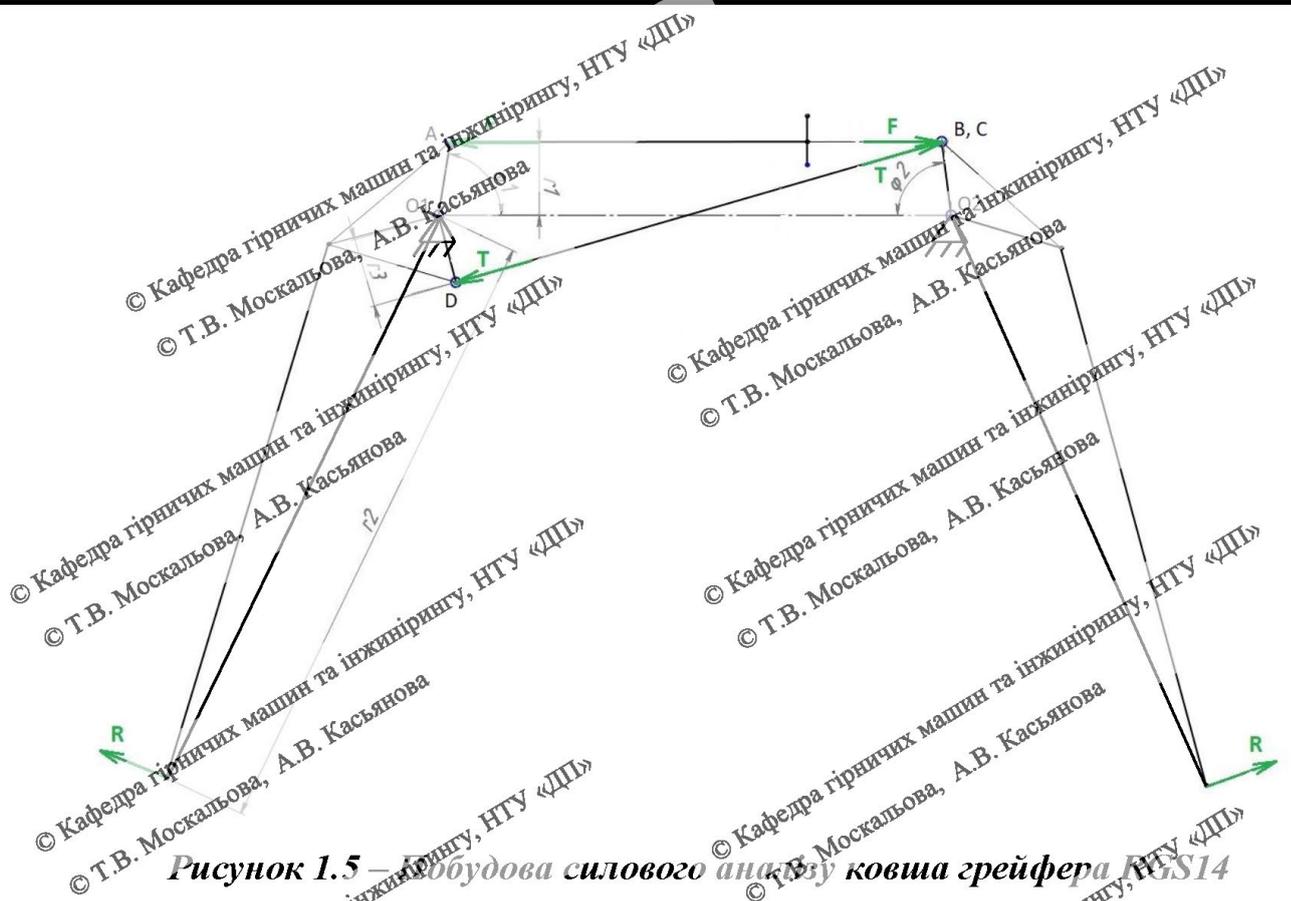


Рисунок 1.5 – Побудова силового аналізу ковша грейфера КС14

Використовуючи основний вираз елементарної роботи, на основі принципу можливих переміщень запишемо:

$$\delta A = 2F \cdot \delta S_1 + 2R \cdot \delta S_2, \quad (1.18)$$

де  $\delta S_1$  і  $\delta S_2$  – можливі переміщення точок прикладання сил  $R$  і  $F$ .

Зпишемо залежність між можливими переміщеннями та відсунуттями осей обертання прикладання сил  $R$  і  $F$  навколо центрів обертання  $O1$  і  $O2$ :

$$\frac{\delta S_1}{\delta S_2} = \frac{r_1}{r_2}, \quad (1.19)$$

де:  $r_1 = 90$  мм – радіус обертання точок прикладання сили  $F$  навколо осей обертання  $O1$  і  $O2$ ;

$r_2 = 755$  мм – радіус обертання точок прикладання сили  $R$  навколо осей обертання  $O1$  і  $O2$ .

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

Підставимо (1.19) у рівняння (1.18) та виразимо силу  $R$ :

$$R = \frac{F \cdot r_1 \cdot \cos(\varphi - 90)}{r_2} \quad (1.20)$$

де  $\varphi$  – кутове переміщення точок прикладання сил  $R$  і  $F$ ;

Обчислимо і побудуємо графік залежності сили  $R$  від кутového переміщення  $\varphi$  (рис 1.6)

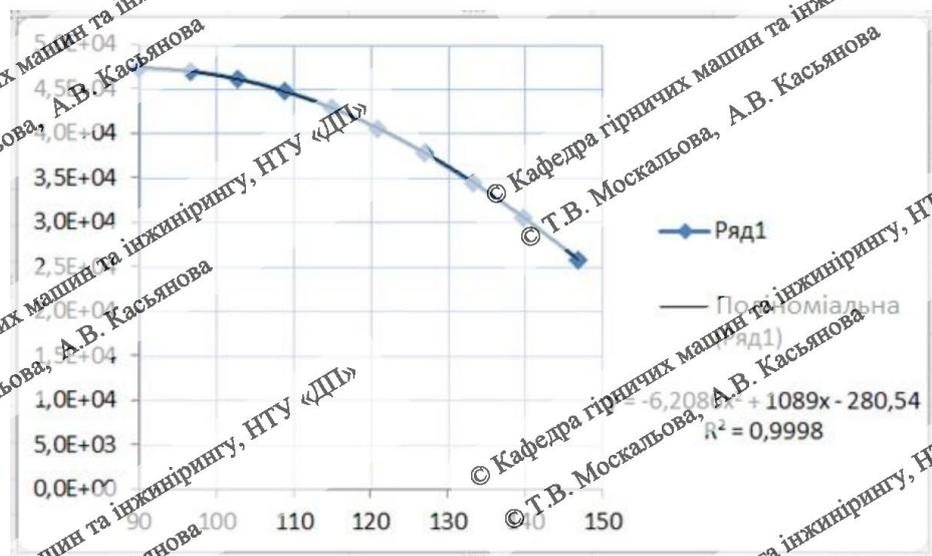


Рисунок 1.6 – Графік залежності  $R$  від  $\varphi$

Бачимо, що зусилля на ножах змінюється в діапазоні від 25кН до 47кН. Характер залежності даних зусиль від кутových переміщень нелінійний, можна описати поліноміальною функцією другого ступеня.

Запишемо рівняння моментів для точки  $O$  і знайдемо з нього зусилля  $T$ , що виникають у валі:

$$F \cdot r_1 - R \cdot r_2 + T \cdot r_3 = 0, \quad (1.21)$$

де  $r_1 = 90$ мм – радіус обертання точок прикладання сили  $F$  навколо осей обертання;

$r_2 = 755\text{мм}$  – радіус обертання точок прикладення сили навколо осей обертання  $O_1O_2$ ;

$r_3 = 90\text{мм}$  – радіус обертання точок прикладення сили навколо осей обертання  $O_1O_2$ .

З рівняння (1.21) виразимо  $T$ :

$$T = \frac{R \cdot r_2 - F \cdot r_1}{r_3} \quad (1.22)$$

Підставивши отримані раніше значення  $R$  і записавши:

$$T = \frac{F \cdot r_1 \cdot \cos(\varphi - 90^\circ)}{r_3} = \frac{F \cdot r_1}{r_3} \quad (1.23)$$

Обчислимо і побудуємо графік залежності сили  $T$  від кутового переміщення  $\varphi$  (рис 1.7).

Бачимо, що зусилля виникаючі в важелі змінюються в діапазоні від 0 до 180кН. Характер залежності даних зусиль від кутових переміщень не лінійний, можна описати поліноміальною функцією другого ступеня.

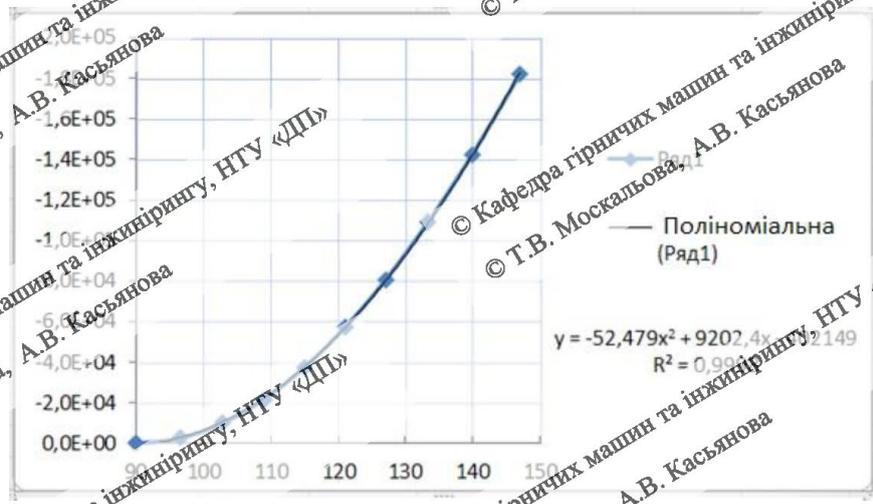


Рисунок 1.7 – Графік залежності  $T$  від  $\varphi$

## 1.10 Висновки по розрахункам конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14

1. Характеристики гідравлічного грейфера RGS14:
  - Зусилля для гідроциліндра,  $F = 397 \text{ кН}$ ;
  - Питома маса грейфера – до 850 кг;
  - Ширина щелеп – 850 мм;
  - Максимальне розкриття щелеп – не більше 170 мм;
  - Максимальне зусилля замикавання – не менше 4 т;
  - Корисний об'єм у закритому положенні – 0,25 м<sup>3</sup>.
2. Параметри ковша грейфера отримані під час проектування:
  - $a = 615 \text{ мм}$  – відстань між осями повороту щелеп;
  - $b = 90 \text{ мм}$  – відстань від осей повороту щелеп до осей їх з'єднання з гідроприводом;
  - $c = 610 \text{ мм}$  – довжина важеля;
  - $d = 96 \text{ мм}$  – відстань від осі повороту лівої щелепи до осі її з'єднання з важелем;
  - $e = 430 \text{ мм}$  – довжина штока гідроциліндра;
  - $f = 200 \text{ мм}$  – переміщення штока гідроциліндра;
  - $\alpha = 160^\circ$  – кут розвороту лівої щелепи до кінематичними параметрами.
3. Досліджено переміщення щелеп при заданому русі гідроциліндра:
  - Кут обертавання щелеп змінюється в діапазоні від  $90^\circ$  до  $150^\circ$ ;
  - Забезпечено максимальне розкриття щелеп 173 мм;
  - Конструкція ковша забезпечує синхронний рух щелеп.
4. Досліджено залежність зусиль на ножах щелеп та важелі від зусиль, що розвиває гідроциліндр:
  - Зусилля на ножах змінюються в діапазоні від 25 кН до 47 кН;
  - Зусилля, виникаючі в важелі змінюються в діапазоні від 0 до 180 кН;

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

ГМІ.РК.19.01-00.00.000 ПЗ

Аркуш

34

– характер залежності зусиль на ножах та важелі від зусиль, що розвиває гідроциліндрова нелінійний, можна описати поліноміальною функцією другого ступеня.

