

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра на тему

Професійна підготовка фахівців транспортної галузі з модернізації вантажопідйомного пристрою контейнеровоза

(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 курсу, групи ДІТ- ПОТр-23мг
спеціальності: 015 Професійна освіта (Транспорт)
(код і найменування спеціальності)

Чайка / Олексій ЧАЙКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник Подольак / Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент Павло / Павло ВАСЮЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри Подольак / Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль Подольак / Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК Скоркіна / Валентина СКОРКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н.
КАРАЗІНА

Факультет Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»

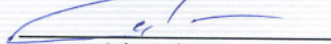
Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання

Спеціальність 015 Професійна освіта. (Транспорт)

Освітньо-професійна програма Професійна освіта. (Транспорт)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

к.т.н., доц. Олег ПОДОЛЯК

« 12 » 10 2024р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу (дипломну роботу/дипломний проєкт)
другого (магістерського) рівня вищої освіти

студенту (ці)

Олексію ЧАЙКІ

(ім'я, прізвище)

1. Тема **Професійна підготовка фахівців транспортної галузі з модернізації вантажопідйомного пристрою контейнеровоза** затверджена наказом по академії № 4801-5/338 від «12» 10 2024 р.

2. Термін здачі закінченої роботи « 10 » грудня 2024 р.

Виконати оптимізацію металоконструкції вантажопідйомного пристрою для напівпричепа-контейнеровоза з метою зниження вартості його модернізації

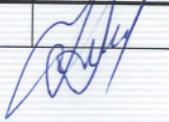
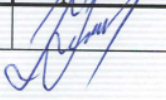
4. Зміст роботи/проєкту (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ; Дослідження металоконструкції пристрою; Оптимізація металоконструкції підйомника; Методичний розділ; Висновки; Список використаних джерел; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (презентаційний матеріал):


Презентація основних результатів виконаних досліджень. Роздатковий матеріал

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	
Методичний	Наталія КОРОЛЬОВА			


7. Дата видачі завдання «02» вересня 2024 р.

Керівник роботи


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК
(ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

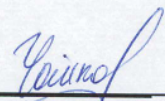

(підпис)

Олексій ЧАЙКА
(ім'я, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання кваліфікаційної роботи
(дипломної роботи/дипломного проекту)

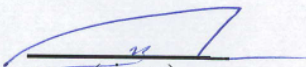
№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Аналіз стану питання.	10.09.2024	
2	Дослідження металоконструкції пристрою	1.10.2024	
3	Оптимізація металоконструкції підйомника	15.10.2024	
4	Методичний розділ	1.11.2024	
5	Оформлення і захист дипломного проекту	10.12.2024	

Студент (ка)


(підпис)

Олексій ЧАЙКА
(ім'я, прізвище)

Нормоконтроль


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК
(ім'я, прізвище)

Додаток 2 до Порядку проведення перевірки наукових праць, навчально-методичних видань та дипломних робіт (проектів) працівників та здобувачів вищої освіти на наявність запозичень з інших документів (нова редакція)

Введено в дію:

наказ ректора № 0204 -1/088 від 27.02.2020 р.

Протокол контролю оригінальності дипломної роботи (проєкту)

Професійна підготовка фахівців транспортної галузі з модернізації вантажопідйомного пристрою контейнеровоза

студента ЧАЙКА Олександр Миколайович
(назва роботи)
(прізвище, ім'я та по батькові)

науковий керівник ПОДОЛЯК Олег Степанович
(прізвище, ім'я та по батькові)

В результаті перевірки роботи в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com встановлено наступні значення Коефіцієнтів Подібності

Коефіцієнт Подібності 1: 12,26,
Коефіцієнт Подібності 2: 8,26,
Сигнал „Тривога!": – немає; – є, кількість разів у тексті _____.

Вченою радою факультету (навчально-наукового інституту) затверджено наступні показники оригінальності (за значенням коефіцієнту K1):

не більше 20% – оригінальна робота,
від 21% до 50% – задовільно оригінальна робота,
від 51% до 90% – умовно оригінальна робота,
більше 90% – неоригінальна робота.

Відповідно до цього, робота може бути класифікована як:

оригінальна,
 задовільно оригінальна,
 умовно оригінальна,
 неоригінальна.

Висновок:

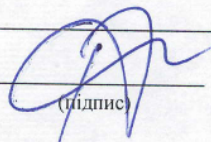
робота може бути допущена до захисту,
 необхідно провести розгляд Повного Звіту Подібності із залученням фахівців із тематики дипломної роботи (проєкту).

Примітки Системного Оператора про виявлені запозичення:

Системний Оператор

28.11.2024

(дата)


(підпис)

Скоркін А.О.

(прізвище та ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка містить сторінок 96, таблиць 36, рисунків 28, використовуваних літературних джерел 17.

ВАНТАЖОПІДЙОМНИЙ ПРИСТРІЙ, МЕТОД КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН, СТРИЛА.

Метою дослідження є визначити, описати, теоретично обґрунтувати та проаналізувати процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі, розробити методичні вказівки до проведення семінару з теми «Шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т».

У процесі роботи проводився аналіз ескізного проекту вантажопідйомного пристрою, визначалися графоаналітичний розрахунок статичних навантажень (у тому числі й вагових) на ланки механізму підйомника, будувалися твердотілі параметричні розрахункові моделі вузлів, виконувався оптимізаційний розрахунок еквівалентних напруг по Мизесу, пружних зсувів точок моделі для різних сполучень товщин базових деталей і конструкційних матеріалів.

У результаті проведеної роботи розроблені креслення основних вузлів і деталей вантажопідйомного пристрою, а також загальне компоновання напівпричепа-контейнеровоза, що дозволяє перевозити й автономно розвантажувати контейнери типорозміру 1СС.

Основні конструктивні й техніко-економічні характеристики: можливість використання спеціалізованого напівпричепа в якості одночасно транспортної й вантажопідйомної машини без додаткового залучення стаціонарних або автокранів.

Ступінь впровадження - конструкторська документація буде використана при серійному виробництві напівприцепів на машинобудівних підприємствах.

Принципова схема механізмів підйомника, сам підйомник або окремі його вузли можуть використатися в інших виробах: мобільних або стаціонарних машинах і комплексах, що вимагає застосування транспортуючих машин періодичної дії.

Ефективність конструкції установки визначається збільшенням попиту на напівпричепи-контейнеровози за рахунок додання їм такої споживчої якості товару, як багатофункціональність.

Annotation

An explanation message contains pages 74, tables 36, pictures 28, specifications 2, used literary sources 17.

BECKET, METHOD of EVENTUAL ELEMENTS, TENSELY-DEFORMED STATE, ARROW

The object of development is the specialized becket for a semitrailer by a carrying capacity 25 т.

Aim of work is optimization of construction of becket for the semitrailer of containership with the purpose of reduction of cost of modernisation.

In the process of work the analysis of draft design of becket was conducted, determined graphic and analytical calculation of static loads (including gravimetric) on the links of mechanism of lift, the solid-state self-reactance calculation models of knots were built, the optimization calculation of equivalent tensions on Muzes, resilient displacements of model points for different combinations of thicknesses of base details and construction materials was produced.

As a result of the conducted work the drafts of basic knots and details of becket, and also general arrangement of semitrailer-containership allowing to transport and autonomically off-load the containers of model size of 1CC, are worked out.

Basic structural and economic descriptions: possibility of the use of the specialized semitrailer as a simultaneously transport and lifting machine without the

additional bringing in of stationary or truck cranes.

Degree of introduction - designer documentation will be used for the mass production of semitrailers on machine-building enterprises.

The of principle chart of mechanisms of lift, lift or his separate knots, can be used in other wares: mobile or stationary machines and complexes, requiring application of transporting machines of batch-type.

Efficiency of construction of setting is determined the increase of demand on container ferryman due to giving by him such consumer quality of commodity, as multifunctionness.

Зміст

Введення	8
1 АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ	10
1.1 Основні проблеми автотранспортних підприємств і можливі шляхи їх рішення	10
1.2 Формування професійних компетентностей під підготовці фахівців транспортної галузі	19
Висновки до розділу 1	29
2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ	30
2.1 Постановка завдання розрахунку	33
2.2 Розрахунок статичних навантажень	34
2.3 Застосування методу кінцевих елементів	48
2.4 Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів	49
2.5 Розрахунок вузла «Рама» методом кінцевих елементів	52
2.6 Розрахунок вузла «Стріла поворотна» методом кінцевих елементів	61
2.7 Розрахунок вузла «Стріла вантажна» методом кінцевих елементів	68
2.8 Розрахунок вузла «Важіль» методом кінцевих елементів	73
2.9 Визначення навантаження на осі спорядженого напівпричепа	79
3 Методичний розділ	82
Загальні висновки	94
Список використаних джерел	96

ВСТУП

Найважливішим напрямком технічного прогресу на автомобільному транспорті є створення спеціалізованих автотранспортних засобів, що забезпечують комплексну механізацію вантажно-розвантажувальних робіт, удосконалювання конструкцій великовантажних автопоїздівконтейнеровозів як для внутрішніх, так і міжнародних перевезень. Для різних галузей народного господарства країни необхідні нові високоефективні спеціалізовані автомобілі й автопоїзди, максимально пристосовані для перевезення певних видів вантажів і до конкретних умов експлуатації. Разом з тим прискорення науково-технічного прогресу і розширення номенклатури перевезених вантажів постійно вимагає рішення нових технічних задач з удосконалювання і створення нової спеціалізованої автомобільної техніки.

До спеціалізованого рухомого складу (СРС) автомобільного транспорту (АТ) відносяться автомобілі та автопоїзди, причепи та напівпричепи, пристосовані для перевезення одного чи декількох однорідних вантажів і обладнані різними пристосуваннями і пристроями, що забезпечують зберігання вантажів, механізацію вантажно-розвантажувальних робіт і ефективно їхнє використання в різних дорожніх і кліматичних умовах. Поява СРС АТ викликається такими основними причинами: – підвищенням вимог споживачів до доставки вантажів у частині їх якісного і кількісного зберігання; – розширенням виробництва вантажів, що не можуть бути перевезені на стандартному рухомому складі; – необхідністю підвищення економічних показників роботи рухомого складу й АТП у цілому; – необхідністю підвищення продуктивності і якості роботи підприємств тих галузей народного господарства, які обслуговує СРС автомобільного транспорту. [1].

Для роботи з такими машинами потрібні кваліфіковані фахівці відповідної галузі.

Об'єктом дослідження є процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі в закладах вищої освіти.

Предмет дослідження – професійна підготовка фахівців транспортної галузі з модернізації вантажопідйомного пристрою контейнеровоза.

Метою дослідження є визначити, описати, теоретично обґрунтувати та проаналізувати процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі, розробити методичні вказівки до проведення семінару з теми «Шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т».

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати актуальність професійної підготовки фахівців транспортної галузі.

2. Теоретично обґрунтувати, розробити методичні вказівки до проведення семінару з теми «Шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т».

Для досягнення мети, розв'язання визначених завдань використано комплекс сучасних загальнонаукових і спеціальних методів:

теоретичні: аналіз педагогічної, психологічної, наукової, методичної, технічної літератури з проблеми професійної підготовки фахівців транспортної галузі; для визначення понятійно-категоріального апарату і напрямків магістерського дослідження; структурний аналіз і методи моделювання для розробки методичних вказівок для проведення семінару.

Наукова новизна полягає в тому, що удосконалено професійну підготовку фахівців транспортної галузі з модернізації вантажопідйомного пристрою контейнеровоза.

Практична цінність роботи полягає в тому, що було розроблено методичні вказівки до проведення семінару з теми «Шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т».

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

1.1. Основні проблеми автотранспортних підприємств і можливі шляхи їх рішення

Транспорт як одна з найважливіших галузей господарства виконує функцію своєрідної «кровоносної системи» економіки країни. Він не тільки забезпечує потреби господарства та населення у перевезеннях, але разом з містами утворює «каркас» території, є найбільшою складовою інфраструктури, служить матеріально-технічною базою формування та розвитку територіального поділу праці, істотно впливає на динамічність і ефективність соціально-економічного розвитку окремих регіонів та країни в цілому.

Слід зазначити, що й у країнах Євросоюзу у сфері вантажоперевезень переважно використовують автомобільний транспорт, частки різних видів транспорту в вантажоперевезеннях в Європі представлені на рис. 1.1. Майже половина вантажообігу в країнах Європи припадає на автомобільний транспорт. Завдяки тому, що автоперевезення вантажів є більш маневреними, ніж водний транспорт, можуть добиратися до важкодоступні місця, куди не доставити вантаж залізничним транспортом та значно доступніше за ціною, порівняно з авіатранспортом, вони здатні забезпечити країну міцними міжрегіональними соціально-економічними зв'язками

У сучасній Україні ситуація у сфері вантажоперевезень склалася докорінно інша, найбільшу частку ринку тут займають залізничні перевезення (рис. 1.2.).

Для того, щоб Україна змогла наблизитися до рівня транспортних систем розвинених країн, необхідне вдосконалення транспортного сектора країни, зокрема розвиток автотранспортних підприємств (АТП), що

займаються вантажними перевезеннями, внаслідок чого з'являється необхідність вирішення пріоритетних економіко-управлінських та екологічних проблем АТП, більшість з яких потребує комплексного підходу.

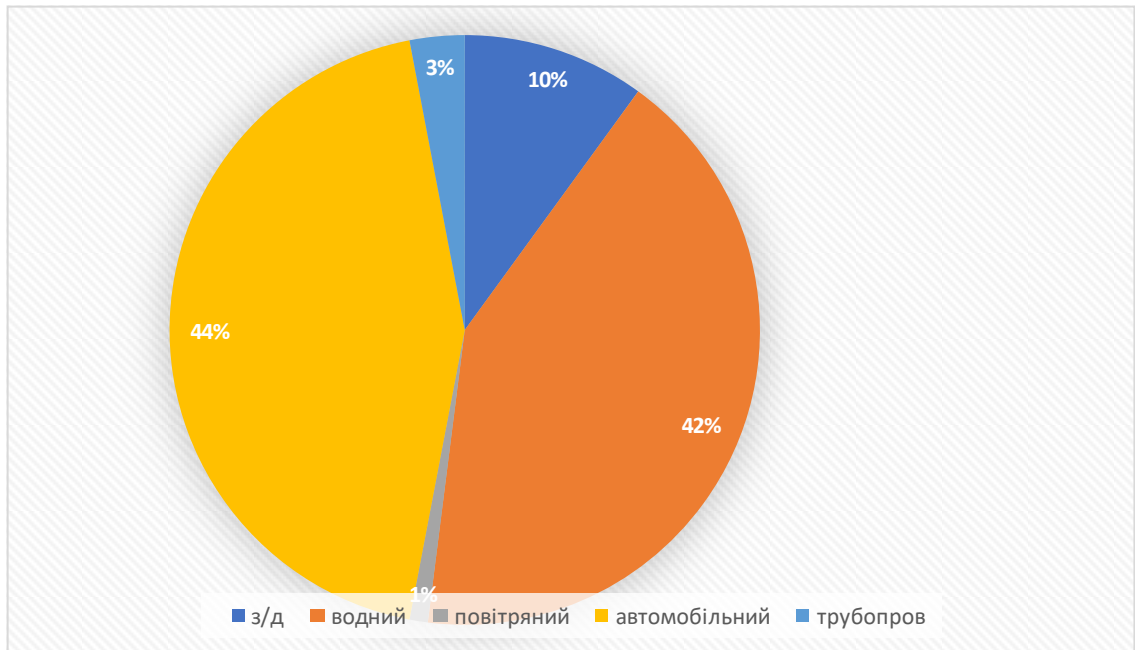


Рис. 1.1. Частки транспортних засобів у вантажоперевезеннях країн ЄС

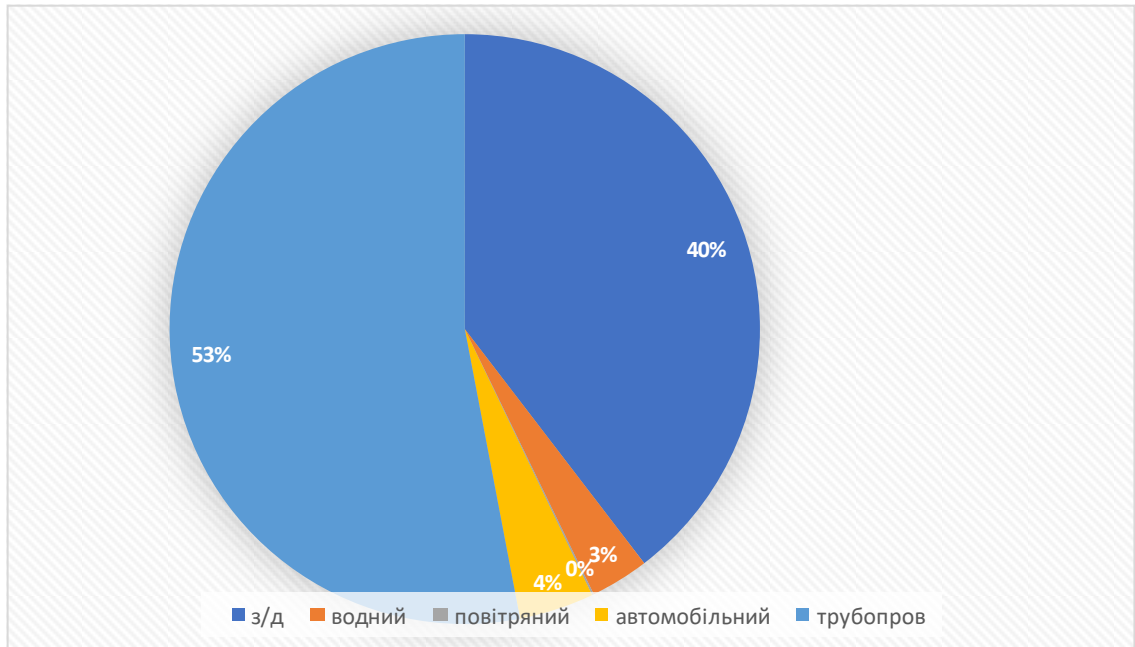


Рис. 1.2. Частка окремих видів транспорту у перевезеннях грузів всіма видами транспорту в Україні, %

Проведений нами аналіз дозволив виявити такі проблеми АТП:

1. Проблема керування автотранспортними підприємствами. Іноді помилка управлінця, на перший погляд незначна, призводить до мільйонних збитків.