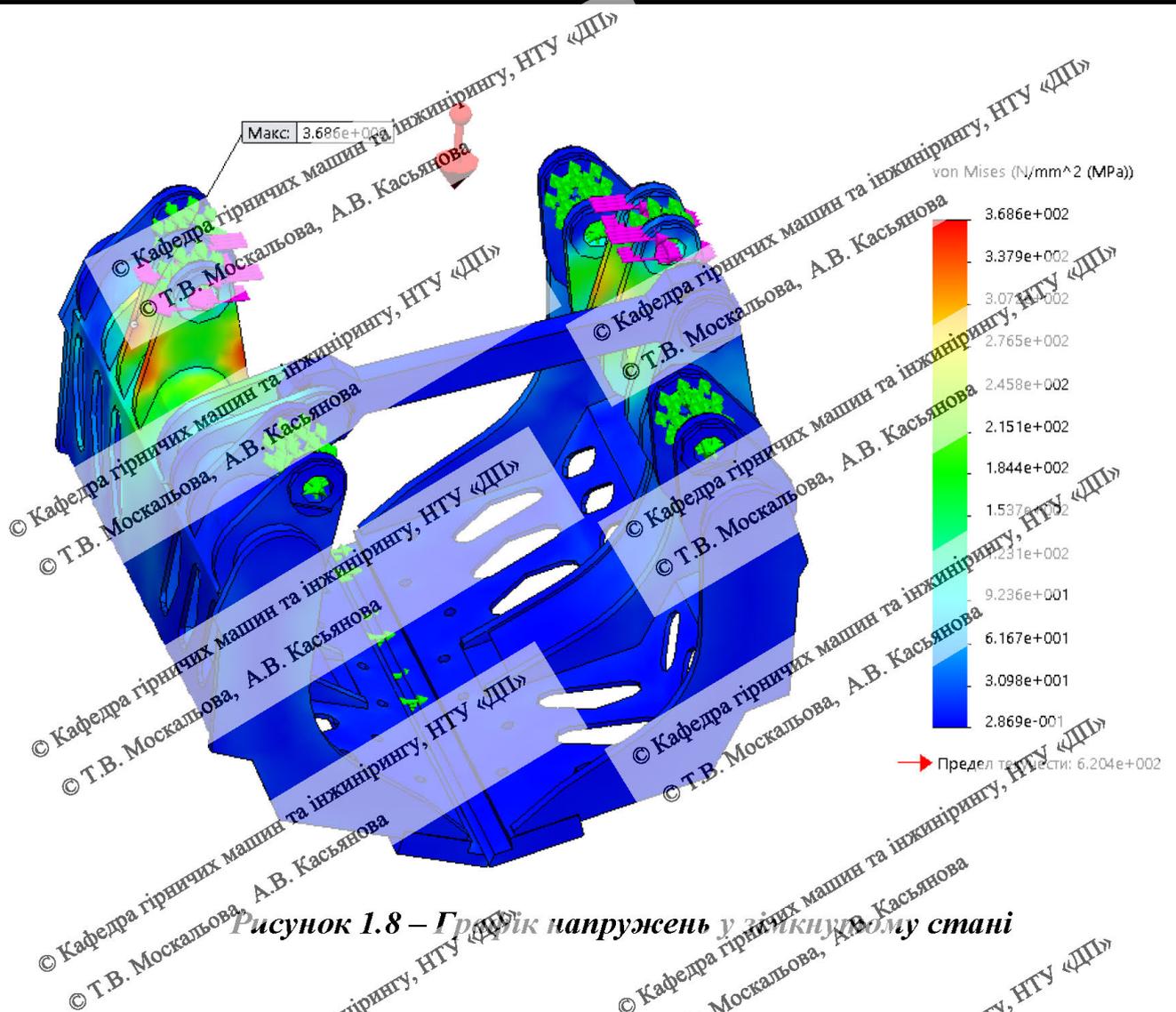
## 1.11 Статичний аналіз конструкції ковша грейфера RGS14

### 1.11.1 Статичний аналіз конструкції ковша грейфера RGS14 без вантажу

Проводимо аналіз побудованої моделі ковша, використовуючи SolidWorks Simulation по алгоритму:

- задаємо нове дослідження руху «Статичне»;
  - задаємо матеріал «Легована сталь»;
  - задаємо з'єднання «З'єднувач-підшипник» в місцях з'єднання важеля з щелепами;
  - задаємо граничні умови: на внутрішніх циліндричних поверхнях щелеп та плоскі поверхні в місцях з'єднання щелеп з корпусом та на кінцях ножів «Зафіксована геометрія», в місцях з'єднання щелеп з гідроприводом протидіють направлені горизонтальні «Сили» величиною по 400кН;
  - проводимо розрахунок;
  - виведемо графік напружень Von Mises (динні) вимірювання – МПа, представлення результатів – підсумуючі.
- Результати розрахунку показані на рисунках 1.8, 1.9.

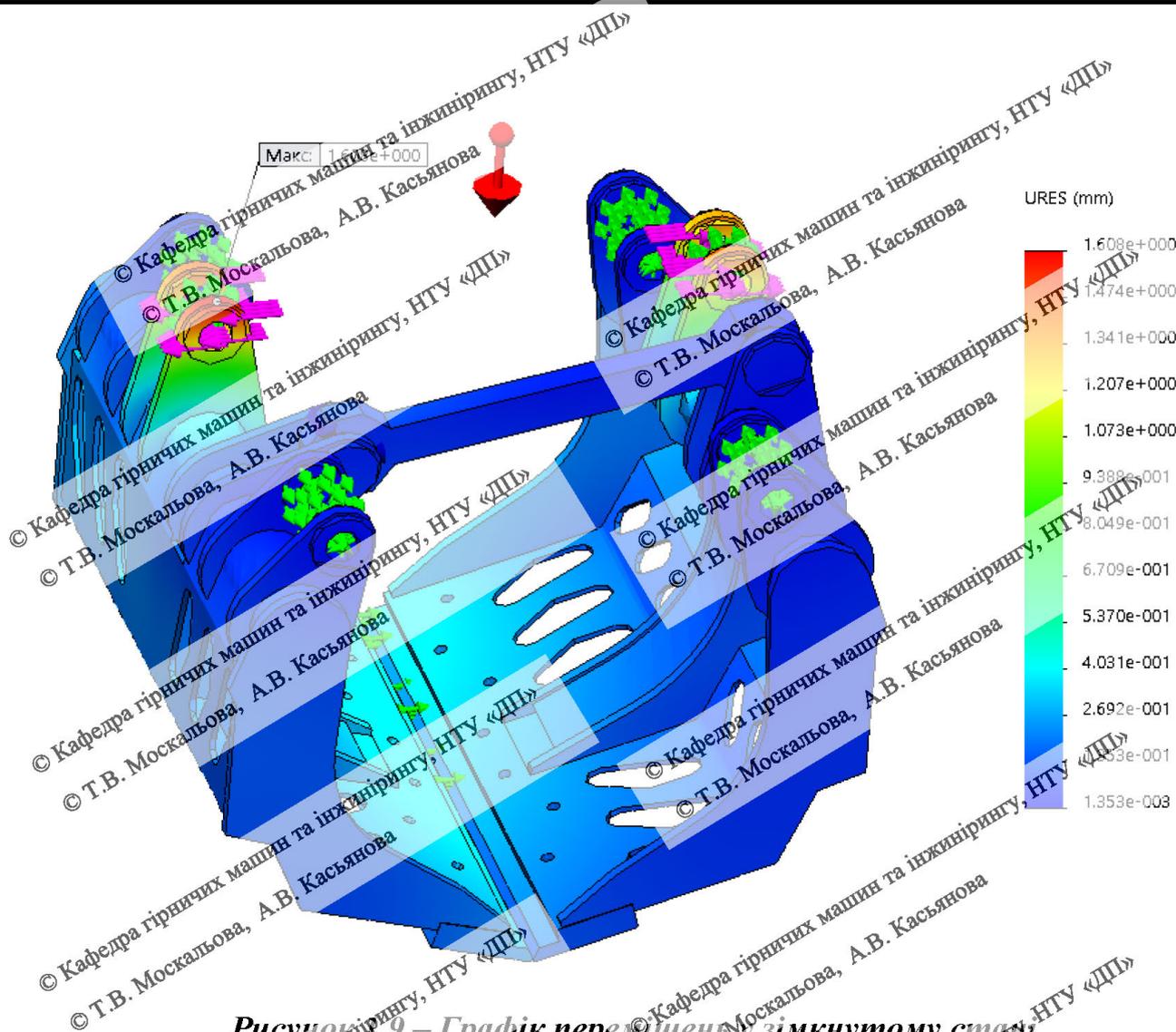
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------



**Рисунок 1.8 – Графік напружень у з'якненому стані**

З рис 1.8 бачимо, що у з'якненому стані найбільші напруження величиною 368,6 МПа, локалізовані у місці з'єднання гідроліній з правою щеледою, не перевищує допустиме 620 МПа.

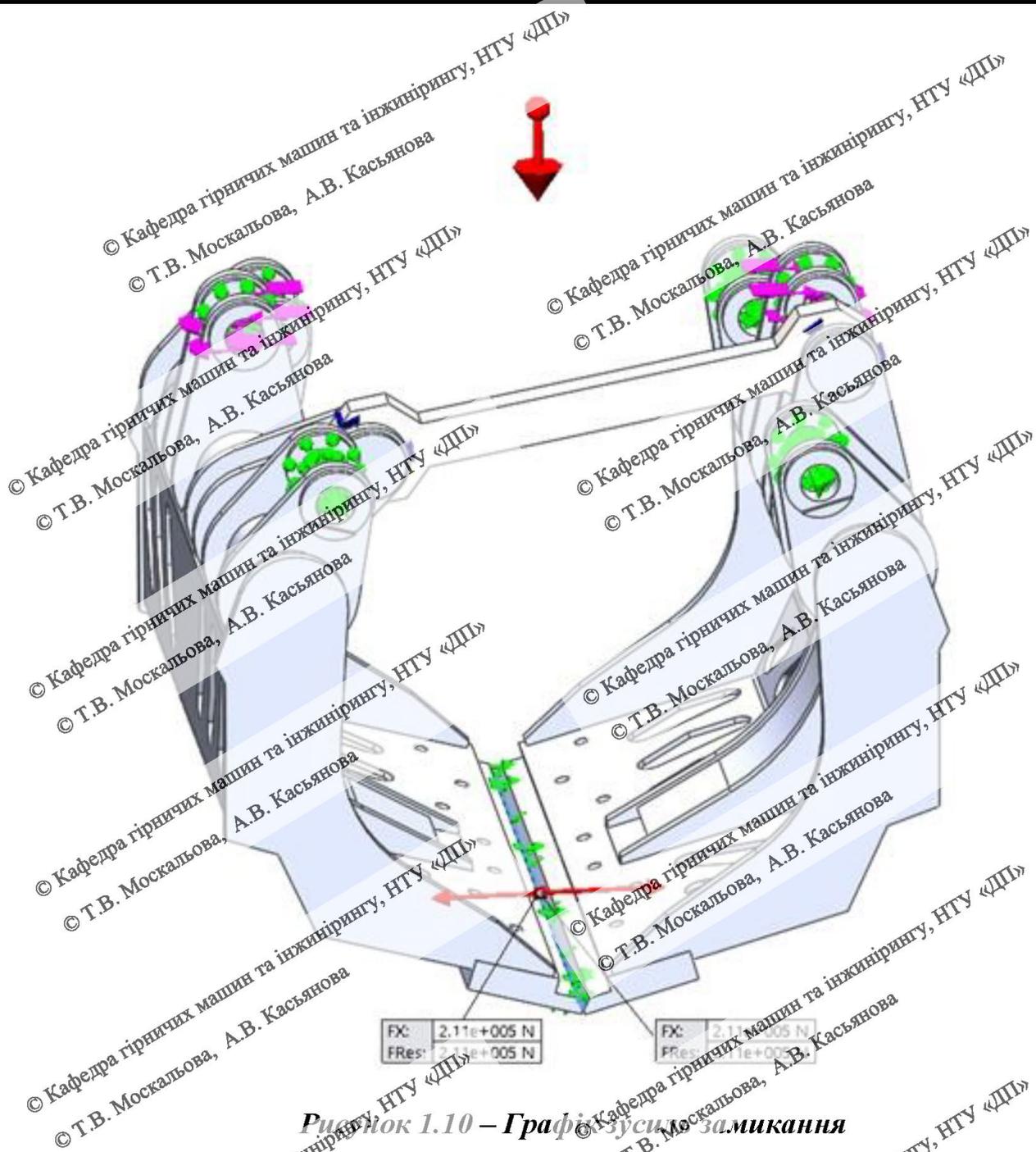
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------



**Рисунок 9 – Графік переміщень у зімкнутому стані**

З графіка переміщень у зімкнутому стані (рис. 9) видно, що максимальне переміщення складає 1,6мм і локалізується у місці з'єднання гідроциліндра з правою щелепою.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата



**Рисунок 1.10 – Графік зусиль замикавання**

На рис. 1.10 показано графік зусиль замикавання ковша грейфера, з якого видно, що максимальні зусилля замикавання ковша грейфера виникають на кінцях ножів і в сумі складають 42,2кН.

Знайдемо часові характеристики ковша грейфера та його об'єм (рис. 1.11 та рис. 1.12).

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

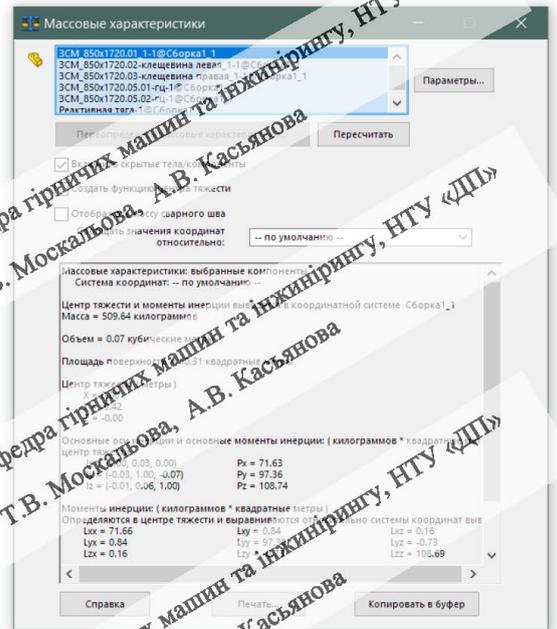
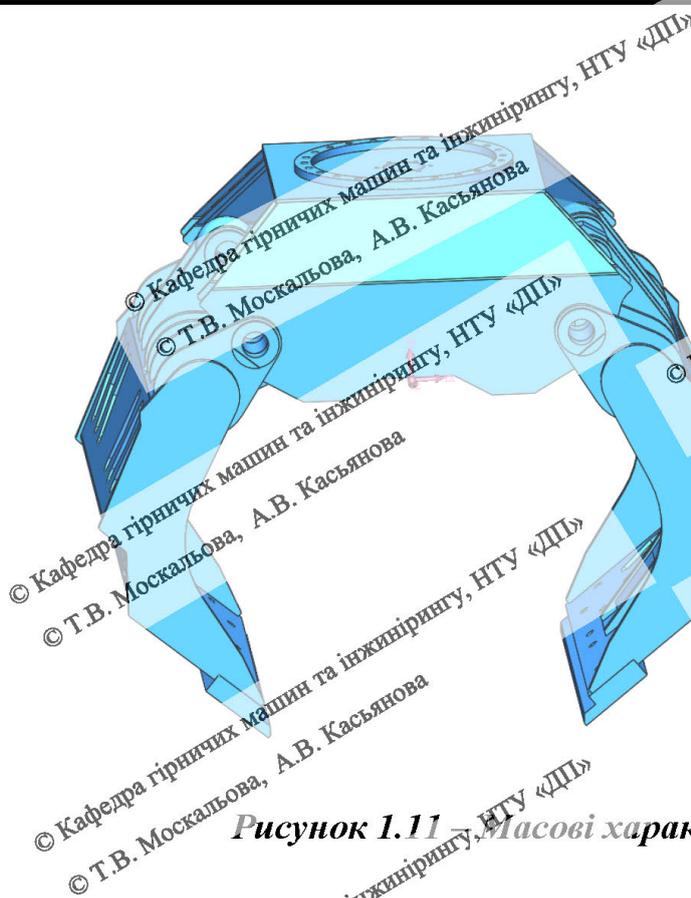


Рисунок 1.11 – Масові характеристики ковша грейфера

З рис. 1.11 бачимо, що маса ковша грейфера складає 509,64 кг.

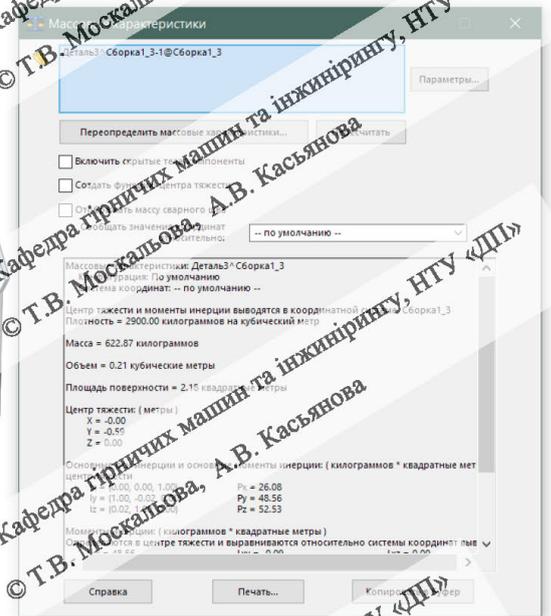
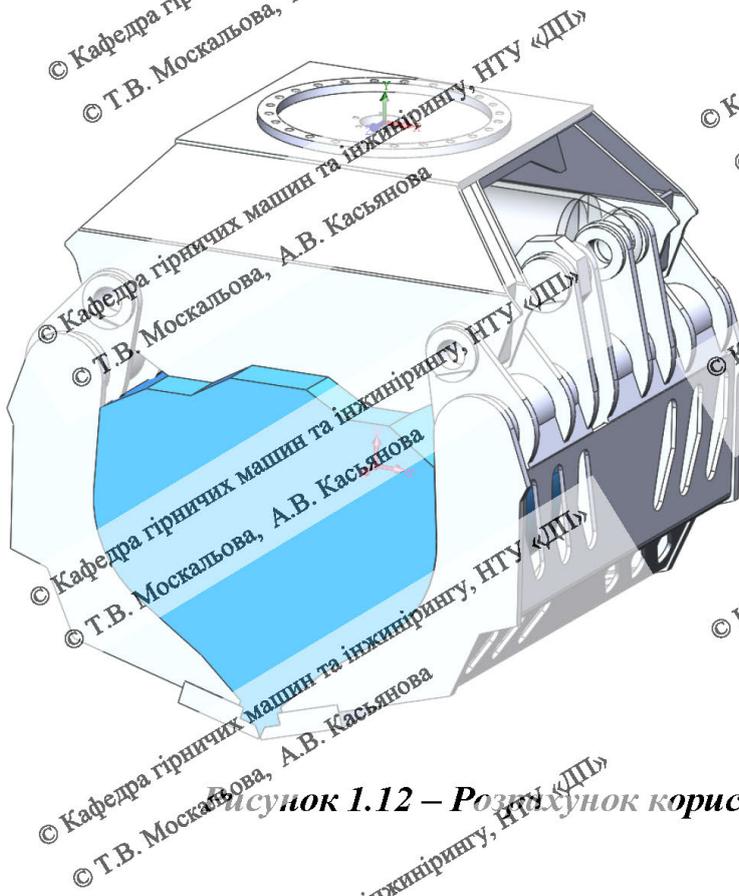


Рисунок 1.12 – Розрахунок корисного об'єму ковша грейфера

З рис. 1.12 бачимо, що корисний об'єм ковша грейфера складає 0,21м<sup>3</sup>.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

### 1.11.2 Статичний аналіз конструкції ковша гідралічного грейфера RGS14 під дією ваги вантажу при вертикальному положенні стріли екскаватора

Гідралічний грейфер RGS14 призначений для сортування дивельного сміття, такого як обломки цегляних, бетонних та залізобетонних конструкцій.

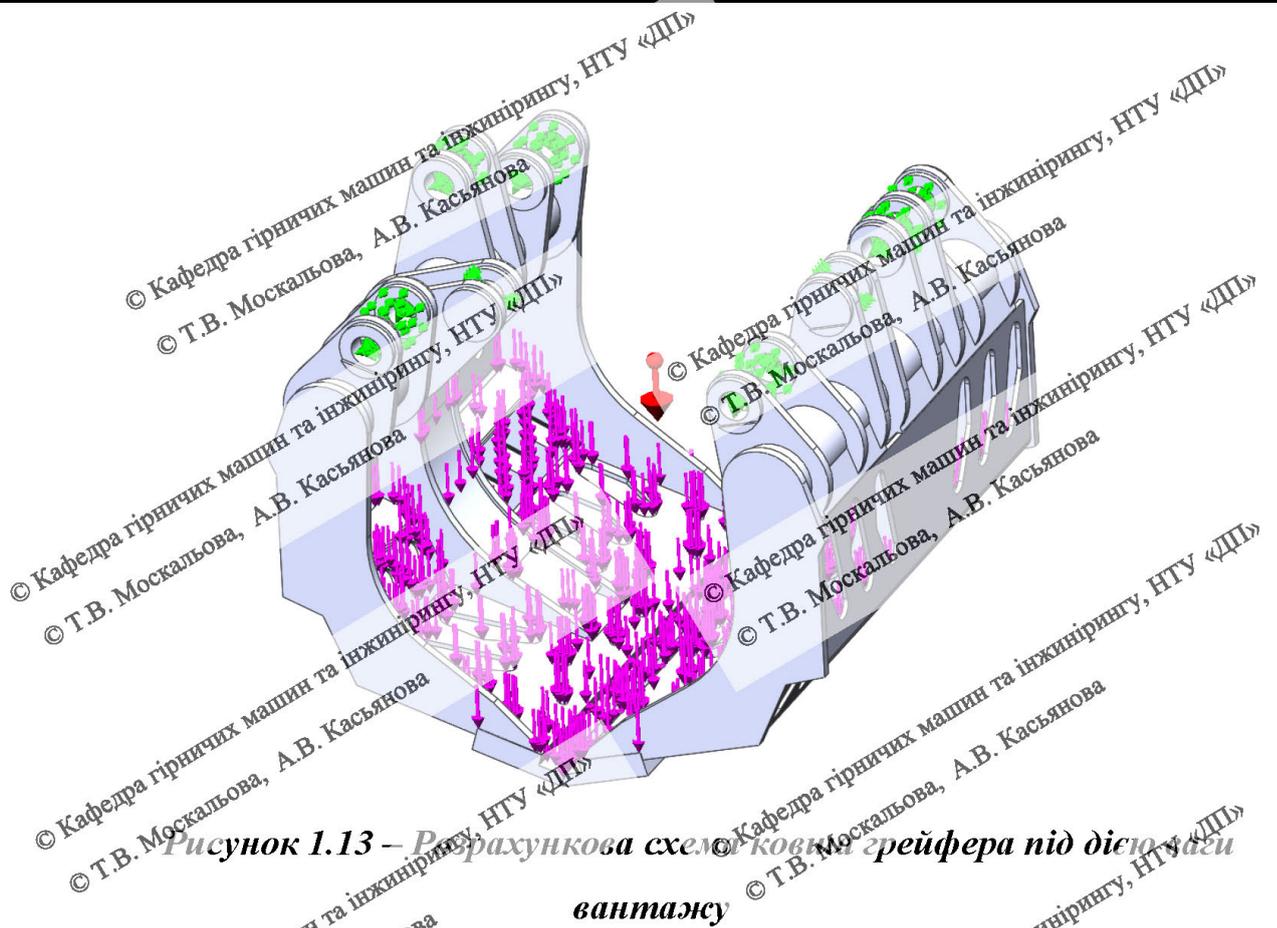
Для статичного аналізу конструкції ковша під дією найважчого захопленого матеріалу було обрано вид дивельного сміття – обломки залізобетонних конструкцій, які мають такі характеристики (рис. 1.12):

- щільність –  $2500 \text{ кг/м}^3$ ;
- маса –  $622 \text{ кг}$ ;
- об'єм –  $0,21 \text{ м}^3$ .

Проводимо аналіз побудованої моделі ковша під дією захопленого матеріалу використовуючи SolidWorks Simulation по алгоритму (рис. 1.13):

- задаємо нове дослідження руху «Статичне»;
- задаємо матеріал «Чоргова сталь»;
- задаємо граничні умови на внутрішній циліндричний поверхні вухок шелевої та підп'яскі поверхні в місцях з'єднання шелевої корпусом, гідравлічним приводом та важелем «Зафіксована геометрія»;
- задаємо зовнішні навантаження: на верхню поверхню конструкції ковша – «Сила тяжіння»; на внутрішні грані шелевої, які сприймають вертикальні навантаження – «Сила» по  $3000 \text{ Н}$  на кожну шелеву, направлена вертикально вниз, яку створює захоплений матеріал;
- проводимо розрахунок;
- виведемо графік напружень Von Mises (одиниці вимірювання – МПа), представлення результатів – плаваюче).

Результати розрахунку показано на рис. 1.14.