Для ефективної роботи підприємства важлива висококваліфікована робота менеджерів та логістів, що вимагає не тільки якісної освіти, а й досвіду реальної роботи у ринкових умовах, чого нині не забезпечують ЗВО.

Головна сучасна проблема менеджменту – проблема якості управлінських кадрів. Окрім теоретичних знань у менеджменті важливе здобуття відповідних навичок практичної діяльності в реальних умовах, тим часом основна частина випускників управлінських спеціальностей мають незначний життєвий та ще менший управлінський досвід.

Найбільш ефективним вирішенням проблеми могла б бути взаємодія зацікавленого в управлінських кадрах підприємства з ЗВО, це забезпечить коригування змісту навчання менеджера під потреби замовника та можливість практичного стажування на підприємстві вже під час навчання.

Недостатня мотивація менеджерів та фахівців – це наступна значуща проблема управління, що знижує ефективність роботи, що заважає розширенню підприємства, зростання вантажообігу, відповідно і прибутку організації. Це можливо вирішити матеріальним стимулюванням працівників підприємства, формуванням заробітної плати у відсотках від вантажообігу, чи преміювання безаварійного водіння.

2. Відсутність правильної системи утилізації відпрацьованих запчастин, а саме: зношених покришок, використаного машинного масла, непридатних акумуляторів. Відпрацьовані машинні масла є одним з провідних джерел забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами, яке неправильна утилізація може призвести до катастрофічних наслідків. Бо після певного очищення та переробки олії його можна використовувати повторно, зараз багато підприємств займаються цим видом діяльності, отже, прийнятним рішенням аналізованої проблеми стає здавання використаної олії у

спеціалізовані пункти прийому. Аналогічно можна утилізувати акумулятори та старі покришки, так, наприклад, існують підприємства з переробки гуми, які займаються виробництвом універсальних безшовних покриттів на основі гумової крихти з відпрацьованих покришок для дитячих та спортивних майданчиків, стадіонів, кортів та басейнів. Також є організації, відновлювальні непридатні акумулятори, використовуючи нещодавно створену технологію регенерації старих автомобільних батарей. Проблему переробки олії, акумуляторів та покришок необхідно вирішувати, не лише на рівні підприємства, а й на Вищій рівні управління. На рівні муніципалітету це можливо через прийняття нормативно-правового акта, який зобов'язуватиме АТП, автосервіси, муніципальні автопідприємства організовуватиме спеціально обладнані місця для збору використаної машинної олії, а також здавати старі акумулятори та непридатні покришки до організованих пунктів прийому. На рівні держави дана проблема може бути вирішена шляхом державної підтримки підприємств, що працюють у цій галузі. Звільнення від податків, дотації та субсидії будуть значним поштовхом до розвитку бізнесу у сфері переробки непридатних автомобільних запчастин.

3. Проблема відповідності екологічним стандартам, що тісно пов'язана з проблемою старіння вантажного автопарку країни. В Україні з 1 січня 2008 р. автомобілі повинні відповідати екологічному стандарту Євро-3 [8], але, за даними одного з останніх досліджень структури українського автопарку, проведеного аналітичною агенцією «Автостат», середній вік вантажних автомобілів в нашій країні становить 19,2 років. При цьому аналітики зазначають, що близько 80% парку вантажівок старше 10 років, таким чином, Більшість вантажного парку відповідає навіть стандартам Євро-1.

Шляхом коригування існуючої системи оподаткування держава має можливість суттєво прискорити поновлення вантажного парку підприємств.

В даний час транспортний податок в Україні є, по суті, платою за потужність і не залежить від впливу автотранспортних засобів на довкілля. У

більшості країн Європи, а також США, Японії та інших розвинених країнах вже кілька років діє зовсім інша система оподаткування, спрямована на покращення екологічної ситуації та заохочує купівлю екологічно чистого транспорту. Так, у Німеччині та Франції власник автотранспортного кошти сплачує подвійний податок: за об'єм двигуна (у Німеччині) чи потужність (у Франції) та додатково за викид у атмосферу вуглекислого газу (CO₂). У США транспортний податок включений у ціну на паливо, внаслідок чого більше експлуатується автомобіль, тим більше відрахування до бюджету [9]. В Україні ефективно було б запровадження додаткового податку на старі автомобілі. Завдяки цьому можливе часткове вирішення проблеми переходу на вищі стандарти Євро. Оскільки запровадження такого податку приведе до значного подорожчання змісту старих автомобілів, підприємства стануть віддавати перевагу нові вантажні тягачі. Цей податок також стимулював б утилізацію непридатних автомобілів, які вже виведено з експлуатації.

4. Проблема недостатнього оснащення вантажного автотранспорту до таких негативних наслідків як нераціональне використання транспортної техніки водіями, дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), порушення водіями правил дорожнього руху (ПДР) Найкращим можливим вирішенням цієї проблеми стає монтаж на автомобілі підприємства спеціального обладнання, зокрема відеореєстраторів, та навігаційної системи моніторингу.

Встановлення відеореєстраторів на вантажний автотранспорт підприємства дасть чималий економічний ефект шляхом вирішення спірних моментів у разі ДТП.

Таким чином, витрати на ремонт будуть наближені до нуля інформаційний контакт між собою, фактично вже є штатним обладнанням вантажівок, що виконують дальні рейси. Поряд з ефірним спілкуванням та обміном важливою інформацією це дає можливість швидкого виклику оперативних служб, а також гарантує всебічну допомогу на дорозі. Основним завданням встановлення на автомобілі підприємства Глобальної навігаційної

системи (ГЛОНАСС/GPS) моніторингу є виключення грубих порушень та фактів нецільового використання автотранспорту, підвищення ефективності експлуатації та зниження витрат на зміст автопарку, як наслідок, досягається максимізації доходів підприємства.

Крім того, введення в експлуатацію таких систем надає на персонал дисциплінуючий вплив і є гарною профілактикою порушень правил експлуатації транспортних засобів та складання звітні документи.

Економічний ефект від установки перерахованих вище систем моніторингу досягається внаслідок економії на ремонтах та простоях у разі ДТП, за рахунок зниження пробігу автотранспорту, зменшення витрат купівлю палива, і навіть можливого підвищення вантажообігу.

5. Низька якість та недостатня кількість автомобільних доріг приводить до однієї з найсерйозніших проблем сучасного світу – до проблеми пробок і не тільки в межах мегаполісів, а й на трасах. По території України проходить 25 магістральних доріг та 107 інших доріг федерального підпорядкування, їх довжина початку 2010 р. становила 50,1 тис. кілометрів, що трохи більше 5% загальної протяжності дорожньої мережі, при цьому на них припадає близько 40% всіх перевезень. Більшість державних доріг працює на межі своєї пропускної спроможності, утворюючи багатогодинні затори.

Кількість автомобілів безперервно збільшується, щоденні багатокілометрові пробки ускладнюють проблему зростаючого надходження викидів токсичних речовин із відпрацьованими газами в зону дихання людини. Це зумовлює необхідність забезпечення муніципалітетом грамотної організації дорожнього руху. Для цього потрібне будівництво розв'язок, впровадження автоматизованої системи управління дорожнім рухом, організація «зелених доріг», перенесення бізнес-центрів та адміністративно-політичних будівель на околицю міста, можливе будівництво другого центру. Завдяки реалізації цих заходів центр міста значно розвантажиться та покращиться екологічна ситуація, адже в умовах постійного розгону-

гальмування, що завжди спостерігається у пробках, викиди шкідливих речовин у разі більше, ніж при русі з постійною швидкістю. За допомогою організації платних стоянок та паркувальній поліції, завдяки цьому багато автовласників віддадуть перевагу особистому автомобілю громадського транспорту.

6. Недосконалість програм страхування у галузі виділити такі проблеми: відсутність страхування відповідальності вантажоперевізника в деяких компаніях, несвотимчасові та недостатні виплати за полісу при страховому випадку, відсутність програм страхування вузлів та агрегатів вантажного автотранспорту.

Страхування відповідальності вантажоперевізника часто застосовують у поєднанні зі страхуванням вантажів, що забезпечує найповніший страховий захист майнових інтересів сторін. При багатьох несприятливих подій перевізник не може забезпечити гарантований захист вантажу, і у разі пошкодження або втрати застрахованого вантажу страхова компанія, яка відшкодувала шкоду вантажовласнику, висуне свої претензії до винної сторони, якою майже завжди буде вантажоперевізник. Саме тому страхування відповідальності вантажоперевізників так необхідно у транспортній логістиці. Проблема в тому, що в Україні велика частина страхових компаній пропонує лише страхування вантажу, залишаючи поза увагою відповідальність перевізника.

Здебільшого страхові організації поєднують поломку вантажного транспортного засобу зі шкодою при дорожньо-транспортній пригоді, хоча це зовсім різні страхові випадки. Звичайна страховка КАСКО не пропонує окремого пункту, що стосується страхування машини у разі поломки. На даний момент в Україні відсутні будь-які програми страхування вузлів та агрегатів вантажних автомобілів, ця ніша поки що на етапі становлення та зачіпає тільки легковий автотранспорт, з жорсткими обмеженнями за критеріями застрахованого транспортного засобу та з мінімальною кількістю страхових

компаній, що пропонують цю послугу. У щодо вантажного автотранспорту склалася невтішна ситуація, на відміну від європейських країн, де ця послуга широко поширена, страхування від поломок в Україні практично відсутня.

Найсерйозніша проблема у страхуванні – це проблема виплат при страхових випадках. Строк виплати страхової суми у країнах центральної та західної Європи, переважно не перевищує кількох тижнів, в Україні цей термін може бути збільшений до декількох місяців, в результаті чого автомобіль може простоювати в ремонт до 7-8 місяців. В результаті виникає необхідність у резервному автотранспорті, який працюватиме в таких випадках для забезпечення постійного вантажообігу та зайнятості водіїв.

Усі ці проблеми вирішуються на рівні страхових компаній та на державному рівні. Наприклад, у країнах ЄС законодавство зобов'язує продавців автомобілів бути відповідальними за їх технічну справність та нести витрати на ремонт у разі поломок, тому при продажі автомобілів з пробігом дилери широко використовують страховиків для покриття ризиків подібних поломок та непередбачених витрат на ремонт.

7. Відсутність спеціальних програм кредитування у сфері вантажного автотранспорту. В даний час існує безліч пропозицій щодо пільгового кредитування придбання легкових автомобілів, на ринку вантажного транспорту таких програм практично немає.

Відсоткові ставки за пільговими програмами на легкові автомобілі починаються від 2,9% (зниження реальної процентної ставки за рахунок надання продавцем знижки, що дорівнює сумі частини відсотків за користування кредитом), а ставки, за якими можна взяти кредит на вантажний автомобіль, становлять від 15%.

Альтернативою може бути лізинг вантажного автотранспорту, переваги якого досягаються за рахунок зниження бази оподаткування.

Більшість цих переваг проявляється лише великих підприємств, що знаходяться на загальній системі оподаткування, а для малих та середніх

підприємств, для індивідуальних підприємців, оформлення вантажного автотранспорту у лізинг не доцільно.

8. Зростання ціни на паливо за низької якості, обмеженість копалин палива. В даний час потужності поглиблення переробки нафти та підвищення якості нафтопродуктів на українських заводах значно нижчі, ніж у розвинутих країнах. International Fuel Quality Center (IFQC) у травні 2012 р. опублікував рейтинг TOP-100 країн за якістю дизельного палива, в якому Україні посіла 106 місце.

За кількістю нафти, що залишилася, прогнози робляться досить часто, на думку дослідників зі шведського університету Лунда виснаження запасів нафти може наступити через 45 років, частково полегшити ситуацію і сприятливо позначитися на стан довкілля допоможе перехід на альтернативні джерела енергії. За одним із сценаріїв декарбонізації країн Євросоюзу до 2050 р. вартість викопного палива є значною знизиться за рахунок переходу на альтернативні відновлювані джерела енергії та, як наслідок, зниження попиту на нафту, газ та вугілля.

Видимий позитивний ефект також буде досягнутий завдяки переходу муніципальних автотранспортних підприємств на метан, активний розвиток Нині в розвинених країнах отримує транспорт, що використовує електроенергію.

Підвищення екологічної безпеки автомобілів вимагає активного втручання держави – стимулювання будівництва заправок для таких автомобілів.

Цього можна досягти державним стимулюванням покупки екологічно орієнтованого транспорту (значне зниження чи скасування транспортного податку транспорт з високими екологічними характеристиками. Потрібні також примусові заходи – наприклад, якщо планується будівництво нової заправки або реконструкція старої, то обов'язково порядку повинно встановлюватись обладнання для заправки електрокарів та автомобілів на

газовому обладнанні.

Завдяки вирішенню цих проблем, частка вантажоперевезень АТП у загальному обсязі вантажообігу, безперечно, значно зросте і можливо досягне європейського рівня, що, своєю чергою, забезпечить формування у країні міжрегіональної соціально-економічної зв'язності.

Транспортна галузь стане системоутворюючою, зростаючою темпами, що випереджають темпи зростання національної економіки.

Галузь зможе вийти на конкурентні позиції за рівнем питомих транспортних засобів витрат, безпеки, екологічності та якості транспортних послуг. В результаті буде досягнутий рівень розвинених країн по комерційній швидкості та своєчасності доставки товарів, доступність транспортних послуг для населення.

1.2. Формування професійних компетентностей під підготовці фахівців транспортної галузі

Відповідно до вимог освітніх стандартів третього покоління вищий навчальний заклад має забезпечувати гарантію якості підготовки, у тому числі шляхом розробки об'єктивних процедур оцінки рівня знань та умінь учнів, компетенцій випускників.

Під час підготовки фахівців автомобільного транспорту, оцінка якості освоєння основних освітніх програм має включати поточний контроль успішності, проміжну атестацію учнів та підсумкову державну атестацію випускників.

Конкретні форми та процедури поточного та проміжного контролю знань з кожної дисципліни розробляються вузом самостійно та доводяться до відомості учнів протягом першого місяця навчання.

Для атестації тих, хто навчається на відповідність їх персональних досягнень поетапним вимогам відповідної ОВП (поточний контроль

успішності та проміжна атестація) створюються фонди оціночних засобів, що включають типові завдання, контрольні роботи, тести та методи контролю, що дозволяють оцінити знання, вміння та рівень набутих компетенції. Фонди оціночних засобів розробляються та затверджуються ЗВО.

Розробка фонду оціночних засобів починається відразу ж за визначенням цілей ООП та компетенцій випускників, складанням навчального плану та розробкою програм дисциплін, що до нього входять.

Приступаючи до розробки комплексу оціночних засобів за умов введення ФГЗ третього покоління, необхідно усвідомити два принципові моменти:

1. Оціночні засоби повинні бути розроблені для перевірки якості формування компетенцій;
2. Оціночні засоби як невід'ємна частина освітніх технологій (насамперед інноваційних) мають стати дієвим засобом не тільки оцінки, а й (головним чином) навчання.

Стандарти третього покоління відповідно до принципів Болонського процесу орієнтовані переважно не на повідомлення учню комплексу теоретичних знань, але на вироблення у студентів компетенцій – динамічного набору знань, умінь, навичок та особистісних якостей, які дозволять випускнику стати конкурентоспроможним на ринку праці та успішно професійно реалізовуватись у широкому спектрі галузей економіки та культури.

Традиційна педагогіка вимагає вироблення у учнів знань, навичок та умінь («ЗУН»). Учень повинен, по-перше, мати необхідною теоретичною інформацією (знання), по-друге бути в стан застосовувати її на практиці (уміння), по-третє довести це застосування до автоматизму (навичка).

Під компетенцією ж розуміють володіння, поряд зі знаннями, вміннями та навичками, ще й здатністю максимально ефективно вести себе у ситуаціях, які породжує професійна діяльність та які завжди можна передбачити

теоретично.

Можна сміливо сказати, що й традиційна педагогіка («педагогіка ЗУНов») аналітична, тому що передбачає поділ на частини єдиного процесу професійної діяльності, виділяючи в ньому насамперед теоретичний та практичний аспекти, то «педагогіка компетенцій», не заперечуючи необхідності аналітичного поділу під час навчання, виступає за подальший синтетизм, об'єднання теорії та практики, що досягається в процесі безпосередньої професійної діяльності або її ігрової імітації.

У класичній вітчизняній тріаді ЗУНів – знань, умінь та навичок – основна увага приділяється знанням, тоді як уміння та навички нерідко грають допоміжну роль.

Відповідно будуються і традиційні форми контролю, які, в основному, перевіряють знання (рідше вміння та навички), набуті внаслідок вивчення конкретних навчальних курсів. Звідси і пріоритет таких процедур оцінювання, як залік та іспит, що завершують блок семінарських занять чи курс лекцій.