**Рисунок 1.13 – Рахункова схема ковша грейфера під дією ваги вантажу**



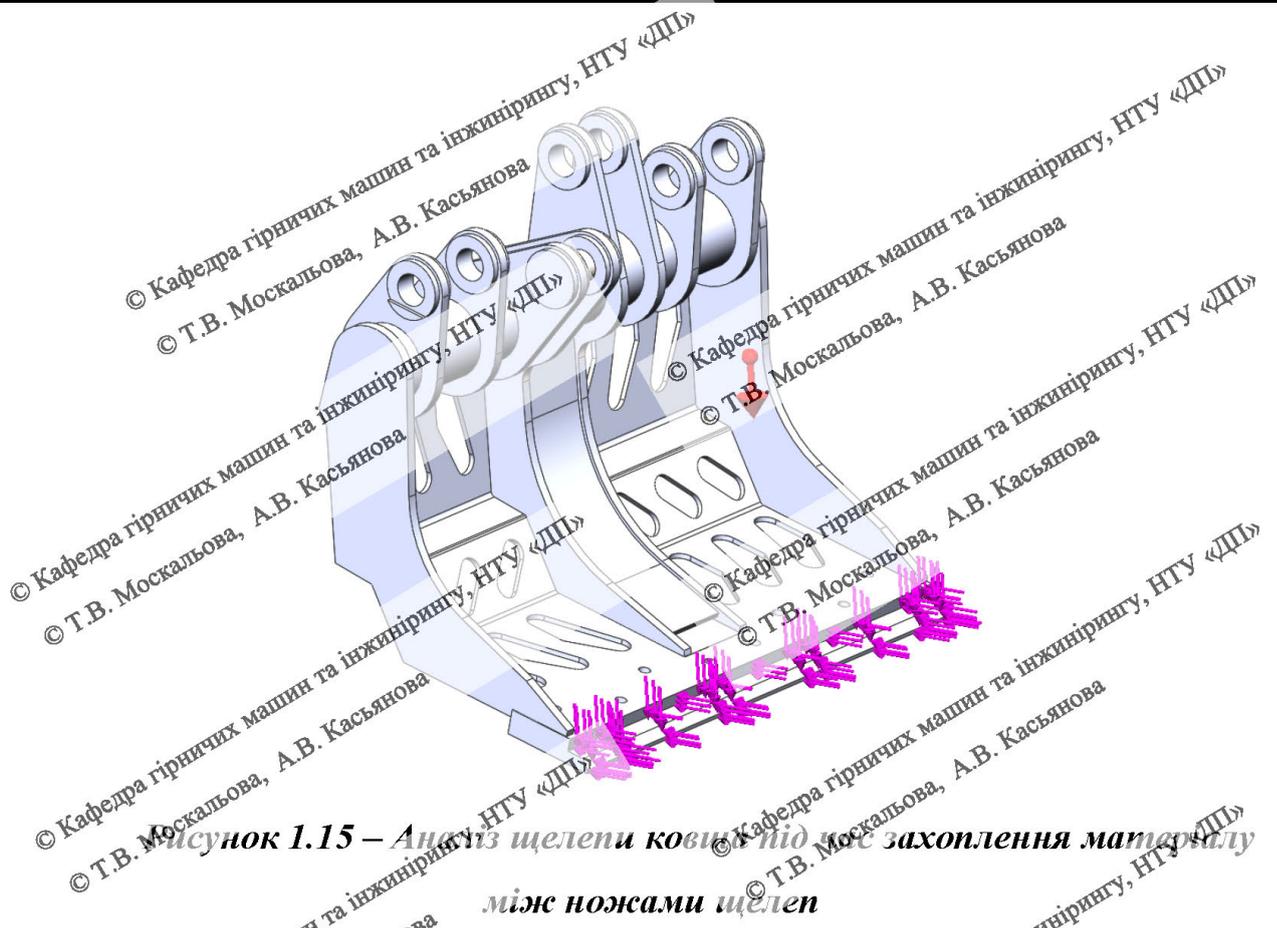
**Рисунок 1.14 – графік напружень під дією ваги всього вантажу на ковш у зімкнутому стані**

З рис. 1.14 видно, що конструкція ковша грейфера, приймає навантаження від захопленого матеріалу по 3000 Н на щелепу, при цьому в місцях приєднання ребер до осі щелеп виникають максимальні напруження 303 МПа, які не перевищують допустимі – 620 МПа.

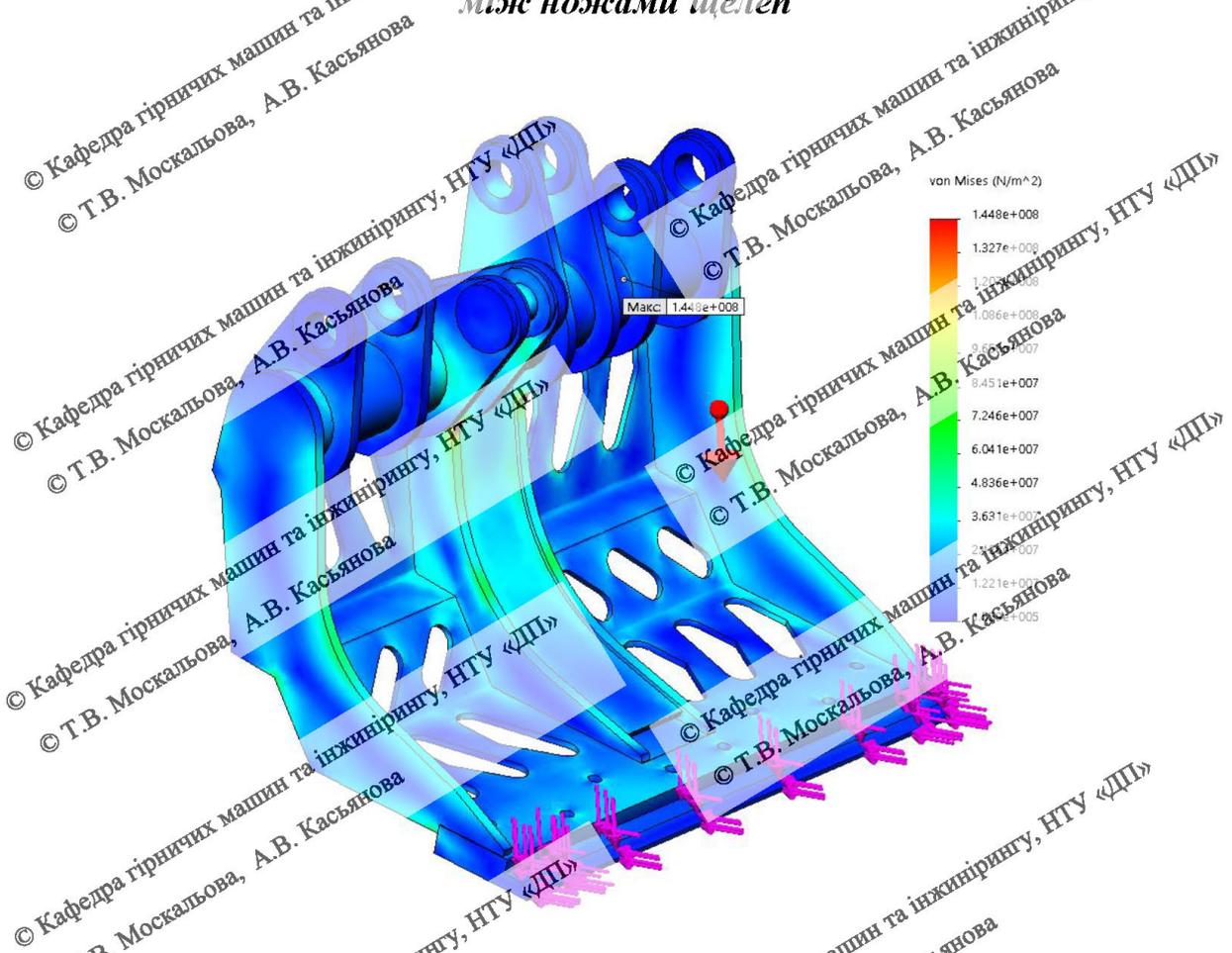
Проводимо аналіз побудованої моделі ковша в вертикальному положенні стріли екскаватора під час захоплення матеріалу між ножами щелеп, використовуючи SolidWorks Simulation по алгоритму (рис. 1.15):

- задаємо нове дослідження руху «Статичне»;
- задаємо матеріал «Легована сталь»;
- задаємо граничні умови на внутрішні циліндричні поверхні вушок щелеп та плоскі верхні в місцях з'єднання щелеп з корпусом, гідроприводом та важелем «Зафіксована геометрія»;
- задаємо зовнішні навантаження: на всю конструкцію ковша – «Сила тяжіння» направлена вертикально в сторону навантаженої щелепи; на грані ножа щелепи, які сприймають навантаження при контакті з захопленим матеріалом – горизонтальна «Сила» замикаюча 4000 Н та вертикальна «Сила» 3000 Н, яка виникає від дії ваги вантажу;
- проводимо розрахунок;
- виведемо графік напружень Von Mises (в одиниці вимірювання – МПа, представлення результатів – п'ятизначне).

З рис. 1.16 видно, що конструкція щелепи ковша грейфера при вертикальному положенні стріли екскаватора під час захоплення матеріалу між ножами щелеп сприймає навантаження в 4000 Н, при цьому в місцях приєднання вушок до осі щелепи виникають максимальні напруження 145 МПа, які не перевищують допустимі – 620 МПа.



**Рисунок 1.15 – Аналіз щелени ковчеза під час захоплення матеріалу між ножами щелеп**



**Рисунок 1.16 – Графік напружень щелени ковчеза в горизонтальному положенні під час захоплення матеріалу між ножами щелеп**

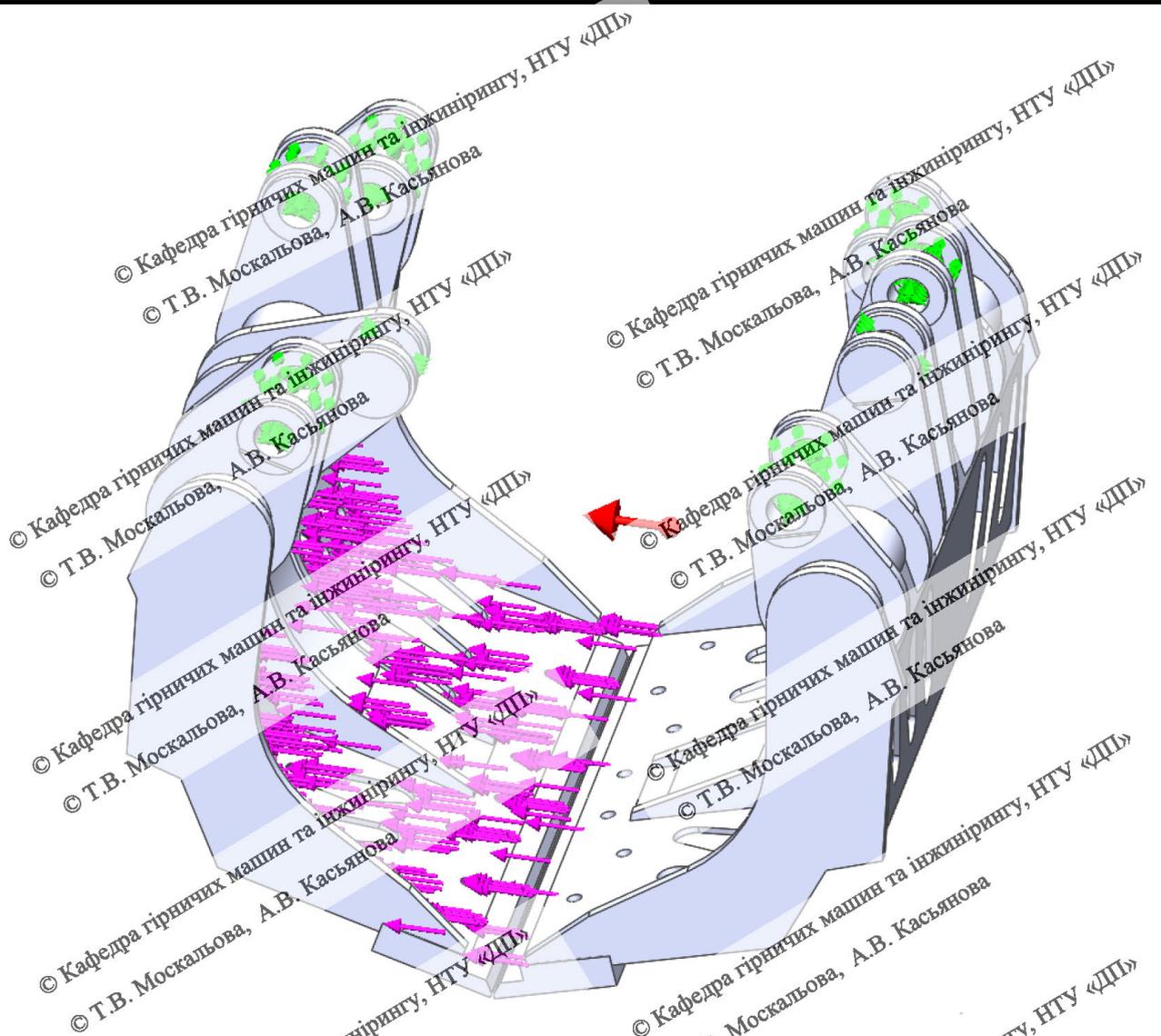
### 1.11.3 Статичний аналіз конструкції ковша гідралічного рейфера RGS14 під дією ваги вантажу при горизонтальному положенні стріли екскаватора

Проводимо аналіз побудованої моделі ковша під дією захопленого матеріалу в горизонтальному положенні, такому що вага вантажу зосереджено в одній з щелеп, використовуючи SolidWorks Simulation програмне середовище (рис. 1.17):

- задаємо нове дослідження руху «Статичне»;
- задаємо матеріал «Легована сталь»;
- задаємо граничні умови на внутрішні циліндричні поверхні вушок щелеп та плоскі верхні в місцях з'єднання щелеп з корпусом, гідроприводом та важелем «Зафіксована геометрія»;
- задаємо зовнішні навантаження: на всю конструкцію ковша – «Сила тяжіння» направлена горизонтально в сторону навантаженої щелепи; на внутрішні грані щелепи, що сприймає навантаження від маси всього захопленого матеріалу «Сила» по 6000 Н направлена горизонтально;
- проводимо розрахунок;
- виведемо графік напружень Von Mises (в одиниці вимірювання МПа, представлення результатів – п'ятизначне).

Результати аналізу показані на рис 1.18 та 1.19

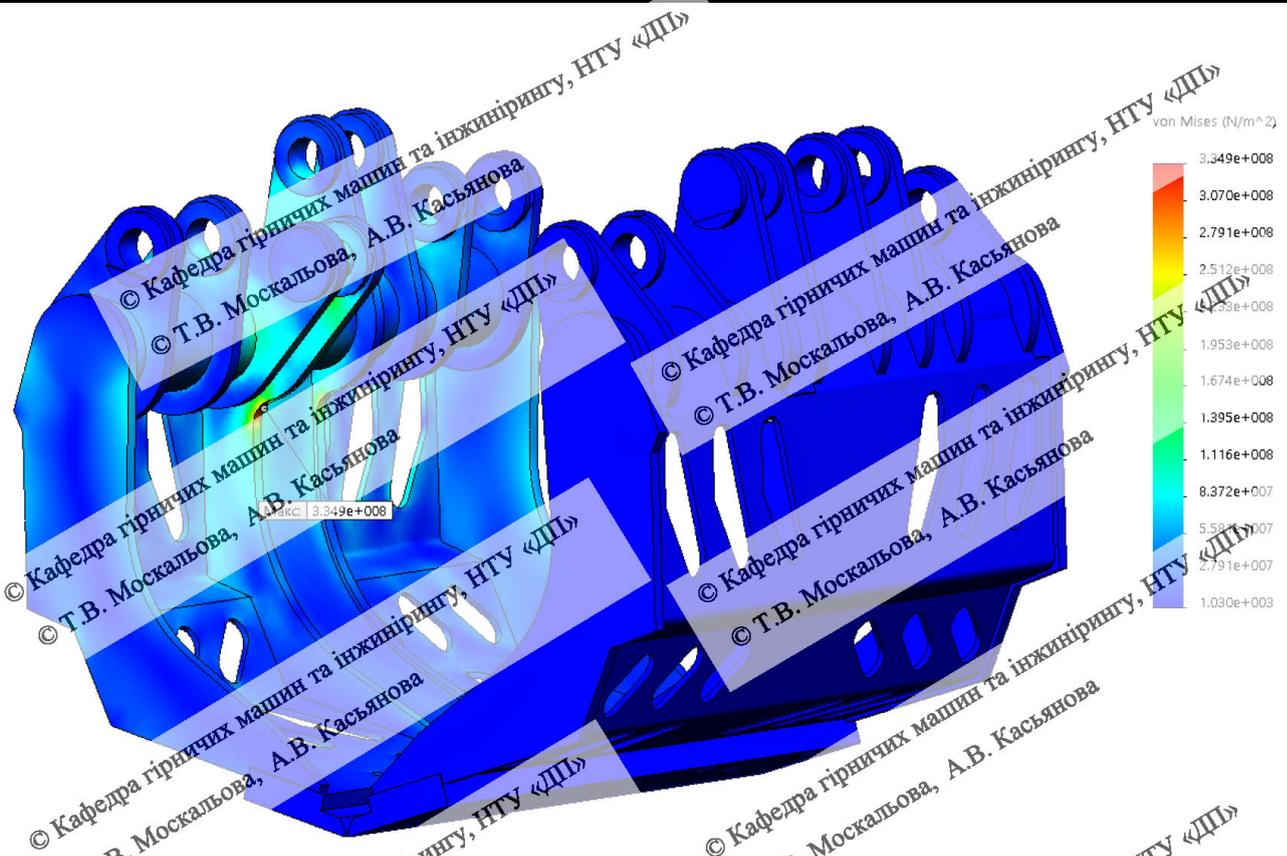
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------



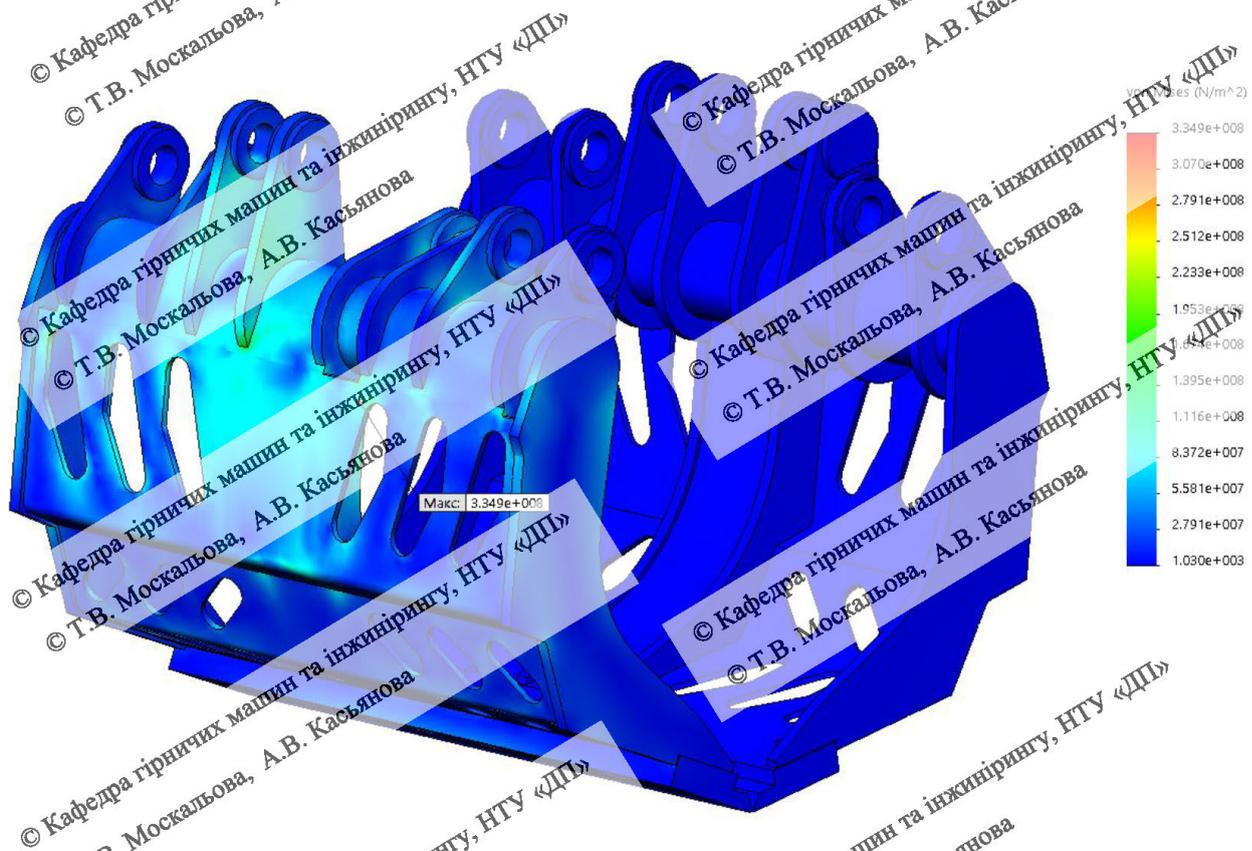
**Рисунок 1.17** Аналіз ковша грейфера у зімкнутому стані під дією ваги всього вантажу на щелепу

рис. 1.18 та 1.19 видно, що конструкція щелепи ковша грейфера при горизонтальному положенні стріли екскаватора сприймає навантаження від захопленого матеріалу по 6000 Н, при цьому в місцях прилягання ребер до осі щелепи, виникають максимальні напруження 35 МПа, які не перевищують допустимі 820 МПа.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------



**Рисунок 1.18** – Графік напружень, що виникають з внутрішньої сторони щелепи під дією на неї ваги всього вантажу у зімкнутому стані



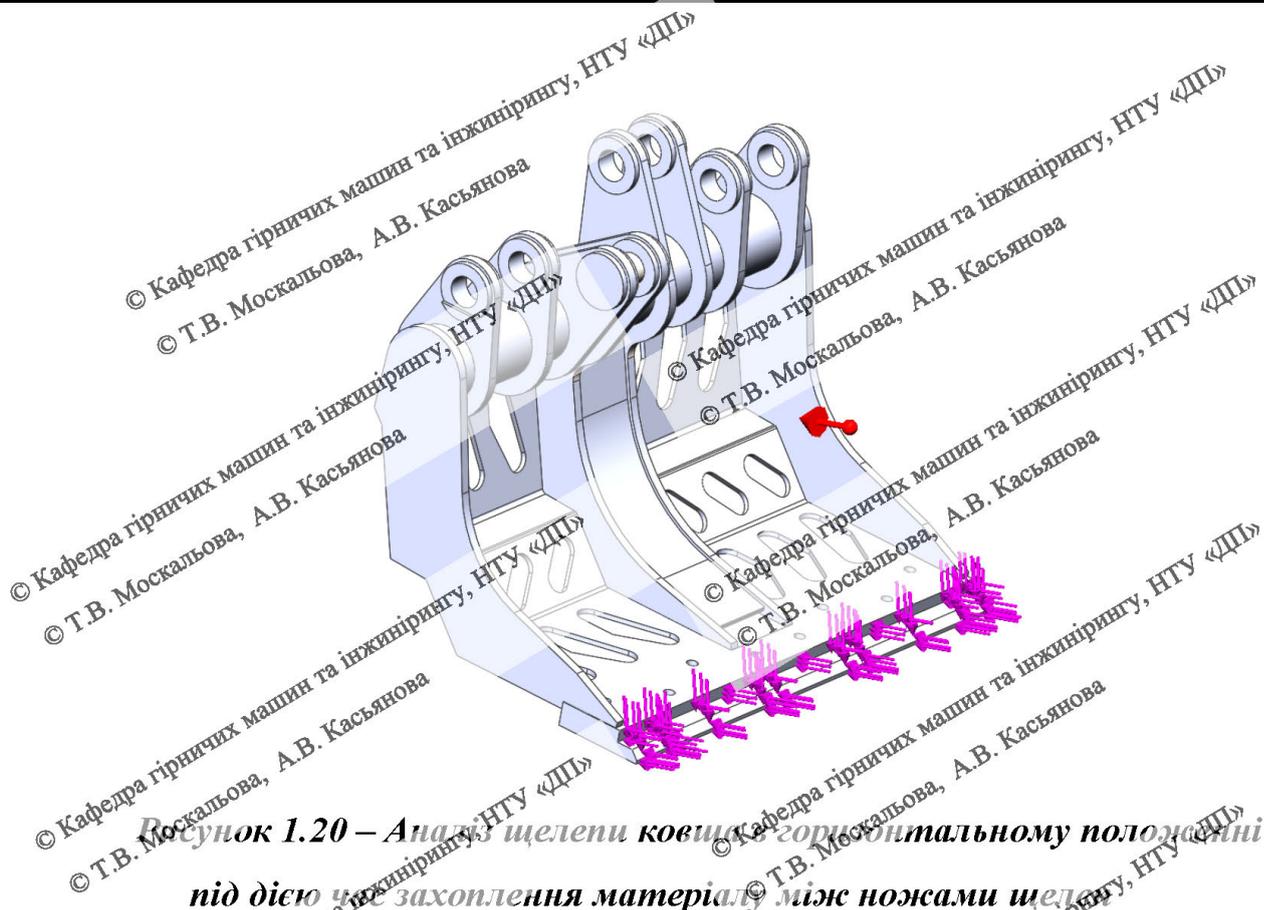
**Рисунок 1.19** – Графік напружень, що виникають з зовнішньої сторони щелепи під дією на неї ваги всього вантажу у зімкнутому стані