Традиційні методи, що дозволяють оцінювати знання, вміння та навички, які завжди годяться визначення рівня компетенції учня і випускника.

Оптимальний шлях формування систем оцінки якості підготовки студентів при реалізації ФГОС–3 полягає у поєднанні традиційного підходу, виробленого історією вітчизняної вищої школи, зокрема при реалізації ДГЗ ВПО 1-го та 2-го поколінь та інноваційного підходу, який спирається на експериментальні методики провідних вітчизняних педагогів та сучасний зарубіжний досвід.

Відповідно, у процесі оцінки майбутніх студентів та випускників необхідно використовувати як традиційні, і інноваційні типи, види та форми контролю.

У цьому поступово традиційні кошти слід удосконалювати у руслі компетентнісного підходу, а інноваційні засоби адаптувати для повсюдного застосування в українській вузівській практиці.

Необхідно усвідомлювати тісний взаємозв'язок двох сторін навчального процесу – освітніх технологій (шляхів та способів вироблення компетенцій) та методів оцінки ступеня сформованості компетенцій (відповідні оціночні засоби).

Форми контролю повинні ще більш, ніж раніше стати своєрідним продовженням методик навчання, дозволяючи студенту чіткіше усвідомити його досягнення та недоліки, скоригувати з активність, а викладачеві – направити діяльність того, хто навчається в необхідне русло.

Розглянемо інноваційні форми контролю.

1 Стандартизований тест – це тест, який виготовляється максимально уніфікованих умовах, що дозволяє зіставити підготовку учнів різних навчальних закладів, ЗВО та навіть країн.

Направлений на визначення не лише ЗУНів, а й компетенції, а тому не є повністю закритим (не передбачає лише вибір правильних варіантів відповіді), а включає творче завдання (у тестах з медицини - Ситуаційне завдання, в текстах з української мови - аналіз тексту і т.д.).

Стандартизовані тести з творчим завданням можуть проводитись на всіх етапах навчання, тобто служити для проміжного, і підсумкового контролю.

Поділ тестів за рівнями складності:

Перший рівень (знайомство) - випробування з впізнавання, тобто ототожнення об'єкта та його позначення (завдання на впізнання, розрізнення або класифікацію об'єктів, явищ та понять).

Другий рівень (репродукція) - тести-підстановки, у яких навмисно пропущено слово, фраза, формула або інший будь-який суттєвий елемент тексту, та конструктивні тести, в яких учням у на відміну від тесту-підстановки не міститься жодної допомоги навіть у вигляді натяків і потрібно дати визначення якомусь поняттю, вказати випадок дії будь-якої закономірності тощо.

Як тести другого рівня можуть використовуватися і типові завдання,

умови яких дозволяють «з місця» застосовувати відому дозвільну процедуру (правило, формулу, алгоритм) і одержувати необхідну відповідь на поставлене завдання питання.

Третьому рівню відповідають завдання, що містять продуктивну діяльність, у процесі якої необхідно використовувати знання-уміння. Тестами третього рівня можуть стати нетипові завдання застосування знань у реальній практичній діяльності. Умови завдання формулюються близькими до тих, які мали місце в реальній життєвій обстановці.

Тести четвертого рівня – це проблеми, вирішення яких є творча діяльність, що супроводжується отриманням об'єктивно нової інформації. Тестами четвертого рівня виявляється вміння учнів орієнтуватися та приймати рішення у нових, проблемних ситуаціях.

2 Кейс-метод виник у Гарвардській школі бізнесу на початку 20 століття. У 1920 р. після видання збірки кейсів було здійснено переклад усієї системи навчання менеджменту на методику CASESTUDY знайшов широке поширення в медицині, юриспруденції, математики, культурології та політології. В Україні CASE-технології добре відомі розробникам інформаційних систем та баз даних.

Назва кейс-методу походить від англійського слова «кейс» папка, валіза, портфель (можна перекласти і як «випадок, ситуація»). Під кейсом при цьому розуміється текст (до 25-30 сторінок), який описує ситуацію, що колись мала місце насправді в цьому його відмінність від інших ситуаційних завдань, наприклад, ділової гри. Кейси можуть бути представлені студентам у найрізноманітніших видах: друкованому, відео, аудіо, мультимедіа Розповідь «кейсу» має розвиватися за канонами класичного оповідання: мати експозицію, зав'язку, розв'язку, викликати почуття співпереживання з головними дійовими особами. Проблема має бути зрозумілою, пов'язаною з майбутньою професійною діяльністю студентів.

Обговорення проблеми, представленої в кейсі, керує викладач.

Цілі кейс-методу полягають у наступному:

- активізація студентів, що, у свою чергу, підвищує ефективність професійного навчання; підвищення мотивації до навчального процесу;
- придбання навичок аналізу різних професійних ситуацій;
- відпрацювання умінь роботи з інформацією, у тому числі вміння вимагати додаткову інформацію, необхідну для уточнення ситуації;
- моделювання рішень, подання різних планів дій;
- набуття навичок прийняття найбільш ефективного рішення з урахуванням колективного аналізу ситуації;
- набуття навичок чіткого та точного викладу власної позиції в усній та письмовій формах, захисту власної точки зору;
- набуття навичок критичного оцінювання різних точок зору, самоаналізу, самоконтролю та самооцінки.

Структура та зміст кейсу:

- пред'явлення теми програми та навчального заняття, проблеми, питань, завдання;
- подібний опис практичних ситуацій;
- супутні факти, положення, варіанти, альтернативи;
- навчально-методичне забезпечення: наочний, роздатковий чи інший ілюстративний матеріал;
- рекомендації "Як працювати з кейсом";
- література основна та додаткова;
- режим роботи з кейсом;
- критерії оцінки роботи з етапів.

3 Метод проектів набув поширення у вітчизняній та зарубіжній педагогіці у 1920-1930-ті рр., проте потім у нашій країні був витіснений

методом систематичного предметного навчання. У сучасній педагогіці рекомендується поєднувати проектний метод із систематичним предметним, використовуючи перший для проведення науково-дослідної роботи, у позанавчальний, міжцикловий час. Він являє собою значуще завдання, пов'язане з майбутньою професійною діяльністю, що передбачає досить тривалий період рішення (до семестру) та великий обсяг роботи, яка ведеться самостійно, але з консультативним керівництвом викладача, з обов'язковим творчим звітом (Презентацією). Проект може бути індивідуальним та груповим.

Студенти, які готують проект, мають право:

- самостійно обирати тему проекту;
- самостійно обирати методи розв'язання проектної задачі;
- самостійно аналізувати інформацію, узагальнювати факти, готувати презентацію.

На основі презентації викладач оцінює роботу студентів (у цілому групи та індивідуально).

Робота над проектом поділяється на 4 стадії:

- постановка проблеми (планування)
- збір матеріалів
- узагальнення інформації
- подання проекту (презентація).

4 Портфоліо. Під терміном портфоліо розуміється спосіб фіксування, накопичення та оцінки індивідуальних досягнень.

Слово «портфоліо» виникло в епоху Відродження, так італійські архітектори називали папки, в яких приносили на суд замовника свої будівельні проекти. У наш час портфоліо називається альбомом з фотографіями, які мають показати майстерність фотохудожника або моделі.

Починаючи з 1960-х рр.. в американській педагогіці портфоліо стали

називати також папки індивідуальних навчальних досягнень учнів можуть містити їх реферати, твори, есе, розв'язання задач – все, що свідчить про рівень освіти та духовної еволюції учня.

Прихильники ідеї портфоліо зазначають, що портфоліо може бути чимось набагато більшим, ніж просто засобом оцінювання або зборами навчальних робіт школярів. Це – новий підхід до навчання, новий спосіб роботи, що виражає сучасне розуміння процесу викладання, нову культуру навчання. Так зрозуміла ідея портфоліо передбачає вибудовування навколо портфоліо навчального процесу, в якому суттєво змінюється суть взаємодії вчителя та учня.

Для відбору документів у портфоліо учням пропонуються наступні рекомендації:

- вибрати три найкращі роботи з цього курсу;
- вибрати роботу з початку, середини та кінця курсу;
- вибрати роботи, які показують найкраще ваші навички з перерахованих типів робіт вибрати по одному (наприклад, узагальнення тексту, біографічний спогад, історія, вигадана самим учням, коментарі до історії, написаної товаришами);
- дві роботи, якими ви пишаєтесь;
- три роботи, які учень хотів би представити своїм товаришам.

Будучи альтернативним способом оцінювання по відношенню до традиційним формам (тест, іспит), портфоліо дозволяє вирішити дві основні завдання:

1. Простежити індивідуальний прогрес учня, досягнутий їм у процесі здобуття освіти, причому поза прямим порівнянням з досягненнями інших учнів.

2. Оцінити його освітні досягнення та доповнити (замінити) результати тестування та інших традиційних форм контролю. Підсумковий документ

портфоліо може розглядатися як аналог атестата, свідоцтва про результати тестування (або виступати разом із ними).

Три основні типи портфоліо:

1. Портфоліо документів – портфель сертифікованих (документованих) індивідуальних освітніх здобутків.

2. Портфоліо робіт – збори різноманітних творчих, проектних, дослідницьких робіт учня, а також опис основних форм та напрямів його навчальної та творчої активності: участь у наукових конференціях, конкурсах, навчальних таборах, проходження елективних курсів, різноманітних практик, спортивних і мистецьких досягнень та інших.

3. Портфоліо відгуків – включає оцінку своїх учнів своїх досягнень, зроблений ним аналіз різних видів навчальної та позанавчальної діяльності та її результатів, резюме, планування майбутніх освітніх етапів, а також відгуки, представлені викладачами, батьками, можливо, однокурсниками, працівниками системи освіти та ін.

Популярність методу портфоліо на Заході пояснюється невдоволенням, яке відчувають багато педагогів по відношенню до традиційної для західної системи навчання практики перевірки знань та умінь за допомогою тестів.

На їхню думку, тести не дають адекватної картини вмій учнів, дозволяють судити про рівень професіоналізму майбутнього фахівця.

Тести навіть з додатковими творчими завданнями все ж таки занадто незручні для перевірки саме компетентності, уміння вирішувати реальні життєві проблеми, виявляти неординарність мислення, справжній творчий підхід

Портфоліо дозволяє з'ясувати не тільки те, що знає учень, але і як він прийшов до цих знань, підштовхує до діалогу між учителем і учням. При цьому важливо, то учень сам вирішує: що входить до нього. Портфоліо, тобто виробляє навички оцінки своїх досягнень.

4. Модульно-рейтингова система. Логічним завершенням ідеї постійної

комплексної оцінки навчальної діяльності студента є модульно-рейтингова система навчання поширення у 1970-ті рр.

Модульно-рейтингова система – це результат поєднання двох принципів стрімкий – модульна організація навчання. Навчальний модуль – фрагмент програми, оформлений як самостійна її частина та призначений насамперед для індивідуального навчання».

Необхідними елементами модуля вважатимуться: 1) його тему; 2) пакет навчальних матеріалів (лекцій, хрестоматій, вправ тощо); 3) докладну інструкцію щодо їх виконання; 4) перелік знань, умінь, навичок, компетенцій, які студент має продемонструвати за успішного вивчення модуля; 5) форму звітності, контрольні матеріали; 6) вказівку на міжмодульні зв'язки.

Другий принцип – рейтингова система оцінювання діяльності студента.

Спочатку передбачалося виставлення оцінки за уніфікованою системою балів за кожен виконаний студентом модуль та на підставі загальної суми балів – визначення місця студента у груповому рейтингу. Але в наше час зазвичай до рейтингу включаються і додаткові бали – за участь у конференціях, наукові публікації, професійні досягнення під час роботи студента за фахом.

Після вивчення модуля передбачається атестація у формі контрольної роботи, тесту, колоквиуму (в наш час також виконання кейсу, представлення портфолію, захист проекту тощо). Роботи ґрунтуються у балах, сума яких дає рейтинг кожного учня. Модульнорейтингова система підходить для оцінки компетенції через те, що в балах оцінюються не тільки знання та навички учнів, а й творчі їх можливості: активність, неординарність вирішення поставлених проблем, вміння організувати групу на вирішення проблеми тощо.

Кожен модуль включає обов'язкові види робіт – лабораторні, практичні, семінарські заняття, домашні індивідуальні роботи, а також додаткові роботи щодо вибору (участь в олімпіаді, написання реферату, виступ на конференції,

участь у НДРС, вирішення завдань підвищеної складності, виконання комплексних ускладнених лабораторних робіт).

Висновки до розділу 1

У даному розділі розглянуто роль вантажоперевезень в економіці країни, представлено основні економічні та екологічні проблеми автотранспортних підприємств сфери вантажоперевезень. Пропонуються можливі способи вирішення зазначених проблем на різних рівнях керування.

В другій частині розділу ми розглянули особливості професійної підготовки фахівців транспортної галузі та формування у них професійних компетентностей в процесі вивчення дисциплін, спрямованих на фахову підготовку, в межах практичної підготовки (технологічна, виробнича та преддипломна практики).

Розділ 2 Дослідження металоконструкції вантажопідйомного пристрою

У наш час при проектуванні й підготовці конструкторської документації широко використовуються засоби обчислювальної техніки й прикладні програми САПР. Однією з найпоширеніших програм такого роду, є пакет SolidWorks. Основне його призначення - побудова 3D моделей проєктованих об'єктів з наступним одержанням робочої конструкторської документації (2D креслень, специфікацій і т.п.).

Крім розробки конструкторської документації розширений пакет програмного забезпечення Solid Works дозволяє робити розрахунки несучої здатності деталей і вузлів проєктованого виробу, використовуючи метод кінцевих елементів (додатка COSMOS Express й COSMOSWorks). Даний розрахунок дає можливість відповісти на питання: чи Може деталь зламатися? Яким образом вона буде деформована? За допомогою інженерного аналізу методом кінцевих елементів можна виконати наступні завдання: знизити витрати на перевірку промислового зразка, виконавши тестування моделі на комп'ютері, а не в процесі дорогих виробничих випробувань; скоротити час, необхідне для подання продуктів на ринок, шляхом зменшення кількості циклів розробки виробу.

Крім цього, програма COSMOSWorks дозволяє вирішувати завдання параметричної оптимізації, спрямовані на здешевлення конструкції за рахунок зниження кількості матеріалу в малонавантажених елементах без шкоди експлуатаційним характеристикам.

Оптимізація проєктних розробок у середовищі інженерного аналізу являє собою комп'ютерну технологію, що полягає у виборі оптимального проєкту з декількох за допомогою кінцево-елементного аналізу. Розроблювач вибирає критерії й обмеження проєкту й створює таку ж параметричну модель, як і при параметричному проектуванні. Процедура оптимізації

управляє виконанням аналізу на основі ухвалення рішення про значення параметрів, використовуваних при пробних розрахунках.

Процес оптимізації допомагає користувачеві оцінювати й аналізувати простір змінних даних проекту. Інструменти оптимізації реалізують наступні математичні засоби: факторний аналіз; градієнтний аналіз; дискретний аналіз. При цьому використовуються такі параметри проектної розробки, як змінні проекту, змінні стани й цільова функції. Змінні дані проекту являють собою ті вхідні параметри проекту, значення яких передбачається міняти (довжина, товщина, радіус жолобника й т.п.). Користувач повинен указати мінімальні й максимальні значення або величини відхилень для кожної змінної проекту. Змінні стани - це характеристики відгуку моделі (напруги, прогини, температури й власні частоти), які використовуються для оцінки проекту на основі встановлених користувачем критеріїв. Цільова функція - єдина змінна, що характеризує проект у цілому; являє собою функцію (вага виробу, маса матеріалу, час виготовлення на верстаті й т.п.) мінімум якої потрібно знайти.

Вирішуючи завдання оптимізації, користувач задає параметризовані вихідні дані для початкового варіанта проекту, змінні проекту, змінні стани разом з їхніми граничними значеннями й цільовою функцією. У процесі оптимізації вибираються нові значення змінних проекту, аналізується новий варіант проекту, оцінюються змінні стани, а потім результати використовуються для повторення всієї послідовності дій у спробі мінімізувати цільову функцію.

Завдання оптимізації стосовно до спроектованого вантажопідйомного пристрою для напівпричепа-контейнеровоза зводяться до мінімізації товщин базових деталей металоконструкції при збереженні експлуатаційних характеристик (габарит, вантажопідйомність, стійкість напівпричепа), з метою зниження вартості і дії навантажень на осі напівпричепа (не більше 10 кН). Рішення завдання припускає побудову вихідних моделей вузлів металоконструкції, попередні розрахунки несучої здатності, варіювання

геометричних розмірів моделей і механічних властивостей матеріалу до одержання найкращих сполучень запасів міцності й маси виробу. При зміні змінних даних проекту варто звертати увагу на обмеження технологічного характеру, а також на доступність сортаменту конструкційних матеріалів і його вартість.

Таким чином, мета проекту: розрахунок конструкції вантажопідйомного пристрою для напівпричепа-контейнеровоза з наступною оптимізацією його конструкції, є актуальною, буде сприяти зниженню вартості, підвищенню ринкової конкурентноздатності виробу й збільшенню попиту на контейнерні перевезення.

2.1 Постановка завдання розрахунку

Проектований напівпричіп оснащений вантажопідйомним пристроєм, призначеним для завантаження й розвантаження крупнотоннажних контейнерів за ДСТ 18477-77, типорозмірів 1С, 1СС й 1СХ. Вантажопідйомність пристрою не менш 25000 кг. Попереднє компонування напівпричепа із установленими вантажопідйомними пристроями представлені на рисунку 1.