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

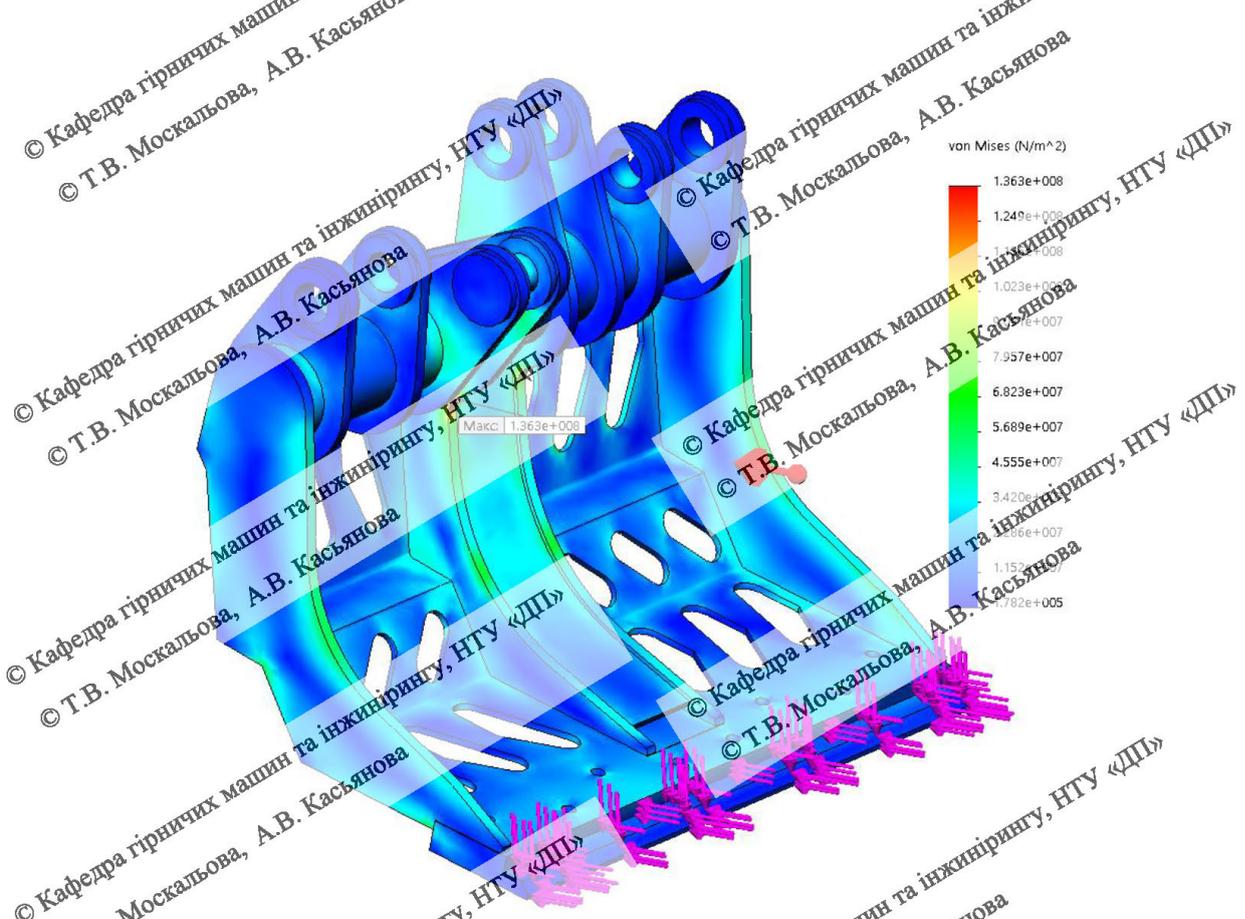
Проводимо аналіз побудованої моделі ковша в горизонтальному положенні стріли екскаватора під час захоплення матеріалу між ножами щелеп, використовуючи SolidWorks Simulation по алгоритму (рис. 1.20):

- задаємо нове дослідження руху «Статичне»;
  - задаємо матеріал «Легована сталь»;
  - задаємо граничні умови на внутрішні циліндричні поверхні вушок щелеп та плоскі поверхні в місцях з'єднання щелеп з корпусом, гідроприводом та вузлом «Зафіксована геометрія»;
  - задаємо зовнішні навантаження: на всю конструкцію ковша – «Сила тяжіння», направлена горизонтально в сторону навантаженої щелепи, на грані ножа щелепи, які сприймають навантаження при контакті з захопленим матеріалом – горизонтальна «Сила» замикаючого замка 4000 Н та вертикальна «Сила» 3000 Н, яка виникає від дії ваги навантаження;
- проведимо розрахунок;  
виведемо графік напружень Von Mises (в одиниці вимірювання – МПа, представлення результатів – п'ятизначне).

З рис. 1.21 видно, що конструкція щелепи ковша грейфера в горизонтальному положенні стріли екскаватора під час захоплення матеріалу між ножами щелеп сприймає навантаження 4000 Н, при цьому в місцях приєднання вушок до осі щелепи виникають максимальні напруження 136 МПа, які не перевищують допустимі – 620 МПа.



**Рисунок 1.20 – Аналіз захоплення матеріалу між ножами щелеп під дією частини матеріалу в горизонтальному положенні**



**Рисунок 1.21 – Графік напружень щелеп ковша в горизонтальному положенні під час захоплення матеріалу між ножами щелеп**

## 2. Висновки по консалтинговому розділу

1. Гідро-гвинтовий грейфер RGS14 є вантажозахватним пристроєм, завдання якого полегшити маніпуляції при здійсненні важко-розвантажувальних робіт під час спорудження будівельного сміття, з корисним об'ємом ковша  $0,22\text{ м}^3$  і масою ковша  $5\text{ т}$ .

2. Використовуючи методи теоретичної механіки, визначено розрахункові зусилля, які сприймає ковш гідралічного грейфера RGS14 під дією робочих навантажень, виникаючі під час захоплення матеріалу.

3. Для перевірки працездатності розробленої конструкції виконано комп'ютерне моделювання ковша гідралічного грейфера RGS14 засобами SolidWorks.

4. Перевірочні розрахунки ковша, виконані в SolidWorks Simulation показали, що в зімкнутому стані в зонств'єжці максимальні напруження у місці з'єднання гідроциліндра з щелепами складають  $88\text{ МПа}$  при допустимому  $620\text{ МПа}$ . Також проведено перевірку деформацій. Розраховано, що в зімкнутому стані ковша максимальні переміщення у місці з'єднання гідроциліндра з щелепами складають  $1,6\text{ мм}$ , тобто конструкція ковша достатньо жорстка.

5. Було проведено перевірочні розрахунки ковша під дією навантажень від захопленого матеріалу – обломки залізобетонних конструкцій. Визначено, що при вертикальному розміщенні стріли екскаватора максимальні напруження складають  $303\text{ МПа}$ , при горизонтальному –  $350\text{ МПа}$ .

Було проведено перевірочні розрахунки щелепи ковша під час захоплення матеріалу між ножами щелепи. Визначено, що при вертикальному розміщенні стріли екскаватора максимальні

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

напруження складають 145 ПМа, а при горизонтальному – 136 МПа.

7. За результатами моделювання виготовлено конструкторську документацію:

- складальний кресленик ГМІ.РК.19.01-01.00.000 СК (Гідравлічний рейфер RGS-4);

- складальні кресленики щелеп:

а) ГМІ.РК.19.01-01.02.000 СК (Щелепа ліва);

б) ГМІ.РК.19.01-01.03.000 СК (Щелепа права).

									Аркуш
									50
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.РК.19.01-00.00.000 ПЗ				

## РОЗДІЛ 2 ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ

### Експлуатаційний підрозділ

#### 2.1.1 Монтаж гідравлічного грейфера RGS14

Грейфер RGS14 вибирається залежно від базової машини виду майбутніх робіт. Грейфер навішують на рукоятку за допомогою підвіски і пальця. Підключення грейфера до гідравлічної системи повинно проводитися через швидкоз'єднання, що запобіжить забруднення гідравлічного масла, а також витік рідини з гідравлічної системи. Після установки грейфера на стрілу необхідно довжину рукавів висотного тиску (РВТ) з урахуванням моделі екскаватора. При визначенні довжини РВТ, щоб уникнути їх роз'єднання, користувач грейфера повинен передбачити широку петлю для забезпечення ковчання грейфера над часом роботи.

Перед використанням необхідно перевірити відсутність перекосу різних вузлів грейфера і з'єднання підвіски грейфера з рукояткою екскаватора.

#### 2.1.2 Пробний запуск

Перед першим використанням грейфера, вивісивши його на вертикальній стрілі:

1. Перевірте функцію захоплення і розкриття грейфера. Візуально перевірте захватний пристрій з рівня кабіни екскаватора.

2. Перевірте поворот грейфера вліво і вправо. Управління грейфером з кабіни екскаватора досить просте. Переконайтеся, що всі необхідні РВД

ГМІ.РК 19.01.00.00.000 ПЗ

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ експлуатаційний	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Касьянова					51	7
Перевірив		Москальова						
Н. Контр.		Касьянова						
Затвердив		Заболотний				НТУ «ДП», ГММ-15-1		

приєднані до грейфера.  
Грейфер може повертатися за годинниковою стрілкою і зворотний бік.  
Після установки грейфера на гідравлічній екскаваторі або після будь-яких робіт необхідно видавити повітря з гідравлічної системи грейфера і гідроциліндрів.

Якщо в гідроциліндрі присутнє повітря і тиск масла в гідроциліндрі перевищує норму, за рахунок «дизельного ефекту» може статися займання масла. Це неминуче призведе до поломки гідроциліндру.

Для видалення повітря з гідроциліндру три-чотири рази розімкнуті і зімкнуті щелепи грейфера, не доводячи до упору. Не прикладати додаткового зусиль натискання! Таким чином, повітря буде видалено з гідравлічного контуру. Під час першого введення грейфера в експлуатацію після установки перевірити наступні важливі моменти:

- наявність всіх маслянок,
- затягування всіх гайок, бортів, рукавів високого тиску,
- роботу всіх шарнірних з'єднань,
- відсутність витоку на рівні рукавів високого тиску.

### 1.1.3 Експлуатація обладнання

Під час роботи дотримуйтесь заходів безпеки.

Під час руху грейфер не повинен доходити до положення упору в підвісу. Під час переміщення вантажу, підтримуйте тиск в гідроциліндрах грейфера.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

## 2.1.4 Обмеження щодо використання обладнання

Забороджено:

- міняти напу обертання під час поворотного руху обладнання, щоб уникнути поломки гідравлічного привиду.
- Виробляти поворотний рух грейфера в момент заповнення вантажу.
- Використовувати грейфер як важіль.
- Використовувати грейфер для транспортування матеріалів, що переміщують.
- Використовувати грейфер для протягування важкого і щільного вантажу.
- Використовувати грейфер для розривання сталю в'їдрання предметів.

## 2.1.5 Транспортування

Зафіксуйте обладнання за допомогою канціків або канатів до початку транспортування.

Для транспортування необхідно використовувати транспортні засоби, що мають достатні габарити і вантажопідйомність, на які можна безпечно занести грейфер і надати провести розвантаження.

Для підйому грейфера використовуйте захоплюючі скоби.

Також для розвантаження можна використовувати вилковий кран з вилковим звозом.

При підйомі і завантаженні устаткування вантажувач повинен бути добре зафіксований.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

## 2.1.6 Зберігання гідравлічного грейфера RGS14

Необхідно добре зафіксувати за допомогою шпильки та інструменту місця підключення рукавів високого тиску до грейфера, щоб уникнути їх зіскакування і від'єднання.

Для запобігання потраплянню сторонніх речовин всередину гідросистем грейфера, необхідно користуватися швидко роз'ємними шлангами, що також забезпечують витік рідини з системи.

Грейфер слід зберігати на дерев'яній підставці відповідних розмірів і міцності. Переконайтеся, щоб не було витоків масла і рідин в місцях приєднання рукавів високого тиску.

## 2.1.7 Тривале зберігання

Після мийки та сушки всіх деталей грейфера, необхідно помістити його в приміщення з хорошою циркуляцією повітря.

Не рідше одного разу на місяць проводите змащування тертьових елементів.