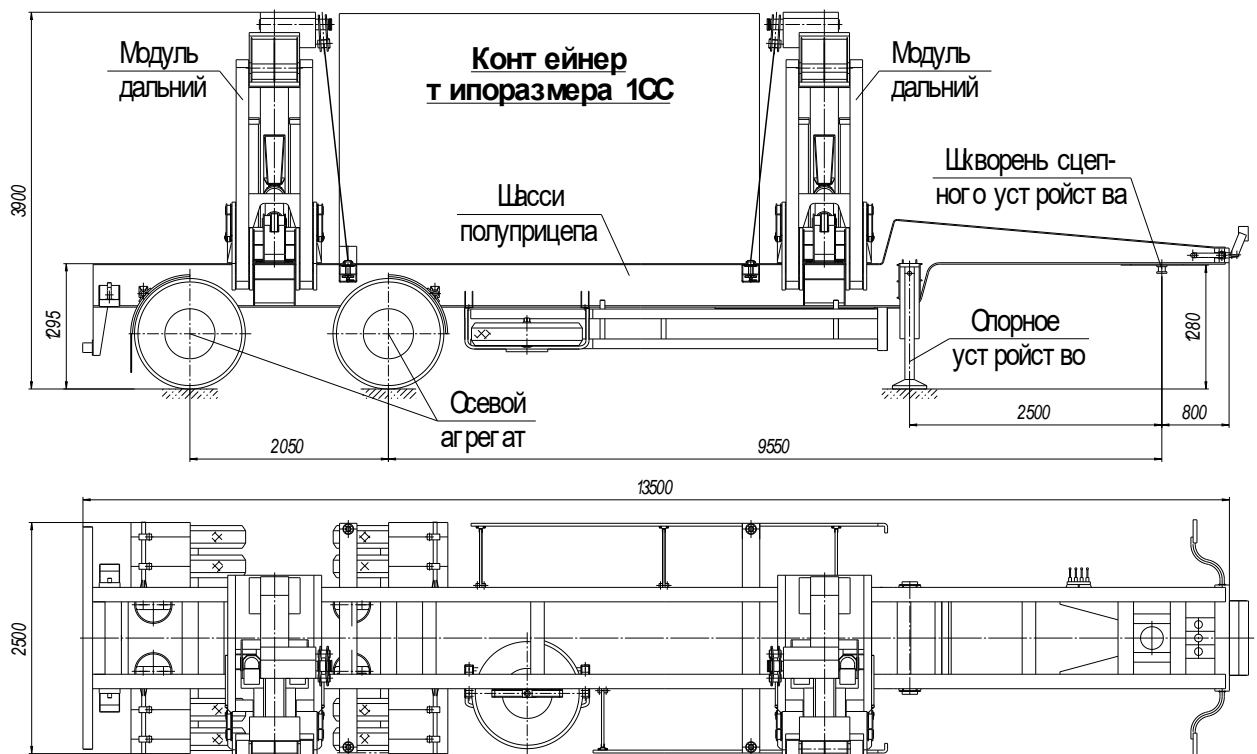


Рисунок 1 - Попереднє компонування напівпричепа-контейнеровоза з гідравлічним піднімальним пристроєм

Послідовність проведення розрахунку металоконструкції вантажопідйомного пристрою:

- визначення статичних навантажень, що діють на ланки механізму;
- розробка попереднього опису базових розрахункових моделей;

- обґрунтування спрощень і допущень; вибір режимів розрахункових навантажень і граничних умов;
- побудова розрахункових твердотільних моделей вузлів з урахуванням спрощень і допущень;
 - вибір й обґрунтування параметрів сітки кінцевих елементів, настроювання параметрів програми-розраховувача;
 - оптимізація вихідних розрахункових моделей, визначення потенційно небезпечних місць конструкції й місць із надлишковим об'ємом матеріалу, розробка рекомендацій з використання результатів розрахунку;
 - узагальнення результатів попередніх етапів роботи; перевірка вантажопідйомного пристрою на відповідність вимогам норм і правил.

2.2 Розрахунок статичних навантажень

Завданням розрахунку є визначення реакцій у шарнірах, що з'єднує ланки механізму вантажопідйомного пристрою, а також зусиль, що розвиваються гідроциліндрами.

Вихідними даними для розрахунку є: вага вантажу, що доводиться на один модуль $F = 12,5$ т; орієнтовна вага P і положення центра ваги ланок; настановні геометричні розміри ланок.

Проводимо послідовний розрахунок для положень ланок вантажопідйомного пристрою з 1 по 6 відповідно до плану положень (рисунок 2).

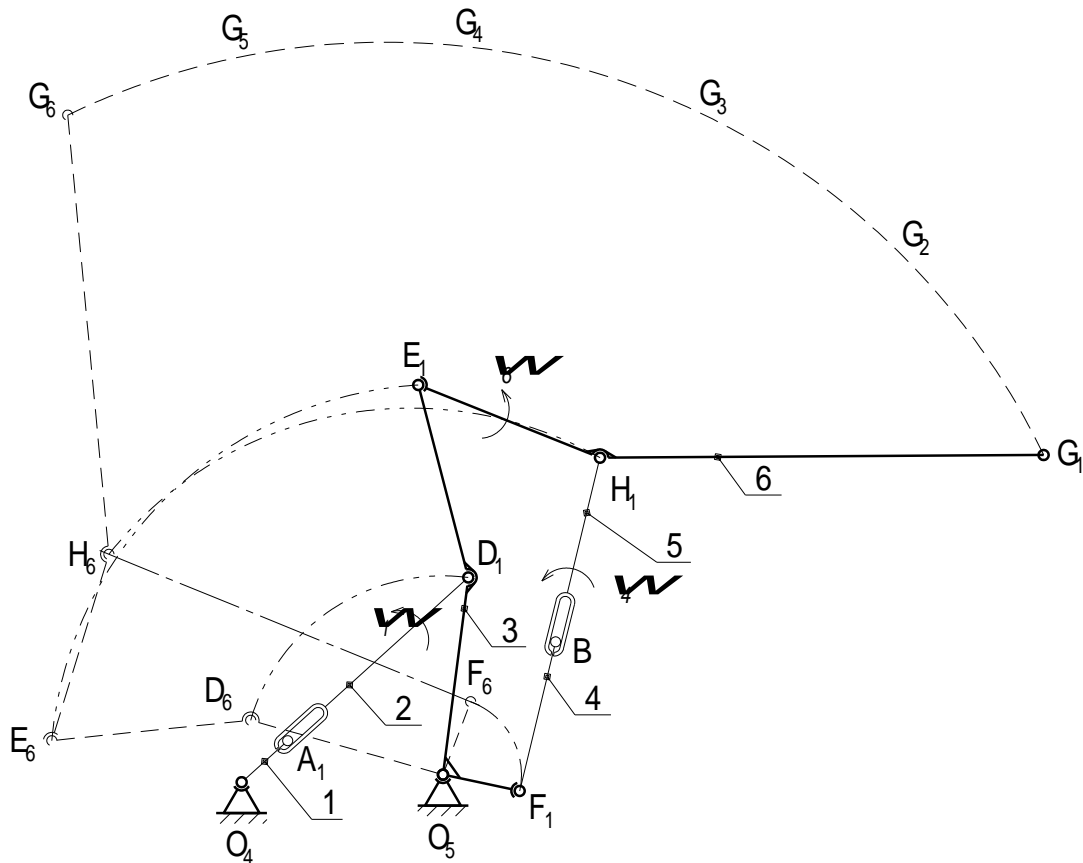


Рисунок 2 - План положень ланок вантажопідйомного пристрою

Розглянемо статичну рівновагу вантажної стріли (ланка 6) при першому положенні вантажопідйомного пристрою (рисунок 3).

Ланка перебуває під дією зовнішніх сил: корисного зусилля F , власної ваги P , зусилля з боку гідроциліндра R_H (ланка 5), і урівноважуючої зовнішні сили реакція в шарнірі R_E .

Запишемо векторне рівняння статичної рівноваги вантажної стріли

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_E + \vec{R}_H = 0$$

У даній системі сил відомі:

- величина й напрямок сили $F = 12,5$ кН - прикладена в точці G вертикально;
- величина й напрямок сили $P = 0,5$ кН - прикладена в точці Ц.Т. вертикально;

- точка прикладення й лінія дії сили R_H – прикладена в точці H , діє уздовж лінії осі гідроциліндра підйому вантажної стріли;
- точка прикладення сили R_E – прикладена в точці H , розкладена на дві складові: R_E^n перпендикулярна ділянці ланки HE ; R_E^t паралельна HE .

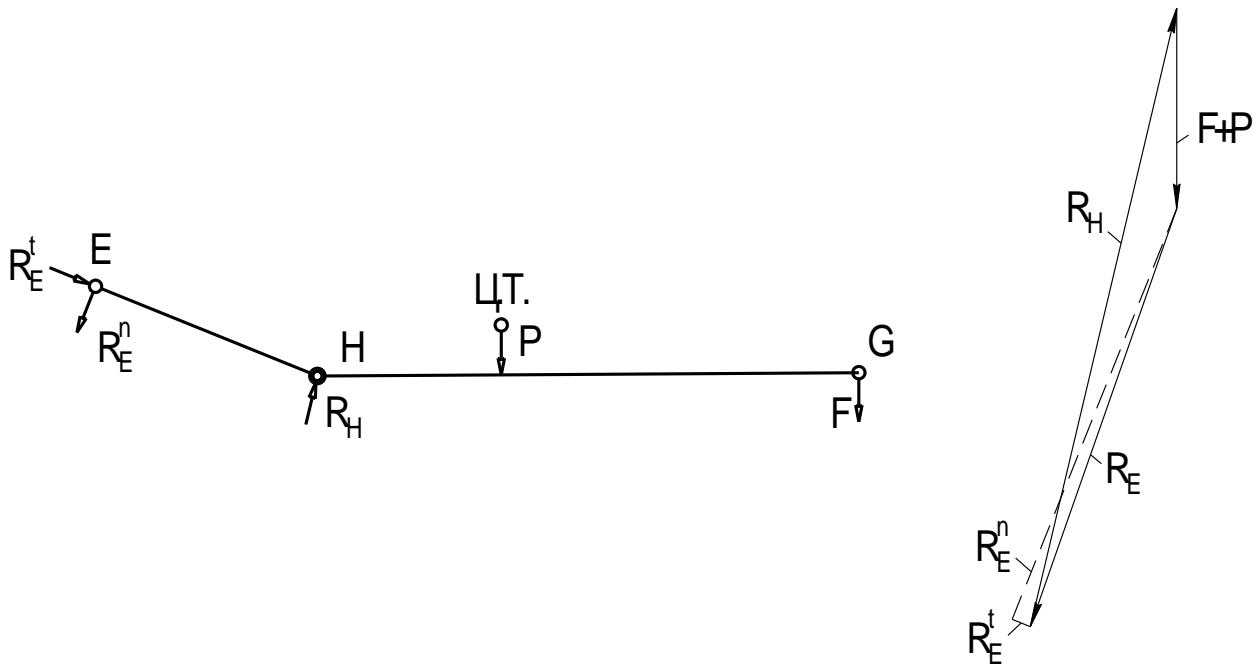


Рисунок 3 - Силовий розрахунок вантажної стріли

Чисельне значення реакції R_E^n визначимо зі співвідношення рівності моментів сил щодо точки H .

$$\Sigma M_H = R_E^n \cdot h_E^H - P \cdot h_{\text{ЦТ.}}^H - F \cdot h_G^H = 0,$$

де $h_E^H = 778,31$ мм – плече сили R_E^n щодо точки H ;
 $h_{\text{ЦТ.}}^H = 598,43$ мм – плече сили P щодо точки H ;
 $h_G^H = 1762,28$ мм – плече сили F щодо точки H .

Вирішуємо рівняння рівноваги відносно складової R_E^n

$$R_E^n = \frac{P \cdot h_{\text{ЦТ.}}^H + F \cdot h_G^H}{h_E^H} = \frac{0,5 \cdot 598,43 + 12,5 \cdot 1762,28}{778,31} = 28,687 \text{ кН}$$

Подальший розрахунок проводимо за допомогою графічних побудов плану сил для вантажної стріли (рисунок 3).

Для побудови плану сил вибираємо масштабний коефіцієнт $\mu_F = 2,5$ кН/мм. Коефіцієнт вибирається таким чином, щоб елементи векторної діаграми плану сил було зручно вимірювати. Масштабний коефіцієнт $\mu_F = 2,5$ кН/мм дозволяє перетворити скалярне значення сили в довжину спрямованого вектора зі співвідношення: вектор довжиною 1 мм відповідає силі рівної 2,5 кН і навпаки: силі рівної 1 кН відповідає вектор довжиною 2,5 мм.

Побудова плану сил для першого положення ланок вантажопідйомного пристрою починаємо із креслення вектора $\overrightarrow{F+P}$ від довільної точки вертикально вниз. Довжину цього вектора визначимо зі співвідношення

$$(F + P) \cdot \mu_F = (12,5 + 0,5) \cdot 2,5 = 32,5 \text{ мм}$$

де $F = 12,5$ кН – абсолютне значення сили;
 $P = 0,5$ кН - абсолютне значення сили;
 $\mu_F = 2,5$ кН/мм – масштабний коефіцієнт.

Від кінця вектора $\overrightarrow{F+P}$ будуємо вектор $\overrightarrow{R_E^n}$ перпендикулярно ділянці ланки HE . Довжину цього вектора визначимо зі співвідношення

$$R_E^n \cdot \mu_F = 28,687 \cdot 2,5 = 71,72 \text{ мм}$$

де $R_E^n = 28,687$ кН – абсолютне значення сили;

Будуємо лінію вектора $\overrightarrow{R_H}$ (через початок вектора $\overrightarrow{F+P}$ паралельно осі гідроциліндра підйому вантажної стріли) і лінію вектора $\overrightarrow{R_E^t}$ (через кінець вектора $\overrightarrow{R_E^n}$ паралельно ділянці ланки HE).

Точка перетинання ліній векторів $\overrightarrow{R_E}$ і $\overrightarrow{R_H}$ дасть точку кінця результуючого вектора $\overrightarrow{R_E}$. Таким чином, стали відомі напрямки всіх сил, що діють на вантажну стрілу. Абсолютні значення сил визначимо зі співвідношень:

$$R_E = [\overrightarrow{R_E}] / \mu_F = 71,79/2,5 = 28,715 \text{ кН};$$

$$R_H = [\overrightarrow{R_H}] / \mu_F = 103,01/2,5 = 41,203 \text{ кН}.$$

де $[\overrightarrow{R_E}] = 71,79 \text{ мм}$ – довжина вектора $\overrightarrow{R_E}$ на плані сил;

$[\overrightarrow{R_H}] = 103,01 \text{ мм}$ – довжина вектора $\overrightarrow{R_H}$ на плані сил.

Розглянемо статичну рівновагу поворотної стріли (ланка 3) при першому положенні вантажопідійомного пристрою.

Ланка перебуває під дією зовнішніх сил: реакції R_E з боку вантажної стріли (ланка 6), власної ваги P , зусилля R_H з боку гідроциліндра вантажної стріли (ланка 5), зусилля R_D з боку гідроциліндра поворотної стріли (ланка 2), і реакції, що врівноважує зовнішні сили, у шарнірі RO . Схема навантаження поворотної стріли наведена на рисунку 4.

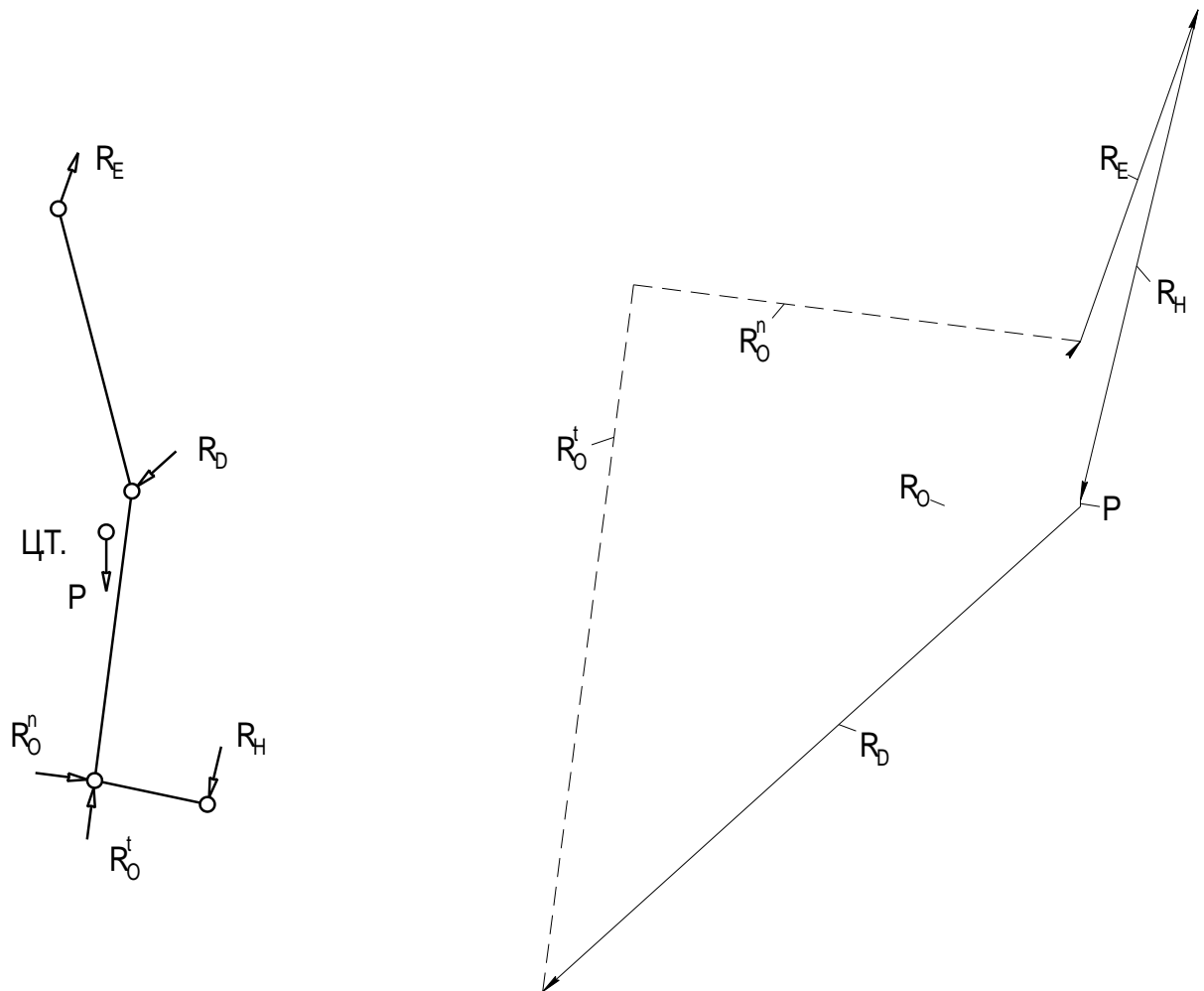


Рисунок 4 - Силовий розрахунок поворотної стріли

Запишемо векторне рівняння статичної рівноваги ланки

$$\vec{P} + \vec{R}_D + \vec{R}_O + \vec{R}_E + \vec{R}_H = 0$$

У даній системі сил відомі:

- величина й напрямок сили $P = 0,5$ кН - прикладена в точці Ц.Т. вертикально;
- величина й напрямок сили $R_E = 28,715$ кН – прикладена в точці E в напрямку, протилежному напрямку однойменної сили для вантажної

стріли;

- величина й напрямок сили $R_H = 41,203$ кН – прикладена в точці F у напрямку, протилежному напрямку однойменної сили для вантажної стріли;
- точка прикладення й лінія дії сили R_D – прикладена в точці D, діє уздовж лінії осі гідроциліндра підйому поворотної стріли;
- точка прикладення сили R_O – прикладена в точці ПРО, розкладена на дві складові: R_O^n перпендикулярна ділянці ланки OD; R_O^t паралельна OD.

Числове значення реакції R_O^n визначимо зі співвідношення рівності моментів сил щодо точки D:

$$\Sigma M_D = R_O^n \cdot h_O^D - R_E \cdot h_E^D + P \cdot h_{ЦТ}^D - R_H \cdot h_H^D = 0;$$

де $h_O = 794,29$ мм – плече сили R_O^n щодо точки D;

$h_E^D = 442,98$ мм – плече сили R_E щодо точки D;

$h_{ЦТ} = 69,27$ мм – плече сили P щодо точки D;

$h_H^D = 395,97$ мм – плече сили R_H щодо точки D.

Вирішуємо рівняння рівноваги відносно складової R_O^n

$$\begin{aligned} R_O^n &= \frac{R_E \cdot h_E^D - P \cdot h_{ЦТ}^D + R_H \cdot h_H^D}{h_O^D} = \\ &= \frac{28,715 \cdot 442,98 - 0,5 \cdot 69,27 + 41,203 \cdot 395,97}{794,29} = 36,511 \text{ тС} \end{aligned}$$

Подальший розрахунок проводимо за допомогою графічних побудов плану сил для поворотної стріли (рисунок 4).

Побудова плану сил починаємо із креслення вектора $\overrightarrow{R_E}$ довжиною 71,79 мм від довільної точки протилежно напрямку однойменної вектора для вантажної стріли.

Від кінця вектора $\overrightarrow{R_E}$ будемо вектор $\overrightarrow{R_H}$ довжиною 103,01 мм

протилежно напрямку однойменної вектора для вантажної стріли. Далі від кінця вектора $\overrightarrow{R_H}$ вичерчуємо вектор \overrightarrow{P} вертикально вниз. Довжину цього вектора визначимо зі співвідношення

$$P \cdot \mu_F = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ мм}$$

де $P = 0,5 \text{ кН}$ – абсолютне значення сили;

$\mu_F = 2,5 \text{ кН/мм}$ – масштабний коефіцієнт.

Від початку вектора $\overrightarrow{R_E}$ будуємо вектор $\overrightarrow{R_O^n}$ перпендикулярно ділянці ДО ланки 3. Довжину цього вектора визначимо зі співвідношення

$$R_O^n \cdot \mu_F = 36,511 \cdot 2,5 = 91,28 \text{ мм}$$

де $R_O^n = 36,511 \text{ кН}$ – абсолютне значення сили.

Будуємо лінію вектора $\overrightarrow{R_D}$ (від кінця вектора \overrightarrow{P} паралельно осі гідроциліндра підйому поворотної стріли) і лінію вектора $\overrightarrow{R_O^t}$ (через кінець вектора $\overrightarrow{R_O^n}$ паралельно ділянці OD).

Точка перетинання ліній векторів $\overrightarrow{R_O^t}$ і $\overrightarrow{R_D}$ дасть точку кінця результуючого вектора $\overrightarrow{R_O}$. Таким чином, стали відомі напрямки всіх сил, що діють на поворотну стрілу. Абсолютні значення сил визначимо зі співвідношень:

$$R_D = [\overrightarrow{R_D}] / \mu_F = 147,25 / 2,5 = 58,9 \text{ кН};$$

$$R_O = [\overrightarrow{R_O}] / \mu_F = 171,77 / 2,5 = 68,709 \text{ кН}.$$

де $[\overrightarrow{R_D}] = 147,25 \text{ мм}$ – довжина вектора $\overrightarrow{R_D}$ на плані сил;

$[\overrightarrow{R_O}] = 171,77 \text{ мм}$ – довжина вектора $\overrightarrow{R_O}$ на плані сил.

Для положень 2...6...6 вантажопідйомного пристрою зусилля \vec{R}_H , \vec{R}_D , \vec{R}_E і \vec{R}_O визначаються аналогічно.

Отримані розрахункові навантаження для кожного положення ланок вантажопідйомного пристрою зводимо в таблицю 1.

Знаючи час t виконання циклу роботи пристрою й значення статичних силових навантажень у різні моменти циклу, будемо графік зміни зусиль у часі (рисунок 5).

Таблиця 1 - Статичні навантаження на ланки вантажопідйомного пристрою

Найменування	Позначення	Положення ланок механізму					
		1	2	3	4	5	6
Вага вантажу, кН	F	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Зусилля гідроциліндра вантажної стріли, кН	R_H	41,20	40,22	36,39	20,22	0,34	4,31
Реакція в сполучному шарнірі між вантажною й поворотною стрілами, кН	R_E	28,72	27,26	23,51	12,99	12,88	12,03
Зусилля гідроциліндра поворотної стріли, кН	R_D	58,9	46,22	32,48	2,01	25,74	21,81
Реакція в сполучному шарнірі між поворотною стрілою й рамою, кН	R_O	68,71	57,03	43,93	11,65	12,54	8,69

За результатами аналізу отриманого графіка можна зробити висновки, що найбільш несприятливі умови навантаження мають місце в початковий момент підйому контейнера. При цьому всі без винятку навантаження

приймають максимальні значення. Далі статичні навантаження рівномірно убувають, досягаючи мінімуму в тимчасовому інтервалі між четвертими й п'ятим положеннями (положення 5 - найвища точка траєкторії центра траверси). Після цього, статичні зусилля починають незначно зростати. При побудові графіка прийнято наступні правила:

- якщо штоки гідроциліндрів під дією навантажень працюють на стиск – зусилля береться зі знаком “+” і графіки $R_H(t)$ і $R_D(t)$ розташовується вище осі абсцис, якщо на розтягання – навпаки;
- напрямок реакцій \vec{R}_E і \vec{R}_O вважаємо позитивним і графіки $R_E(t)$ і $R_O(t)$ розташовується вище осі абсцис, якщо вони спрямовані від поворотної стріли до вантажної стріли або опори відповідно.

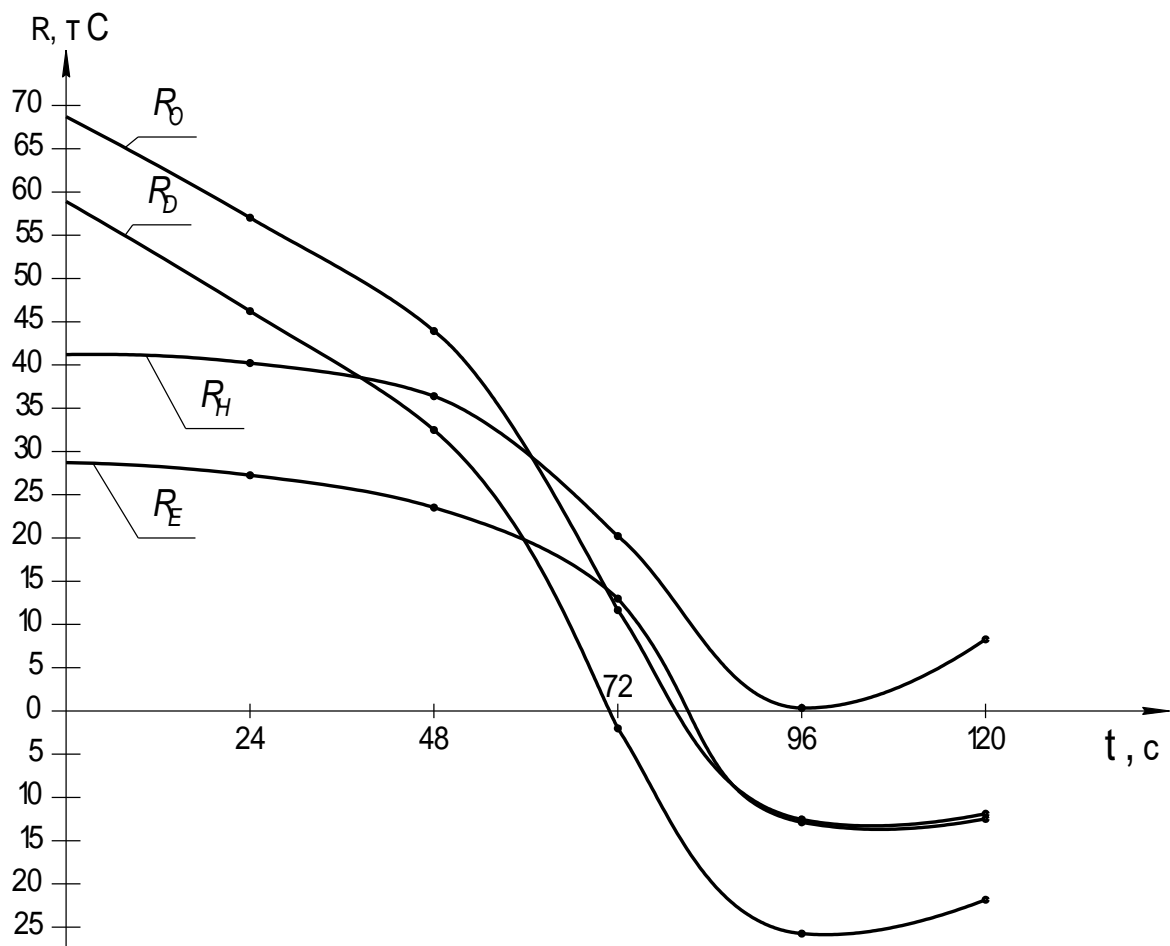


Рисунок 5 - Графіки зміни статичних навантажень на ланки вантажопідійомного пристрою

Розглянемо статичну рівновагу опори (рисунок 6).

Ланка перебуває під дією зовнішніх сил: зусилля, що врівноважує, F , власної ваги P , зусилля з боку важеля R_C , і урівноважуючої зовнішні сили реакція в шарнірі R_O .

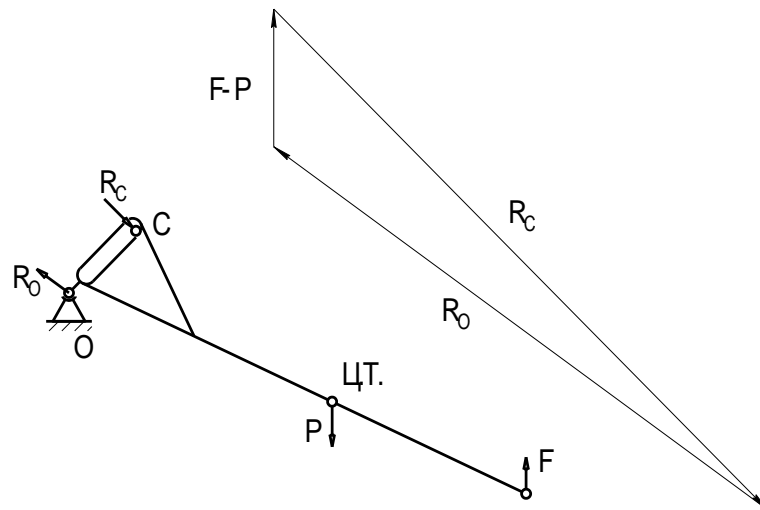


Рисунок 6 - Силовий розрахунок опори

Запишемо векторне рівняння статичної рівноваги ланки

$$\vec{F} - \vec{P} + \vec{R}_E + \vec{R}_H = 0$$

У даній системі сил відомі:

- величина й напрямок сили $F = 12,5$ кН - прикладена в точці До вертикально нагору;
- величина й напрямок сили $P = 0,5$ кН - прикладена в точці Ц.Т. вертикально вниз;
- точка прикладення й лінія дії сили R_C – прикладена в точці З, діє перпендикулярно прорізу для ролика важеля;

- точка прикладення сили R_O – прикладена в точці О.

Чисельне значення реакції R_C визначимо зі співвідношення рівності моментів сил щодо точки О.

$$\Sigma M_H = F \cdot h_K^O - P \cdot h_{ЦГ}^O - R_C \cdot h_C^O = 0,$$

де $h_K^O = 2018,72$ мм – плече сили F щодо точки ПРО;

$h_{ЦГ}^O = 1162$ мм – плече сили P щодо точки ПРО;

$h_C^O = 400$ мм – плече сили R_C щодо точки О.

Вирішуємо рівняння рівноваги щодо реакції R_C

$$R_C = \frac{F \cdot h_K^O - P \cdot h_{ЦГ}^O}{h_C^O} = \frac{12,5 \cdot 2018,72 - 0,5 \cdot 1162}{400} = 61,633 \text{ кН}$$

Подальший розрахунок проводимо за допомогою графічних побудов плану сил для опори (рисунок б).

Вибираємо масштабний коефіцієнт $\mu_F = 2,5$ кН/мм. Побудову плану сил починаємо із креслення вектора $\overline{F-P}$ від довільної точки вертикально вниз. Довжину цього вектора визначимо зі співвідношення

$$(F - P) \cdot \mu_F = (12,5 - 0,5) \cdot 2,5 = 30 \text{ мм}$$

де $F = 12,5$ кН – абсолютне значення сили, що врівноважує силу ваги вантажу, що піднімає;

$P = 0,5$ кН - абсолютне значення сили власної ваги вузла;

$\mu_F = 2,5$ кН/мм – масштабний коефіцієнт.

Від кінця вектора $\overline{F-P}$ будемо вектор $\overline{R_C}$ перпендикулярно прорізу в опорі. Довжину цього вектора визначимо зі співвідношення

$$R_C \cdot \mu_F = 61,633 \cdot 2,5 = 154,08 \text{ мм}$$

де $R_C = 61,633 \text{ кН}$ – абсолютне значення сили.

Будуємо вектор $\overrightarrow{R_O}$ з'єднуючи кінець вектора $\overrightarrow{R_C}$ з початком вектора $\overrightarrow{F-P}$.

Абсолютне значення сил R_O визначимо зі співвідношень:

$$R_O = [\overrightarrow{R_O}] / \mu_F = 134,55 / 2,5 = 53,821 \text{ кН}$$

де $[\overrightarrow{R_O}] = 134,55 \text{ мм}$ – довжина вектора $\overrightarrow{R_O}$ на плані сил.

Розглянемо статичну рівновагу важеля (рисунок 7).