Нанесіть мастило на рідку поверхню циліндрів і місця можливого утворення корозії.

## 2.1.8 Технічне обслуговування

### Перелік необхідних щоденних перевірок:

- Щільність посадки всіх рукавів високого тиску, а також поверхню на предмет тріщин і зламу.
- Надійність з'єднань вузлів.
- Комплектність обладнання.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

- Наявність мастила в шарнірних з'єднаннях (для використання вати П-100-маслянки).
- Візуальний огляд і перевірка зубів рейферів на предмет твердості їх фіксаци і відсутності дефектів.

### Параметри загальної перевірки

У разі зносу клапанів гідравлічних циліндрів або поворотних механізмів, або після річної експлуатації, їх слід замінити.

### Перевірка функції повороту рейфера

Поворот рейфера забезпечується за допомогою відвідних механізмів на 60°. При цьому, робота можлива під будь-яким навантаженням.

Обертається може нормально функціонувати тільки в встановлених умовах.

Заборається гнути або намагатися зруйнувати рейфера за допомогою рейфера.

При несправності поворотних функцій слід відмовитися від експлуатації рейфера.

Перевірка поворотних функцій повинна здійснюватися тільки у вільному положенні рейфера і при наявності мастила в системі.

### 2.1.9 Перевірка кріплень (болтів)

Кріплення обертових частин необхідно перевіряти на регулярній основі.

Слід перевіряти болти кожен раз після 8-годинного робочого дня, а також після заміни їх на нові.

У разі зносу або деформації кріплень, вони також підлягають заміні.

Кріплення необхідно перевіряти кожен день. Планові заміни вони підлягають після 1500 годин експлуатації.

### 2.1.10 Перевірка рівня мастила

Для забезпечення роботи поворотних з'єднань необхідно обробляти механізми склвом проти утворення іржі, принаймні раз на півроку.

Після проведення робіт особливо забруднених умовах необхідно чистити мастило щодня, оскільки потрапляє на обладнання та внутрішні частини бруд може значно погіршити робочі якості грейфера.

### 2.1.11 Графік перевірок

Як правило, грейфери експлуатуються в жорсткому режимі. Неусунуті вчасно дрібні несправності згодом можуть привести до вельми серйозно несудиваних поломок.

### 2.1.12 Контроль рівня забруднення мастильних матеріалів і рідин

Брудне гідравлічне масло погіршує роботу гідравлічних механізмів, послаблює тиск масла в системі, що в результаті може привести до поломки грейфера.

При появі забруднення масла необхідно замінити старе масло. Старе масло слід видалити з циліндрів, а також з маслопроводів. Разом із заміною масла рекомендується замінити і масляний фільтр, навіть в тому випадку, якщо він не сильно забруднений.

## 2.2 Висновки по експлуатаційному розділу

В експлуатаційному розділі розглянуто питання щодо експлуатації гідравлічного грейфера RGS14:

- Вказівки щодо монтажу та пробного запуску грейфера;
- Заходи безпеки під час експлуатації обладнання;
- Обмеження щодо використання гідравлічного грейфера RGS14;
- Вказівки щодо транспортування та зберігання грейфера;
- Перелік необхідних щоденних перевірок обладнання грейфера RGS14 та вказівки щодо їх проведення.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.РК.19.01-00.00.000 ПЗ

Аркуш

57

## ВИСНОВКИ

Виконано кваліфікаційну роботу призначено рішенням актуальної інженерної комісії – розробка конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття. Метою розробки є підвищення експлуатаційної продуктивності грейфера за рахунок збільшення корисного об'єму ковша.

У вступі наведено короткий опис об'єктування необхідності виконання розробки ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття.

В конструкторському розділі розглянуто загальні відомості про підприємство ТОВ «Грантрон», наведено кваліфікацію та основні характеристики грейферів, вказано призначення, область використання та технічні характеристики сортувальних грейферів, розглянуто конструкцію та принципи роботи ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття.

На основі аналізу та розрахунків конструкції грейфера RGS14 підібрано параметри ковша грейфера, найбільш відповідні умовам його експлуатації.

Наведено аналіз застосування кутових переміщень щелеп ковша при переміщенні штока гідроциліндра та визначено статичні і врівноважуючі зусилля у вузлах ковша гідравлічного грейфера. В результаті розрахунків отримано, що зусилля на ножах змінюються в діапазоні від 15 кН до 47 кН, а зусилля виникаючі в важелі змінюються в діапазоні від 10 до 180 кН.

Перевірочні розрахунки ковша, виконані в SolidWorks Simulation, показали, що в змінному стані в конструкції максимальні напруження у місці закріплення гідроциліндра щелепами складають 368 МПа при

ГМ.РК.19.01.00.00.000 ПЗ

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Касьянова				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Москальова				58	2	
Н. Контр.		Касьянова			Вісн			
Затвердив		А.В. Касьянова			Вісн			НТУ «ДП», ГМмм-15-1

допустимих 620 МПа.

Проведено аналіз конструкції ковша при вертикальному і горизонтальному положеннях стріли екскаватора під дією ваги захопленого вантажу та під час захоплення матеріалу між ножами щелеп. Перевірочні розрахунки, виконані в SolidWorks Simulation, показали, що максимальні напруження досягані в місцях приварювання вушок та перер до осей щелеп не перевищують максимально допустимі.

В результаті всіх необхідних розрахунків отримано конструкцію гідралічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття, яка задовольняє поставленому завданню:

- маса ковша складає 510 кг;
- ширина захвату складає 850 мм;
- забезпечено максимальне розкриття щелеп 1720 мм;
- максимальне зусилля замикання складає 42,2 кН;

Об'єм ковша складає 0,23 м<sup>3</sup>. В експлуатаційному розділі відпрацьовано технологічні питання монтажу розробленого обладнання. Вказано безпечні виробничі фактори та запобіжні заходи під час монтажу, запуску, експлуатації, зберігання та транспортування грейфера.

3. В результаті моделювання підготовлено конструкторську документацію:

- складальний кресленик ГМІ.РК.19.01-01.00.000 СК (Гідралічний грейфер RGS14);
- складальні кресленки щелеп:
  - а) ГМІ.РК.19.01-01.02.000 СК (Щелепа ліва);
  - б) ГМІ.РК.19.01-01.03.000 СК (Щелепа права).

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. – 8-е изд., проработал и дополнил – М.: Машиностроение, 2000. – Т. 1 – 920 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. – 8-е изд., проработал и дополнил – М.: Машиностроение, 2000. – Т. 2 – 900 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. – 8-е изд., проработал и дополнил – М.: Машиностроение, 2000. – Т. 3 – 850 с.
4. Таубер Б.А. Грейферные механизмы. Теория, расчет и конструкции. – М.: Машиностроение, 1967. – 424 с.
5. Таубер Б.А. Грейферные механизмы. – М.: Машиностроение, 1985. – 272 с.
6. Таубер Б.А. Подземно-транспортные машины. – М.: Экологическое машиностроение, 1991. – 528 с.
7. Т. Б. Айзенберг, И. М. Воронков, В. М. Осетин. Руководство к решению задач по теоретической механике – М.: Машиностроение, 1968 – 420 с.
8. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білицького. — Д.: Східний видавничий дім, 2004—2013.
9. Грейфер для сыпучих материалов [Электронный ресурс] : статья, наиболее полное оборудование – Техника и оборудование – <https://primplace.ru/grejfer-dlya-sipuchih-materialov-598.htm>

ГМ.РК 19.01.00.00.000 ПЗ

Перелік посилань

Зм.	Аркуш	№ докум.	Датис	Дзна			
Розробив	Касьянова	Москальова				Літ.	Аркуш
Перевірів	Москальова	Касьянова					Аркушів
Н. Контр.	Касьянова	Касьянова					
Затвердив	Касьянова	Касьянова					
						НТУ «ДП», ГММ-15-1	

**ДОДАТОК А**  
**ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Наменування	Кількість листів	Примітка
				Документація		
A4			ГМІ.РК.19.01-00.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	62	
				Графічні матеріали		
A1			ГМІ.РК.19.01-01.00.000 СК	Гідравлічний циліндр	1	
A1			ГМІ.РК.19.01-01.02.000 СК	Щелепа ліва		
A1			ГМІ.РК.19.01-01.03.000 СК	Щелепа права	1	
			CD диск	Презентація	1	

ГМІ.РК.19.01-00.00.000 ПЗ			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис
Розробив		Касьянова	<i>[Signature]</i>
Перевірив		Москальова	<i>[Signature]</i>
Н. Контр.		Хухар	<i>[Signature]</i>
Затвердив		Заболотний	<i>[Signature]</i>
		Дата	15.06.19
		Літ.	1
		Аркуш	1
		Аркушів	1
Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи			
НТУ «ДП», ГМмм-15-1			

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

**ДОДАТОК Б**  
**СПЕЦИФІКАЦІЯ ДО СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНИКІВ**

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

ГМІ.РК.19.01.00.00.000 ПЗ

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив	Касьянова						
Перевірив	Москальова					62	1
Н. Контр.	Касьянова				НТУ «ДП», ГММ-15-1		
Затвердив	Заболотний						

Специфікація до складальних креслеників











Міністерство освіти та науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

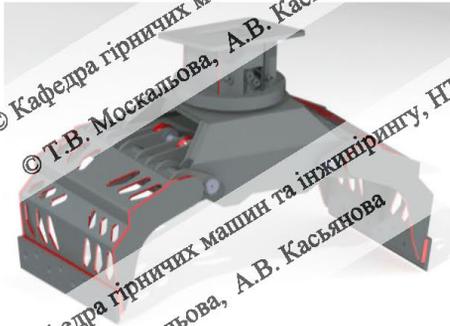
## «Розробка технічного проекту ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття»

Виконав:  
студент IV курсу  
Касьянова А.В.  
Науковий керівник:  
доцент Москальова Т.В.

### МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Розробити конструкцію ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття, корисною ємністю в відкритому положенні  $0,25 \text{ м}^3$ . Конструкція ковша повинна мати дві щелепи довжиною 850 мм, номінальну масу та забезпечувати зусилля замикачів 4 т.

### ГІДРАВЛІЧНИЙ ГРЕЙФЕР RGS14



## ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «ГРАБІРОН»

Кваліфікаційна робота пов'язана з науковим напрямком кафедри гірничих машин та інжинірингу, зокладна на замовлення підприємства ТОВ «Грабїрон».

ТОВ «Грабїрон» є британсько-українська компанія, створена для виробництва власного обладнання для екскаваторів, маніпуляторів та інших машин, які використовуються під час видобутку корисних копалин, промислового знесення споруд, будівництва і простого сортування.

Поставлена задача буда виконана наступним чином:

1. Проаналізовано існуючі технічні рішення щодо сортувальних грейферів.
2. Розроблено конструкцію щелеп ковша, логічно конструкції подібних грейферів іншої ємності спроектовані підприємством «Грабїрон».
3. Досліджено переміщення щелеп ковша.
4. З'ясовано зусилля, що виникають у вузлах конструкції. Проведено рієврічний розрахунок методом скінченних елементів розробленої конструкції на міцність та жорсткість.
6. Вказано небезпечні виробничі фактори та запобіжні заходи під час монтажу, запуску, експлуатації, зберігання та транспортування грейфера.

### ГІДРАВЛІЧНИЙ ГРЕЙФЕР RGS14



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
**КОНСТРУКЦІЯ ЩЕЛЕПИ КОВША**



- 1 – бокові стійки;
- 2 – опора;
- 3 – вушка;
- 4 – посилення;
- 5 – плита;
- 6 – обв'язка;
- 7 – ребра;
- 8 – розетка;
- 9 – зварний шов.

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
**ПІДВЛІКНИЙ ГРЕЙФЕР RGS14**

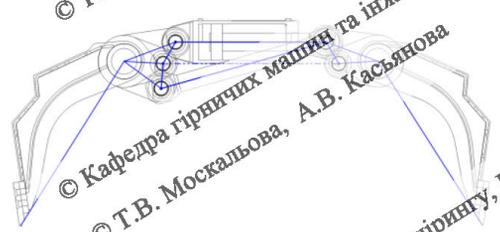
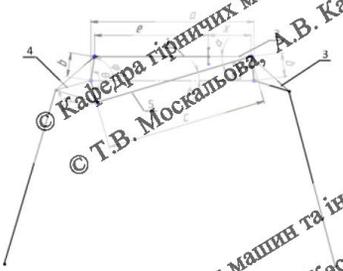


Схема грейферного механізму

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
**СХЕМА ГРЕЙФЕРНОГО МЕХАНІЗМУ**



- 1 - шток гідроциліндра;
- 2 - циліндр;
- 3 - права щелепа;
- 4 - ліва щелепа;
- 5 - важир.