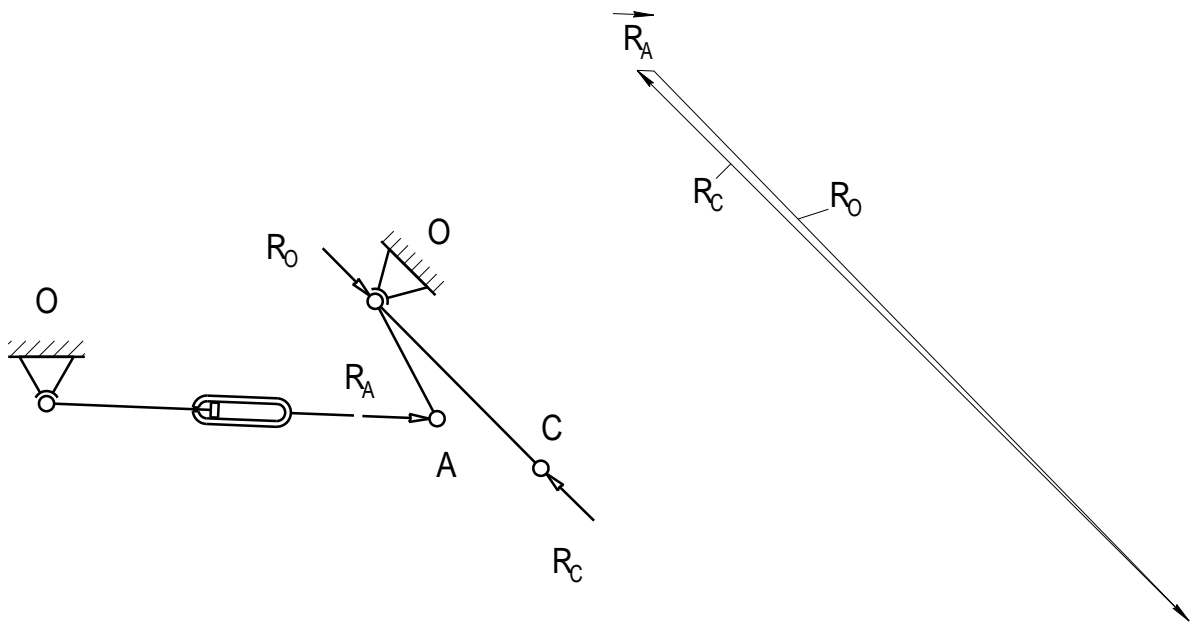


Рисунок 7 - Силовий розрахунок важеля

Ланка перебуває під дією зовнішніх сил: зусилля з боку опори R_C , зусилля з боку гідроциліндра R_A й урівноважуючої зовнішні сили реакція в шарнірі R_O .

Запишемо векторне рівняння статичної рівноваги ланки

$$\overrightarrow{R_C} + \overrightarrow{R_A} + \overrightarrow{R_O} = 0$$

У даній системі сил відомі:

- величина й напрямок сили $R_C = 61,633$ кН – прикладена в точці С у напрямку, протилежному напрямку однойменного вектора опори;
- точка прикладення й лінія дії сили R_A – прикладена в точці А, діє уздовж лінії осі гідроциліндра опори;
- точка прикладення реакції R_O – прикладена в точці О.

Чисельне значення реакції R_A визначимо зі співвідношення рівності моментів сил щодо точки О.

$$\Sigma M_O = R_A \cdot h_A^O - R_C \cdot h_C^O = 0,$$

де $h_A^O = 303,97$ мм – плече сили R_A щодо точки ПРО;

$h_C^O = 6,56$ мм – плече сили R_C щодо точки О.

Вирішуємо рівняння рівноваги щодо реакції R_A

$$R_A = \frac{R_C \cdot h_C^O}{h_A^O} = \frac{61,633 \cdot 6,56}{303,97} = 1,330 \text{ кН}$$

Подальший розрахунок проводимо за допомогою графічних побудов плану сил для опори (рисунок 7).

Вибираємо масштабний коефіцієнт $\mu_F = 2,5$ кН/мм. Побудова плану сил починаємо із креслення від довільної точки вектора $\overrightarrow{R_A}$.

До кінця вектора $\overrightarrow{R_A}$ будуємо вектор $\overrightarrow{R_C}$ у напрямку, протилежному напрямку однойменної сили для опори.

Будуємо вектор $\overrightarrow{R_O}$ з'єднуючи кінець вектора $\overrightarrow{R_A}$ з початком вектора $\overrightarrow{R_C}$.

Абсолютне значення сил R_O визначимо зі співвідношень:

$$R_O = [\overrightarrow{R_O}] / \mu_F = 151,66 / 2,5 = 60,644 \text{ кН}$$

де $[\overrightarrow{R_O}] = 151,66$ мм – довжина вектора $\overrightarrow{R_O}$ на плані сил.

2.3 Застосування методу кінцевих елементів

У наш час при проектуванні й підготовці конструкторської документації широко використовується засобу обчислювальної техніки й прикладні програми САПР. Однією з найпоширеніших програм такого роду є пакет SolidWorks. Основне його призначення - побудова 3D моделей проєктованих об'єктів з наступним одержанням робочої конструкторської документації (2D креслень, специфікацій і т.п.).

Після створення проєкту в SolidWorks, можливо, буде потрібно відповісти на деякі питання, наприклад: чи Може деталь зламатися? Яким образом вона буде деформована? Чи можна використати менший обсяг матеріалу без шкоди експлуатаційним характеристикам?

Під час відсутності інструментів аналізу на ці питання можна відповісти, тільки пройшовши всі етапи та витратити масу часу на цикли розробки виробу. Цикл розробки виробу звичайно включає наступні етапи: побудова моделі в системі автоматизованого проєктування SolidWorks; створення зразка проєкту, що випробовується; виробничі випробування зразка; оцінка результатів виробничих випробувань; зміна проєкту на основі результатів виробничих випробувань.

Цей процес триває до одержання задовільного рішення. За допомогою аналізу можна вирішити наступні задачі: знизити витрати, виконавши тестування моделі на комп'ютері, а не в процесі дорогих виробничих випробувань; скоротити час, необхідне для подання продуктів на ринок, шляхом зменшення кількості циклів розробки виробу; оптимізувати проєкт, швидко змодельовавши декілька концепцій і сценаріїв перед ухваленням остаточного рішення й виділивши більший час на обмірковування нових проєктів.

У процесі аналізу напруг або статичного аналізу на основі матеріалу, обмежень і навантажень розраховуються переміщення, навантаження й напруги в деталі. Матеріал руйнується, коли напруга досягне певного рівня.

Різні матеріали руйнуються при різних рівнях напруги. Для розрахунку напруг прикладні програми пакета SolidWorks (“CosmosWorks” й “CosmosExpress”) використає лінійний статичний аналіз на основі методу кінцевих елементів. Метод кінцевих елементів (FEM) - це надійний числовий метод для аналізу завдань по проектуванню. FEM розбиває складне завдання на простіші. У ньому модель ділиться на кілька простих форм, названих елементами.

Настановні геометричні розміри й положення моделей щодо глобальної системи координат визначені на етапі кінематичного синтезу механізму підйомника з урахуванням габаритів контейнера й робочої зони напівпричепа. Інші геометричні розміри вузлів визначені на етапі ескізного компоновання.

Статичні навантаження на вузли (точки прикладення, напрямки й абсолютні величини) визначені на етапі силового розрахунку за допомогою побудови планів сил.

Метою розрахунку методом кінцевих елементів стосовно до проектованої конструкції є визначення товщин базових деталей (бічних стінок, основань, вушок і т.п.) залежно від обраного матеріалу для найбільш несприятливих умов навантаження (положення підйомника в момент початку підйому вантажу).

2.4 Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів

При виборі матеріалу й розрахунку припустимих товщин варто брати до уваги доступність обраного сортаменту; технологічні особливості зварювання; вимоги до маси проектованого вузла й виробу в цілому (маса обмежена максимально припустимим навантаженням на вісь напівпричепа й седільно-зчепний пристрій тягача $P_{СТ,МАХ} = 10$ кН).

Основними матеріалами зварених металоконструкцій вантажопідйомних машин є: вуглецеві сталі звичайної якості (Ст3пс) і низьколеговані сталі (09М2С, 10ХСНД). Дані конструкційні матеріали недефіцитні, мають гарну зварюваність, оброблюваність різанням і

пластичним деформуванням. Зазначені матеріали істотно відрізняються механічними властивостями (таблиця 2).

При перевірці несучої здатності вважаємо, що товщина стінки прийнятна у випадку, коли запас міцності в кожній із точок деталі (відношення фактичної напруги до границі текучості) більше або дорівнює 1,5. По можливості варто використати більше дешеву й доступну вуглецеву сталь Ст3пс. Її недоліком у порівнянні з низьколегованими сталями є низька границя текучості, тому, при рівній міцності виробу із цієї сталі будуть важче, чим з більше якісної сталі.

Таблиця 2 - Механічні властивості сталей для зварених конструкцій

Механічні властивості	Марка сталі		
	Ст3пс	09М2С	10ХСНД
Модуль пружності, Па	$2 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{11}$
Коефіцієнт Пуассона	0,25	0,29	0,29
Модуль зсуву, Па	$7,4 \cdot 10^{10}$	$7,7 \cdot 10^{10}$	$7,7 \cdot 10^{10}$
Щільність, кг/м ³	7850	7850	7850
Межа міцності при розтяганні, Па	$4,20 \cdot 10^8$	$4,15 \cdot 10^8$	$5,40 \cdot 10^8$
Границя текучості, Па	$2,30 \cdot 10^8$	$2,70 \cdot 10^8$	$4,10 \cdot 10^8$

Комплекс порівняльних розрахунків методом кінцевих елементів вантажопідйомного пристрою в цілому показав, що загальна маса двох модулів, основним матеріалом яких є сталь Ст3пс складе 6550 кг (навантаження на вісь 11,4 кН); сталь 09М2С - 5680 кг (навантаження на вісь 10,2 кН); сталь 10ХСНД - 4780 кг (навантаження на вісь 9,6 кН). Таким чином, використання як конструкційного матеріалу сталі Ст3пс й 09М2С при збереженні числа осей базової моделі напівпричепа неможливо через перевищення припустимого навантаження на вісь.

Протиріччя вирішується або збільшенням числа осей базового

напівпричепа, що, з огляду на високу вартість імпортованих осьових агрегатів недоцільно; або полегшенням конструкції вантажопідйомного пристрою за рахунок застосування більше якісного матеріалу - сталі 10ХСНД. Вартість сталі 10ХСНД вище вартості 09М2С на 25%, а сталі Ст3пс - на 41%. Грошові витрати на матеріал розрахований у відповідному розділі 3 проекту.

Для спрощення перебудування моделі при зміні товщин базових деталей, а також для скорочення машинного часу при порівняльних розрахунках, вихідна геометрична модель побудована у вигляді макродеталі з однорідного, лінійно-пружного, ізотропного матеріалу з механічними властивостями, що відповідає сталі 10ХСНД.

При побудові розрахункової моделі прийняті наступні допущення:

- локальні зміни матеріалу в зоні зварених швів, а також геометричні розміри швів не враховувалися;
- з розрахункової моделі виключені конструктивні елементи (фаски, канавки, невеликі технологічні вирізи, отвори, для кріплення фіксуємих елементів), розташованих осторонь від основних силових площин реальної конструкції й практично що не впливають на міцність і твердість вузла;
- розрахункові навантаження прикладені на циліндричних поверхнях отворів й осей (контактні явища при оцінці напруженого стану не враховуються);
- при розрахунку не враховуються інерційні, динамічні й вітрові навантаження.

Прийняті допущення справедливі для розрахунків нерухомих (або елементів, що рухаються з дуже малими швидкостями), конструкцій, при постійному зовнішнім зусиллі.

2.5 Розрахунок вузла «Рама» методом кінцевих елементів

Вихідними даними для розрахунку є:

- геометричні розміри й положення вузла, що розраховується, щодо осей глобальної системи;
- статичні навантаження на вузол, прикладені в місцях приєднання гідроциліндрів, поворотної стріли, важелів, опори й задані скалярною величиною й напрямком;
- загальні вимоги до матеріалів.

Розрахункова схема рами наведена на рисунку 8.

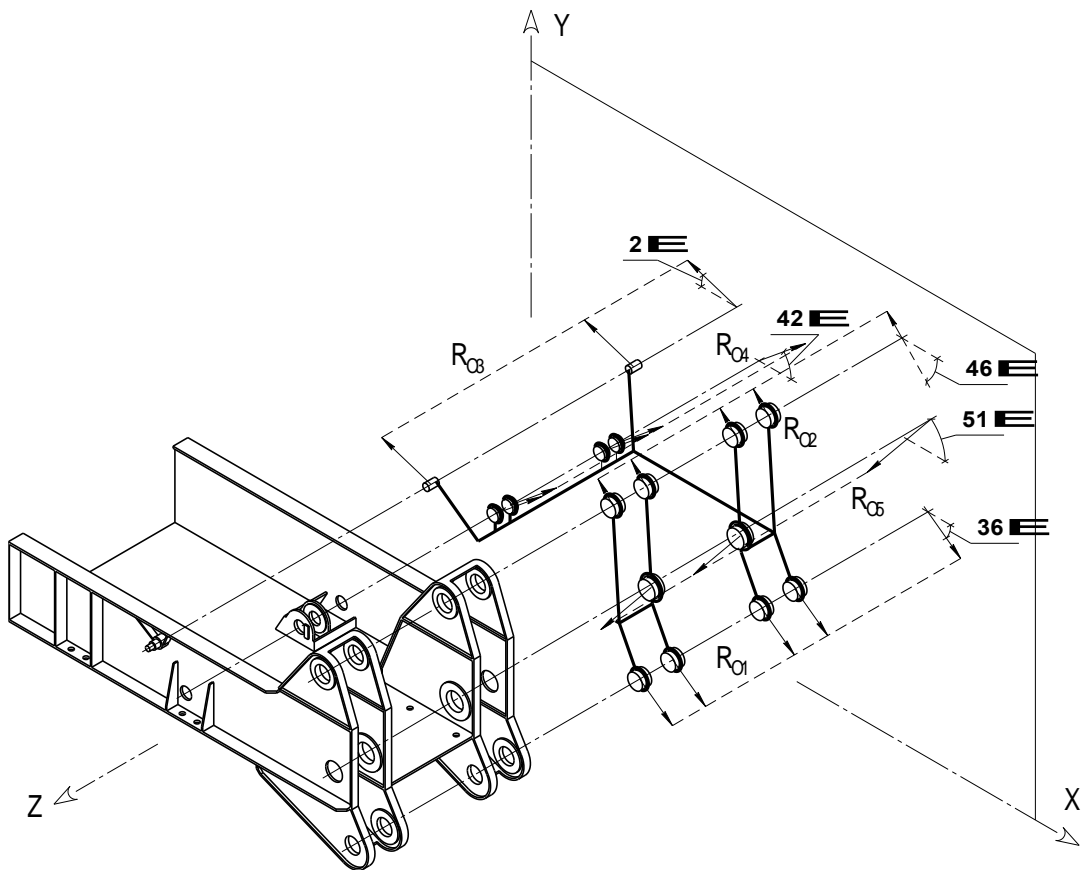


Рисунок 8 - Розрахункова схема вузла «Рама»

Для розрахунку рами в системі “SolidWorks 2007 Premium Edition” була

побудована твердотільна геометрична модель із вихідною товщиною основи й бічних стінок рівної $S = 16$ мм. Розрахунок виконувався в системі “CosmosWorks”, що входить у пакет програмного забезпечення “SolidWorks 2007 Premium Edition”. Послідовно змінюючи вихідну величину у бік зменшення до найближчого стандартного сортаменту визначимо оптимальну товщину базових деталей при якій запас статичної міцності буде в межах 1,5...4...4 У результаті послідовних наближень отримана оптимальна товщина основних базових деталей $S = 10$ мм; визначена товщина косинок $S_K = 8$ мм; визначене найбільш ефективне місце установки додаткових підсилювальних косинок у районі отворів нижньої основи, осей гідроциліндрів опор і гідроциліндрів поворотної стріли.

Першим етапом підготовки до розрахунку методом кінцевих елементів є накладення на розрахункову модель зовнішніх обмежень і внутрішніх зв'язків, що визначають первісну нерухомість моделі щодо глобальної системи координат і тверді/пружні зв'язки окремих поверхонь моделі між собою.

У загальному випадку система “CosmosWorks” допускає використання наступних типів обмежень і зв'язків (у дужках приводяться опції програми “CosmosWorks”, що активізують той або інший спосіб накладення зв'язків):

- обмеження, прикладене до граней, крайкам або вершинам моделі, і виключаючі останні можливості переміщення щодо глобальної системи координат (“зафіксований”);
- обмеження, прикладене до циліндричної грані, що позбавляє модель можливості поступального переміщення щодо цієї грані, але допускаюче поворот щодо осі (“шарнір”);
- обмеження, прикладене до граней, крайкам або вершинам моделі й виключаюче останніх можливостей переміщення тільки в певному напрямку, наприклад, у напрямку штока гідроциліндра (“щодо довідкової геометрії”);

- твердий/пружний зв'язок окремих граней моделі між собою, що визначає взаємне розташування цих граней до й після прикладення навантажень.

Для статичного аналізу розрахункова модель, у тому числі й рама повинна бути нерухома щодо глобальної системи координат. Для цього при завданні навантажень і граничних умов на отвори в основанні накладені тверді зв'язки.

Крім цього по циліндричних і торцевих поверхнях отворів у вушках накладені тверді зв'язки, що моделює осі шарнірних з'єднань рами з поворотною стрілою, опорою й гідроциліндрами. У протилежному випадку бічні стінки моделі будуть деформуватися незалежно друг від друга без обліку реально існуючої досить твердої осі-з'єднувача.

Відомості про граничні умови наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Граничні умови

№ обмеження	Характер обмеження	Кількість граней	Примітка
1	Фіксація	14	Закріплення рами на шасі напівпричепа за допомогою 14 болтів
2	Твердий з'єднувач	4	Осі важелів
3	Твердий з'єднувач	4	
4	Твердий з'єднувач	4	Вісь поворотної стріли
5	Твердий з'єднувач	4	Осі опори
6	Твердий з'єднувач	4	
7	Твердий з'єднувач	4	Осі штоків гідроциліндра поворотної стріли
8	Твердий з'єднувач	4	

Наступним етапом підготовки моделі для розрахунку методом кінцевих

елементів є уведення зовнішніх навантажень. Система “CosmosWorks” допускає використання наступних типів зовнішніх навантажень:

- сила, прикладена до граней моделі під прямим кутом (“нормальна сила”);
- сила, прикладена до граней/крайкам моделі паралельно/перпендикулярно конструктивній або довідковій площині (“щодо довідкової геометрії”);
- тиск, рівномірно розподілений по поверхнях моделі під прямим кутом (“перпендикулярно до обраної грані”);

Відомості про навантаження для розрахунку рами наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 - Розрахункові навантаження

№ навантаження	Умовна позначка	Величина, Н	Кількість граней	Примітка
1	RO1	538210	4	Сила від опори в площині під кутом 36° (до горизонталі)
2	RO2	606640	4	Сила від осей важелів у площині під кутом 46°
3	RO3	13300	2	Сила від гідроциліндрів опор у площині під кутом 2°
4	RO4	589000	4	Сила від гідроциліндрів поворотної стріли в площині під кутом 42°
5	RO5	687090	2	Сила від поворотної стріли в площині під кутом 51°

Для проведення розрахунку тіло моделі необхідно розбити на кінцеві елементи (створити сітку кінцевих елементів). Система “CosmosWorks” допускає використання наступних типів сіток кінцевих елементів: сітка на твердому тілі, сітка оболонки й комбінована сітка. Перший і другий типи сіток генеруються автоматично після запуску процедури “створити сітку”, для створення комбінованої сітки потрібно особливо вказати елементи моделі з

оболонковою сіткою (для іншої частини за замовчуванням генерується твердотільна сітка).

Як параметри сітки потрібно вказати середній розмір кінцевого елемента, а також допуск на нього. Від розміру елементів залежить точність отриманих результатів і машинний час, затрачений на виконання розрахунків. Перед запуском створення сітки програма встановлює розмір і допуск кінцевого елемента за замовчуванням залежно від габаритів моделі. Як правило, параметри сітки за замовчуванням дозволяють робити розрахунок із прийнятною точністю за розумний час, однак, при наявності в моделі дрібних локальних деталей може знадобитися зменшити розміри елементів, тому при побудові моделі важливо обґрунтовано спрощувати її за рахунок малозначних ненавантажених деталей.

Відомості про параметри сітки кінцевих елементів рами наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 - Властивості сітки кінцевих елементів

Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Використовуване злиття	Стандартний
Розмір елемента	52,057 мм
Допуск	2,6029 мм
Якість	Висока
Кількість елементів	21793
Кількість вузлів	44211

Створення сітки кінцевих елементів є кінцевим етапом підготовки даних для розрахунку. Розрахунок запускається відповідною командою й виконується в період 5...20 хв залежно від складності моделі й параметрів сітки.

Система “CosmosWorks” дає можливість аналізу наступних характеристик напружно-деформованого стану під дією зовнішніх сил і вагових навантажень при заданих користувачем граничних умовах:

- розподіл еквівалентних напруг у моделі (епюра “зусилля стиску vonMises”);
- розподіл пружних переміщень точок моделі щодо нерухомої глобальної системи координат (епюра “переміщення”);
- розподіл коефіцієнтів запасу міцності в моделі (епюра “перевірка проектування”).

Крім цього програма дає наочну інформацію про перекручування вихідної геометричної форми моделі в деформованому стані (епюра “деформація”). Епюра “перевірки проектування” будується на вихідній моделі, епюра “деформація” - на деформованій, інші епюри - як на вихідній так і на деформованих моделях за бажанням користувача.

Епюра являє собою зображення моделі, різні ділянки якої пофарбовані в різні кольори в межах колірної гами “червоний...синій” (з використанням градієнтного переходу) залежно від числового значення досліджуваної характеристики на даній ділянці. Числові значення відслідковуються або приблизно за допомогою спектральної шкали, розташованої в полі епюри (кожному колірному діапазону відповідає діапазон числових значень параметра), так і точно з використанням процедури “зондування”. Аналіз епюр може бути полегшений шляхом включення опції “відобразити граничні значення”. При цьому в полі епюри з'являються маркери, що містять максимальні й мінімальні числові значення досліджуваного параметра й відповідні місця, що вказують, на поверхні моделі. При розрахунку деталей і вузлів, виготовлених з ізотропного однорідного матеріалу, яким є сталь 10ХСНД, висновок про несучу здатність може бути зроблено тільки на

основанні граничних значень досліджуваного параметра. Більше докладна картина розподілу параметра корисна для виявлення потенційно слабких місць конструкції, а також місць, де є надлишковий запас міцності за рахунок товщини металу й/або наявності додаткового посилення. Аналіз епюр дозволяє оптимально перерозподілити метал по ділянках моделі, домагаючись відносної рівномірності конструкції, а також обґрунтовано вибрати місця додаткового посилення потенційно слабких елементів.

Крім графічного подання “CosmosWorks” за бажанням користувача генерує звіт про дослідження, що у стислій табличній і текстовій формі містить:

- вихідні дані для розрахунку (ім'я й місце розташування файлу вихідної моделі, маса й об'єм моделі, конструкційний матеріал і його властивості, відомості про навантаження й граничні умови, параметри сітки кінцевих елементів);
- результати розрахунку (значення максимальних і мінімальних напруг і переміщень із вказівкою абсолютних координат характерних точок, відомості про масштабний коефіцієнт епюри “деформація”, попередній висновок про несучу здатність конструкції що моделюється).

Витримки зі звіту наведені в таблицях 6...8.

Результати розрахунку методом кінцевих елементів у графічній інтерпретації (епюри) наведені на малюнках 9...12.

Таблиця 6 - Результати розрахунку еквівалентних напруг vonMises

Значення еквівалентної напруги	Координата характерної точки в глобальній системі координат		
	X, мм	Y, мм	Z, мм

Мінімальне, МПа	0,023	10,7	362,6	-408,3
Максимальне, МПа	268	877,0	104,3	-270

Таблиця 7 - Результати розрахунку запасу міцності

Значення коефіцієнта запасу статичної міцності		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Максимальне	>100	10,7	362,6	-408,3
Мінімальне	1,53	877,0	104,3	-270

Таблиця 8 - Результати розрахунку пружних переміщень

Значення пружного переміщення		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Мінімальне, мм	0	990,0	0,0	433,0
Максимальне, мм	0,29	0,0	370,0	485,0



Рисунок 9 - Розподіл еквівалентних напруг vonMises

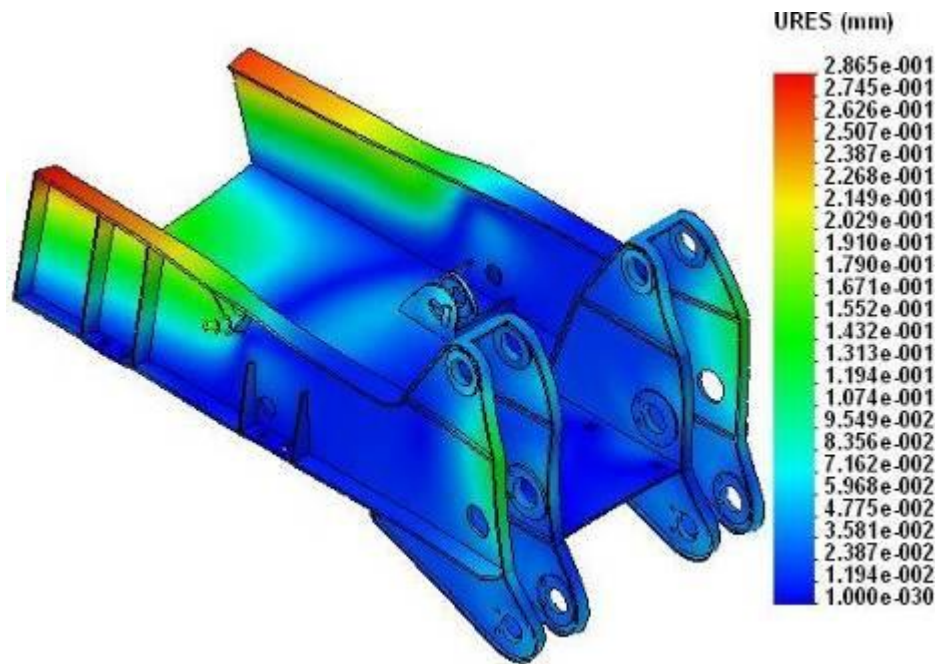


Рисунок 10 - Розподіл пружних переміщень

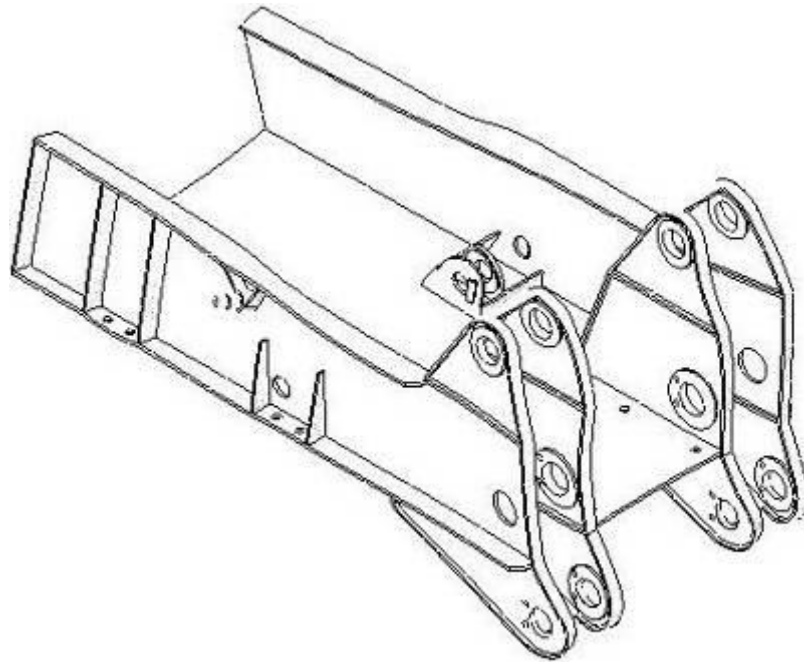


Рисунок 11 - Деформований стан моделі

(масштаб деформацій 300:1)

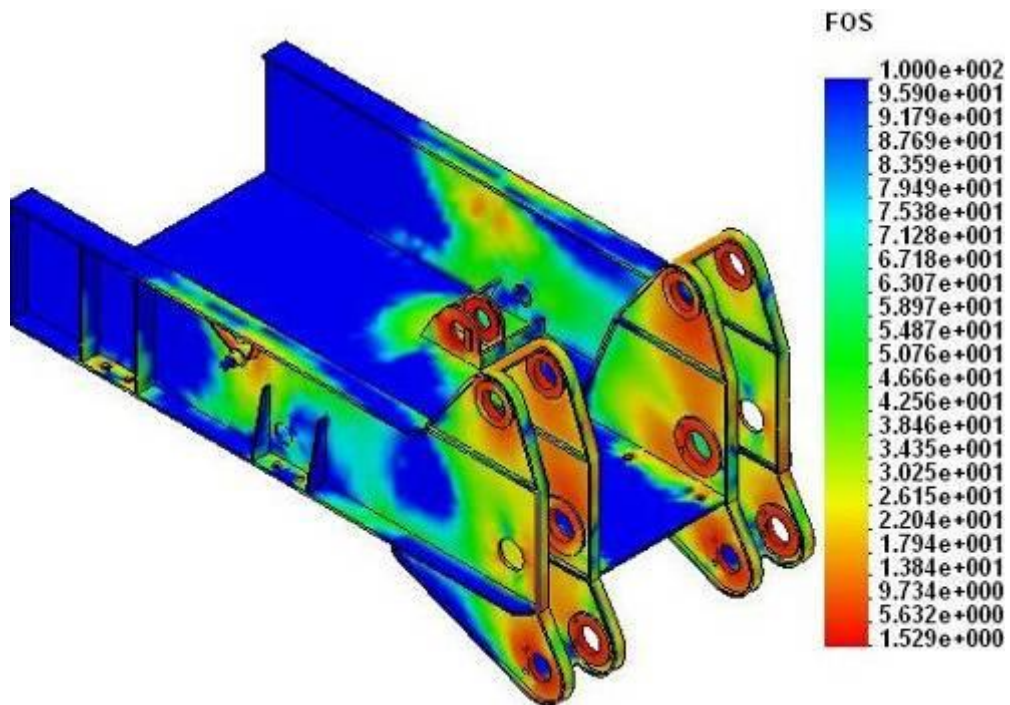


Рисунок 12 - Розподілу запасу статичної міцності

2.6 Розрахунок вузла «Стріла поворотна» методом кінцевих елементів

Розрахункова схема поворотної стріли наведена на рисунку 13

Для розрахунку поворотної стріли в системі “SolidWorks 2007 Premium Edition” була побудована твердотільна геометрична модель із вихідною товщиною бічних стінок рівної $S = 14$ мм. У результаті послідовних наближень отримана оптимальна товщина основних базових деталей $S = 10$ мм; визначена товщина ребер жорсткості $S_p = 8$ мм; визначені товщини пластиків на отворах щоки $S_{\Pi} = 6$ мм найбільш ефективно місце установки додаткових підсилювальних косинок у районі отворів нижньої основи, осей гідроциліндрів опор і гідроциліндрів поворотної стріли. Як мінімально-

припустимий запас міцності прийнятий величина $[n] = 3$, тобто більше, ніж для раніше розглянутої рами ($[n] = 1,5$). Це пов'язане з тим, що вантажна стріла безпосередньо бере участь при маніпуляціях з вантажем, тому її ушкодження буде мати більш небезпечні наслідки, чим ушкодження нерухомої рами, отже, надійність вантажної стріли повинна бути вище, ніж надійність рами.

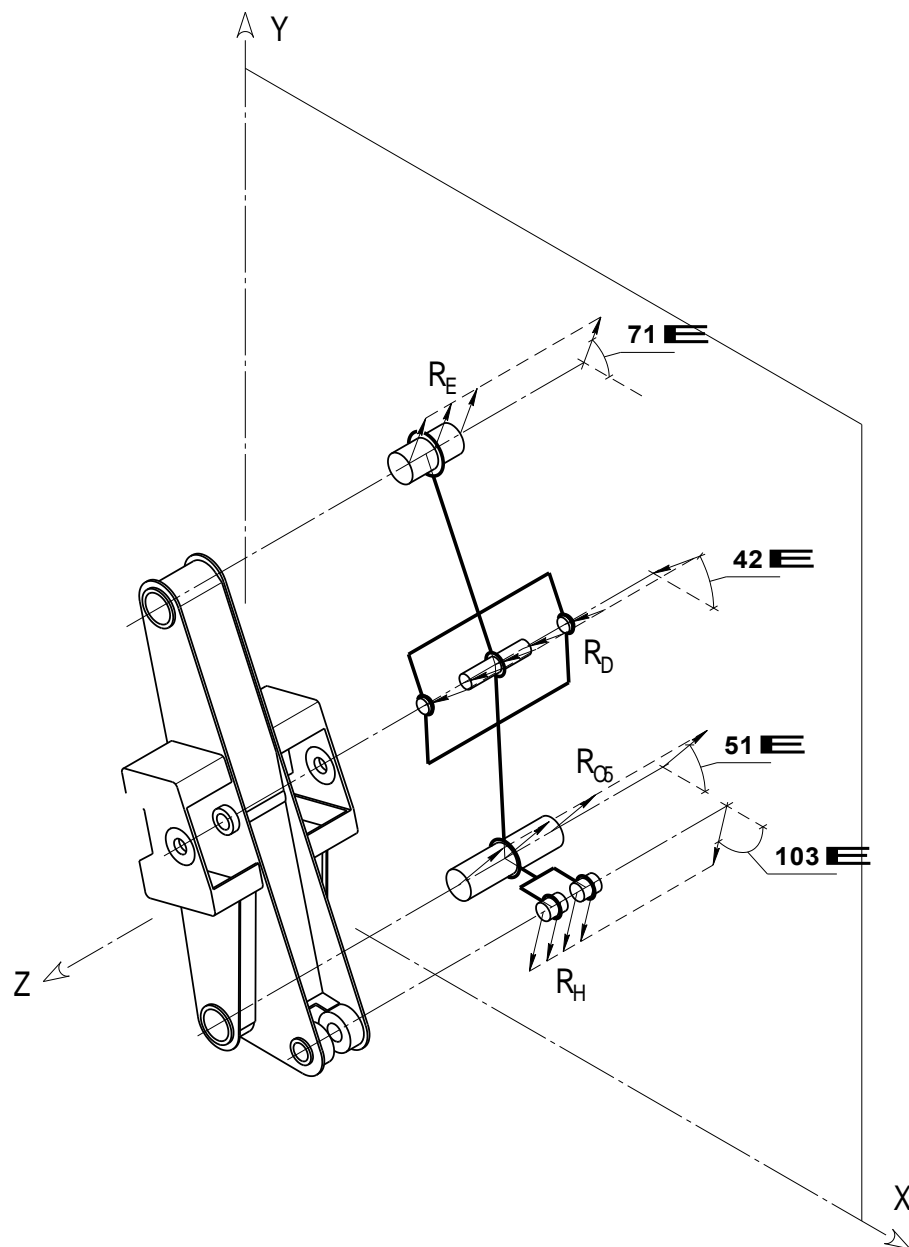


Рисунок 13 - Розрахункова схема вузла «Стріла поворотна»

Для статичного аналізу розрахункова модель повинна бути нерухома

щодо глобальної системи координат. Для цього при завданні навантажень і граничних умов на отвір $\varnothing 120$ мм (кріплення до рами) накладене обмеження “шарнір”, а на отвори $\varnothing 60$ мм (кріплення до гідроциліндра поворотної стріли) - обмеження “щодо довідкової геометрії” у напрямку осі гідроциліндра.