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
**ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ для розробки ковша грейфера:**

- Зусилля гідроциліндра  $F = 397 \text{ кН}$ ;
- Довжина штока гідроциліндра  $e = 430 \text{ мм}$ ;
- Переміщення штока гідроциліндра  $x = 200 \text{ мм}$ ;
- Відстань між осiami повороту щелеп  $a = 615 \text{ мм}$ ;
- Питомий вага грейфера до  $850 \text{ кг}$ ;
- Цілина щелеп  $150 \text{ мм}$ ;
- Максимальне розкриття щелеп –  $1720 \text{ мм}$ ;
- Максимальне зусилля замикання –  $4 \text{ т}$ ;
- Корисний об'єм у закритому положенні  $0,25 \text{ м}^3$ .

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
 Знайдемо як змінюється кут обертання щелеп в залежності від переміщення штока гідроциліндра

- Спроектуємо довжину планок грейфера на ось  $x$  і отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} b \cdot \cos(\varphi_1) + b \cdot \cos(\varphi_2) + e + x = a \\ (b \cdot \cos(\varphi_2) + b \cdot \cos(\theta - \varphi_1) + e) \cdot \cos(\alpha) = a \end{cases}$$

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
 Так як рух щелеп повинен бути синхронним, а захватні частини щелеп симетричні, то  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$

- Розв'яжемо систему і отримаємо значення кута  $\varphi$ , який визначає переміщення щелеп

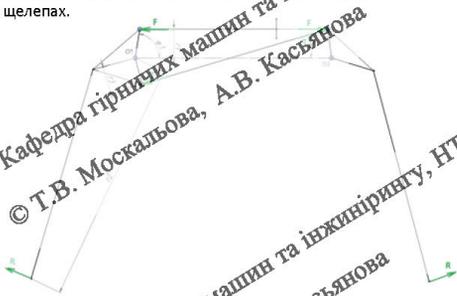
	0
0	90.021
1	96.579
2	102.859
3	108.961
4	114.971
5	120.97
6	127.043
7	133.08
8	139.08
9	145.038



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
**Висновок:** одержані значення кута  $\varphi$  такі, що забезпечують повне розкриття щелеп (1720 мм) і замикання

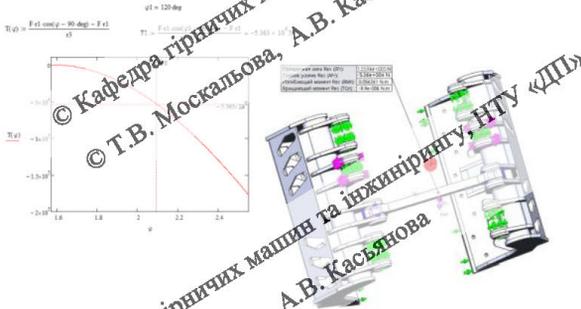
Знайдемо величину сили на ножах щелепи та зусилля, що виникають у важелі T

- Геометричні характеристики розташування щелепи визначаємо з умов рівності реакцій R' лівий та правий щелепах.



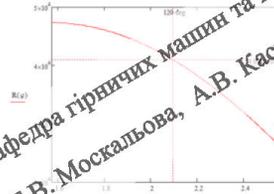
Виконаємо перевірку за допомогою SolidWorks Simulation

- Візьмемо довільне значення кута  $\varphi=120^\circ$  та знайдемо зусилля, що виникає в важелі T



Виконаємо перевірку за допомогою SolidWorks Simulation

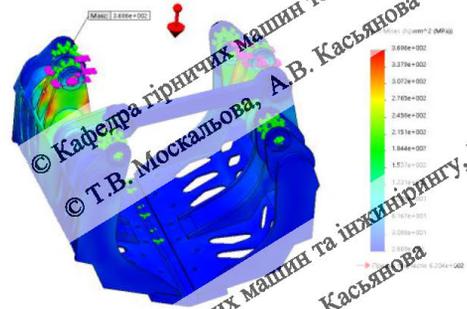
- Візьмемо довільне значення кута  $\varphi=120^\circ$  та знайдемо значення зусилля на ножах щелепи R.



Висновок: значення R за розрахунками складає  $4.08 \times 10^4$  Н, а виконавши перевірку в SolidWorks Simulation отримано значення  $4.08 \times 10^4$  Н, що не суттєво відрізняється від розрахованого.

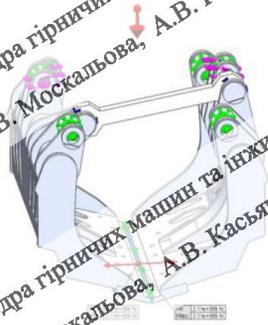
### ПЕРЕВІРОЧНИЙ РОЗРАХУНОК НДС

- Графік напружень у зімкнутому стані під дією циліндра (матеріал щелеп – сталь 16ХГМФТР)



### ПЕРЕВІРОЧНИЙ РОЗРАХУНОК НДС

Аналіз зусилля замикання

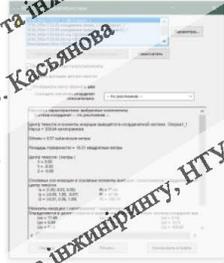
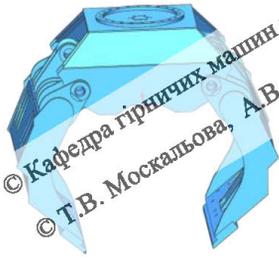


### ПЕРЕВІРОЧНИЙ РОЗРАХУНОК НДС

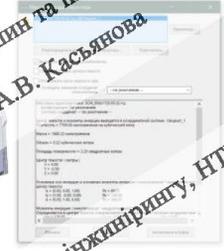
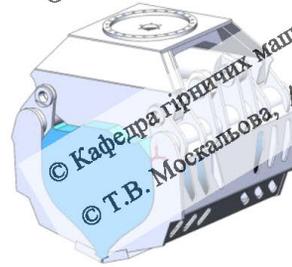
- Графік напружень, що виникають в конструкції коша грейфера при горизонтальному положенні коши екскаватора під дією ваги заповненого матеріалу



## Маса металоконструкції ковша



## Корисний об'єм ковша зімкнутому стані



## ДВОЩЕЛПНИЙ СОРТУВАЛЬНИЙ РЕЙФЕРА



### Висновки:

- Розроблено конструкцію ковша сортувального рейфера масою 4 т з такими характеристиками:
  - ширина щелеп 850мм;
  - зусилля замикання 4т;
  - корисний об'єм 0,22м<sup>3</sup>.
- Досліджено переміщення щелеп при заданому русі гідроциліндра:
  - кут обертання щелеп змінюється в діапазоні від 90° до 150°;
  - забезпечено максимальну ширину щелеп 1720мм;
  - конструкція ковша забезпечує синхронний рух щелеп.
- Досліджено залежність зусиль на ножах щелеп та ванелі від зусиль, що створює гідроциліндр:
  - зусилля на ножах змінюються в діапазоні від 25кН до 47кН;
  - зусилля, виникаючі в ванелі змінюються в діапазоні від 100кН до 180кН;
  - характер залежності зусиль на ножах та ванелі від зусиль, що розвиває гідроциліндр нелінійний, можна описати функціональною формою другого ступеня.
- Виконано перевірочні розрахунки на міцність та жорсткість ванелі ковша методом скінчених елементів:
  - максимальне напруження в металі, локалізоване в місці з'єднання гідроциліндра з щелепою, не перевищує допустиме 620МПа;
  - максимальне переміщення 1,6мм, дозволене у місці з'єднання гідроциліндра з щелепами.

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

### ДОДАТОК Г

## ВІДУК НОРМОКОНТРОЛЕРА

Нормоконтроль: зауваження  
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова  
15.06.19

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

				ГМ.РК.19-00-00.000 ПЗ			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Касьянова	<i>[Signature]</i>	15.06.19		1	1
Перевірив		Москальова	<i>[Signature]</i>	15.06.19		1	1
Н. Контр.		Заболотний	<i>[Signature]</i>	15.06.19	НТУ «ДП», ГМмм-15-1		
Затвердив		Заболотний	<i>[Signature]</i>	15.06.19			

Відгук нормоконтролера

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

**ДОДАТОК Г**  
**ВІДГУК КЕРІВНИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

ГМІ.РК.19.01.00.00.000 ПЗ  
 Відгук керівника  
 кваліфікаційної роботи

Зм.	Аркуш	№ докум.	Дата	Лист	Листа	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Касьянова					64	1
Перевірив		Москальова						
Н. Контр.		Касьянова						
Затвердив		Заболотний						

НТУ «ДП», ГММ-15-1

## ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу на здобуття ступеня бакалавра студентки групи ІММ-15-1 Касьянової Антоніни Василівни на тему «Розробка технічного проекту ковша гідравлічного грейфера RGS141 для сортування будівельного сміття»

Кваліфікаційна робота присвячена розробці конструкції ковша гідравлічного грейфера, який застосовується для сортування будівельного сміття. Робота виконана по завданню, виданому щільним британсько-українським підприємством ООО «Габірон». Це підприємство займається розробкою та виготовленням маніпуляторів і навісних обладнання для промисловості.

Ідея роботи полягає у розробці конструкції та визначенні параметрів щелеп ковша гідравлічного грейфера. Підприємством надано технічне завдання, на розробку та модель ковша аналогічного грейфера іншої конструкції.

В кваліфікаційній роботі вирішені наступні задачі: розроблено конструкцію та побудовано тривимірну модель ковша; досліджено вплив щелеп; проведено аналіз впливу зусиль, що виникають на ножах щелеп при роботі грейфера; проаналізовано напруження та деформації в конструкції під дією зусиль від гідроциліндру та ваги вантажу при різних положеннях стріли з грейфером; також розроблено конструкторську документацію.

Робота відповідає об'єкту діяльності бакалавра галузі знань 0505 «Машинобудування та матеріалознавство» напряму підготовки 050503 "Машинобудування".

Пояснювальна записка відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт та містить усі необхідні розділи, достатню кількість пояснювального матеріалу. Креслення виконані в електронному виді в пакеті програм SolidWorks, оформлені у відповідності з вимогами ЄСКД.

Студентка показала добре володіння пакетами автоматизованого проектування кваліфікацію, грамотність при виконанні інженерних розрахунків.

Робота докладалась на Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна» (Дніпро, 25-26 квітня 2019 року) та Всеукраїнській науково-технічній студентській конференції «Тиждень студентської науки – 2019» (Дніпро, 8-12 квітня 2019 року).

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки «відмінно» (95 балів по 100-бальній системі), а студентка – присвоєння кваліфікації "фахівець з машинобудування".

Керівник дипломного проекту  
доц. кафедри гірничих машин та інжинірингу

Т.В. Москальова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © Т.В. Москальова, А.В. Касьянова

**ДОДАТОК**

**РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

				ГМІ.РК.19.01.00.00.000 ПЗ		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Аркуш
Розробив		Касьянова				
Перевірив		Москальова				
Н. Контр.		Касьянова				
Затвердив		Заболотний				
Рецензія на кваліфікаційну роботу						
						66
						1
					НТУ «ДП», ГММ-15-1	

Рецензія

на дипломний проект бакалавра на тему:  
«Розробка технічного проекту ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття»  
студентки грнту ІМмм-15-1 Касьянова А.В.

Дипломна робота виконана на актуальну тему, пов'язану з розробкою конструкції ковша гідравлічного грейфера RGS14 для сортування будівельного сміття.

Мета дипломного проекту – розробка конструкції двощелепного ковша сортувального грейфера, що забезпечує задані характеристики і має мінімальну масу.

В конструкторському розділі розглянуто: класифікація грейферів, загальні відомості про сортувальні грейфери, особливості експлуатації сортувального грейфера, призначення, область використання та технічна характеристика сортувального грейфера, розглянуті недоліки та переваги конструкції двощелепного ковша сортувального грейфера RGS14, приведені конструкторські розрахунки в забезпечення проєктування ковша.

Розроблено модель в пакеті SolidWorks, складальні креслення ковша. Всі надані креслення та звіт виконані відповідно з вимогами по оформленню технічної документації та існуючих стандартів. Робота виконана застосуванням високотехнологічних продуктів САПР SolidWorks.

В експлуатаційному розділі розглянуто технічні рішення щодо забезпеченню безпеки під час експлуатації двощелепного ковша сортувального грейфера, розроблено заходи щодо охорони праці при роботі грейфера, розглянуті питання монтажу та транспортування та зберігання сортувального грейфера.

Дипломна робота заслуговує оцінки «відмінно».  
Дипломна робота є реальною.

Директор ТОВ «ГРАБІРОН»



Селянін В.В.