Крім цього по циліндричних і торцевих поверхнях отворів у вушках щік і втулок кріплення гідроциліндра вантажної стріли накладені внутрішні тверді зв'язки, що моделює осі шарнірних з'єднань.

Відомості про граничні умови для наведені в таблиці 9.

Таблиця 9 - Граничні умови

№ обмеження	Характер обмеження	Кількість граней	Примітка
1	Шарнір	3	Кріплення стріли до рами за допомогою осі $\varnothing 120$ мм
2	Обмеження переміщень щодо довідкової геометрії	3	Кріплення до корпусу гідроциліндра підйому поворотної стріли (вісь циліндра під кутом 42° до горизонталі)
3	Твердий з'єднувач	8	Цапфи гідроциліндрів підйому поворотної стріли
4	Твердий з'єднувач	4	Вісь гідроциліндра підйому вантажної стріли

Відомості про навантаження поворотної стріли наведені в таблиці 10.

Таблиця 10 - Розрахункові навантаження

№ навантаження	Умовна позначка	Величина, Н	Кількість граней	Примітка
1	Re	287150	1	Сила від вантажної стріли в площині під кутом 71° (до горизонталі)
2	Rh	412030	2	Сила від гідроциліндра вантажної стріли в площині під кутом 103°

Відомості про параметри сітки кінцевих елементів поворотної стріли наведені в таблиці 11.

Таблиця 11 - Властивості сітки кінцевих елементів

Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Використовуване злиття	Стандартний
Автоматичний перехід	Вимк
Згладжування поверхні	Вмик
Якобієва перевірка	по 4 точкам
Розмір елемента	27,959 мм
Допуск	1,398 мм
Якість	Висока
Кількість елементів	31195
Кількість вузлів	61873

Витримки зі звіту наведені в таблицях 12...14.

Результати розрахунку методом кінцевих елементів у графічній

інтерпретації (епюри) наведені на рисунках 14...17.

Таблиця 12 - Результати розрахунку еквівалентних напруг vonMises

Значення еквівалентної напруги		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Мінімальне, МПа	25,1	1457,7	703,5	1925,1
Максимальне, МПа	86,6	1916,4	180,7	2070,2

Таблиця 13 - Результати розрахунку запасу міцності

Значення коефіцієнта запасу статичної міцності		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Максимальне	>100	1457,7	703,5	1925,1
Мінімальне	4,73	1916,4	180,7	2070,2

Таблиця 14 - Результати розрахунку пружних переміщень

Значення пружного переміщення		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Мінімальне, мм	0,005	1655,4	155,1	2337,1
Максимальне, мм	0,295	1294,8	1724,7	2002,2

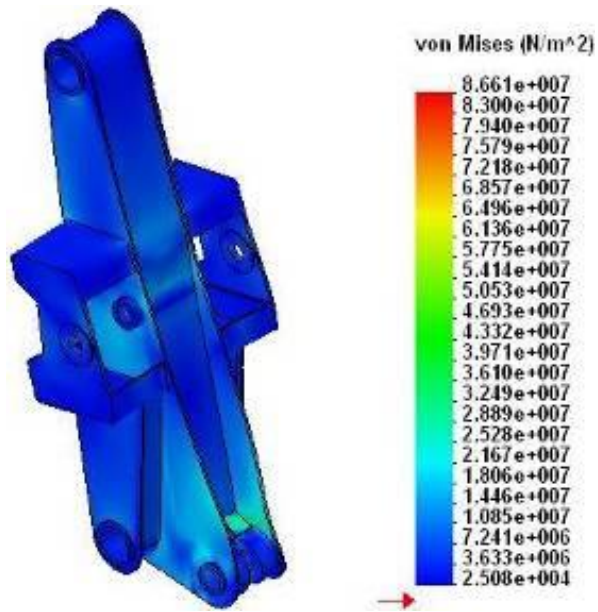


Рисунок 14 - Розподілу напруг vonMises

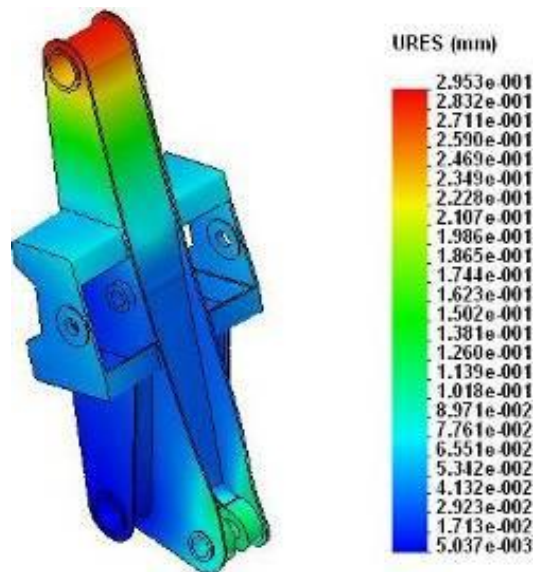


Рисунок 15 - Розподілу пружних переміщень

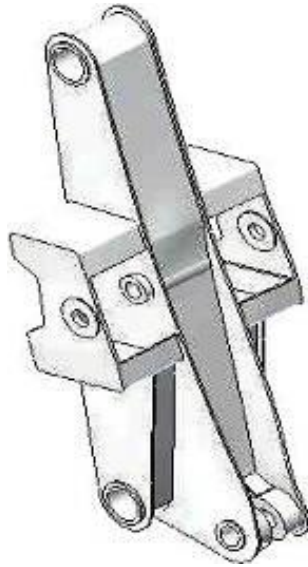


Рисунок 16 - Деформований стан моделі

(масштаб деформацій 300:1)

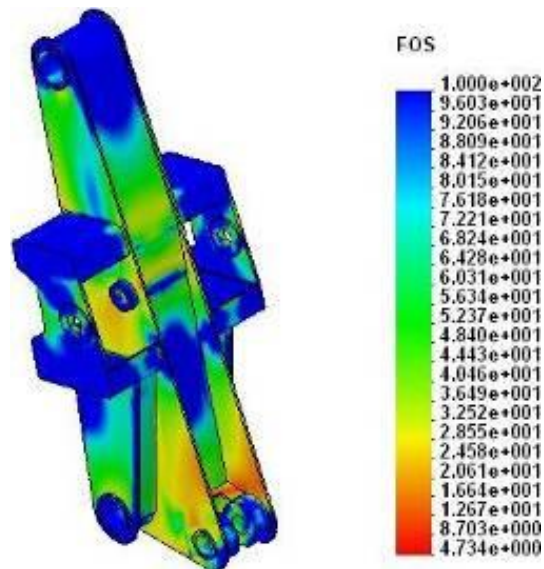


Рисунок 17 - Розподіл запасу статичної міцності

2.7 Розрахунок вузла «Стріла вантажна» методом кінцевих елементів

Розрахункова схема вантажної стріли наведена на рисунку 18.

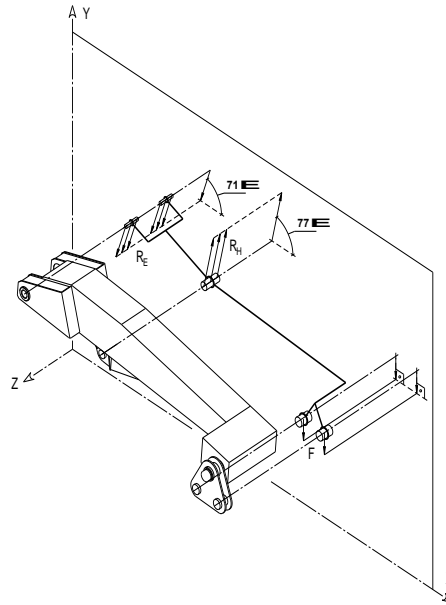


Рисунок 18 - Розрахункова схема вузла «Стріла вантажна»

Для розрахунку вантажної стріли в системі “SolidWorks 2007 Premium Edition” була побудована твердотільна геометрична модель із вихідною товщиною основи й бічних стінок рівної $S = 12$ мм. У результаті послідовних наближень визначена: товщина основних базових деталей $S = 10$ мм; товщина ребер вушка, внутрішніх пластин-стяжок, опорного листа кронштейна кріплення гідроциліндра вантажної стріли $S_p = 8$ мм; товщина підсилювальних косинок опорного кронштейна $S_k = 6$ мм; найбільш ефективне місце й крок установки внутрішніх підсилювальних пластин-стяжок у районі приварки кронштейна.

Для статичного аналізу розрахункова модель повинна бути нерухома щодо глобальної системи координат. Для цього при завданні навантажень і граничних умов на отвір $\varnothing 80$ мм (кріплення до поворотної стріли) накладене обмеження “шарнір”, а на вісь $\varnothing 70$ мм (кріплення до гідроциліндра вантажної стріли) - обмеження “щодо довідкової геометрії” у напрямку осі

гідроциліндра.

Відомості про граничні умови для розрахунку рами наведені в таблиці 15.

Таблиця 15 - Граничні умови

№ обмеження	Характер обмеження	Кількість граней	Примітка
1	Шарнір	2	Кріплення вантажної й поворотної стріл за допомогою осі Ø80 мм
2	Обмеження переміщень щодо довідкової геометрії	1	Кріплення до штока гідроциліндра підйому вантажної стріли (під кутом 77° до горизонталі)

Відомості про навантаження вантажної стріли наведені в таблиці 16.

Таблиця 16 - Розрахункові навантаження

№ навантаження	Умовна позначка	Величина, Н	Кількість граней	Примітка
1	F	125000	2	Половина ваги вантажу, що піднімається, (під прямим кутом до нижньої грані стінок траверси)

Відомості про параметри сітки кінцевих елементів наведені в таблиці 17.

Таблиця 17 - Властивості сітки кінцевих елементів

Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Розмір елемента	43,136 мм
Допуск	2,1568 мм
Якість	Висока
Кількість елементів	20668
Кількість вузлів	39180

Витримки зі звіту наведені в таблицях 18...20.

Результати розрахунку методом кінцевих елементів у графічній інтерпретації (епюри) наведені на малюнках 19...22.

Таблиця 18 - Результати розрахунку еквівалентних напруг vonMises

Значення еквівалентної напруги		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Мінімальне, МПа	0,13	1245,7	40,6	743,4
Максимальне, МПа	138	-455,4	-99,5	181

Таблиця 19 - Результати розрахунку запасу міцності

Значення коефіцієнта запасу статичної міцності		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Максимальне	>100	1245,7	40,6	743,4
Мінімальне	3,0	-455,4	-99,5	181

Таблиця 20 - Результати розрахунку пружних переміщень

Значення пружного переміщення		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Мінімальне, мм	≈ 0	-1212,9	170,5	283,6
Максимальне, мм	2,55	1467,4	-208,9	709,3

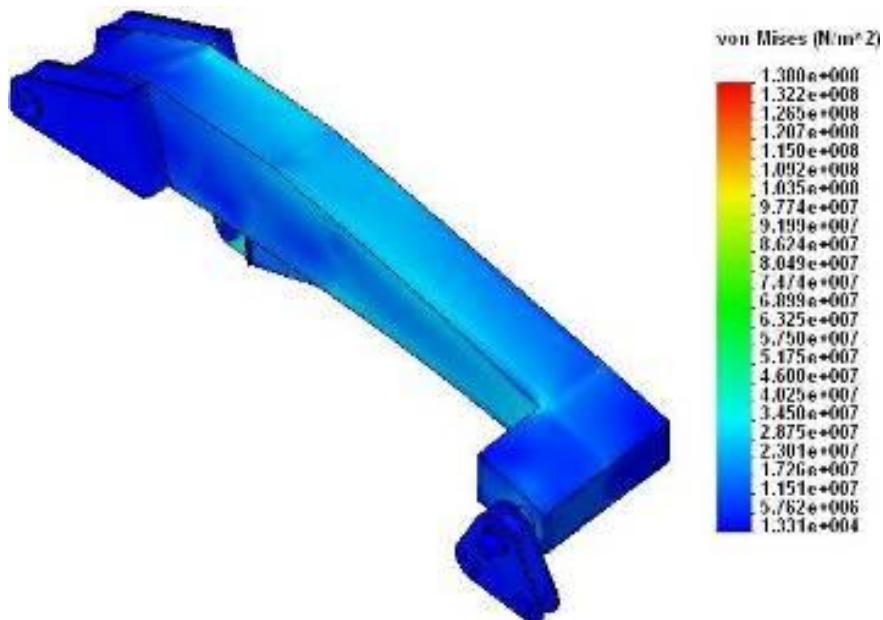


Рисунок 19 - Епюра розподілу напруг vonMises

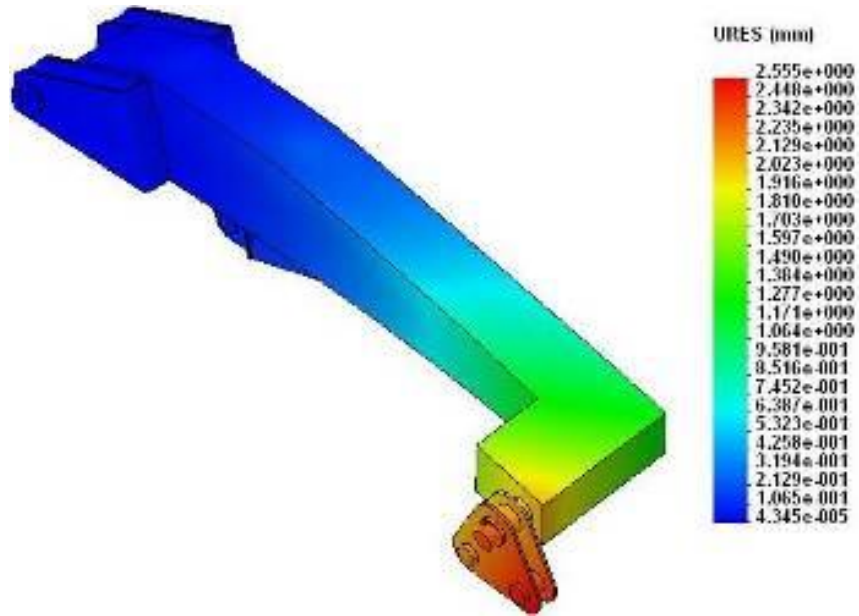


Рисунок 20 - Епюра розподілу переміщень

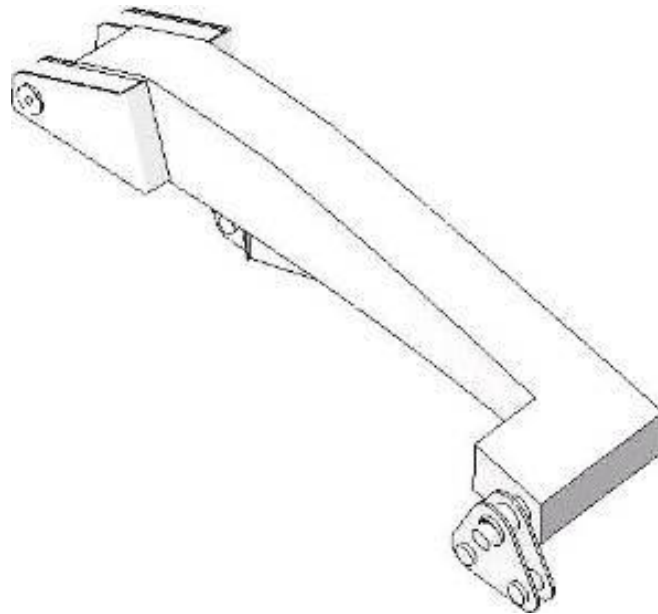


Рисунок 21 - Деформований стан моделі

(масштаб деформацій 112:1)

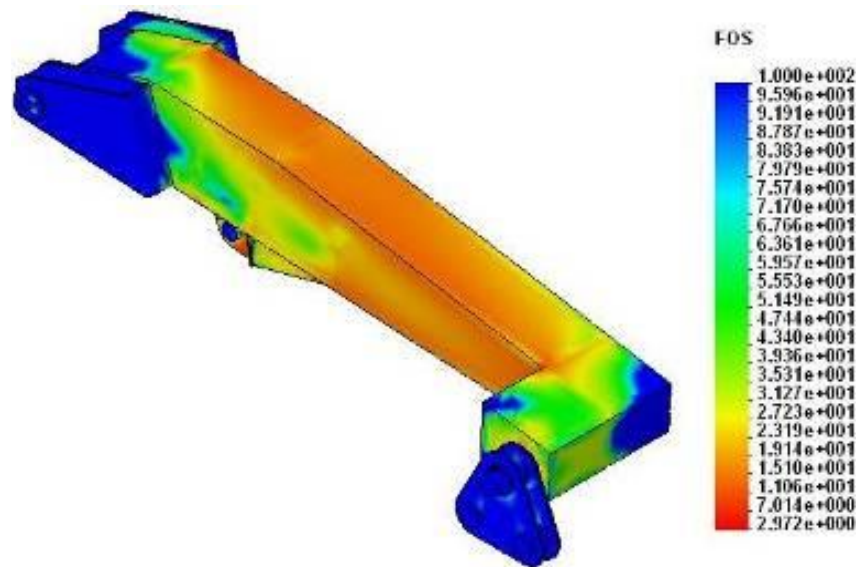


Рисунок 22 - Епюра розподілу запасу статичної міцності

2.8 Розрахунок вузла «Важіль» методом кінцевих елементів

Розрахункова схема системи важелів наведена на рисунку 23.

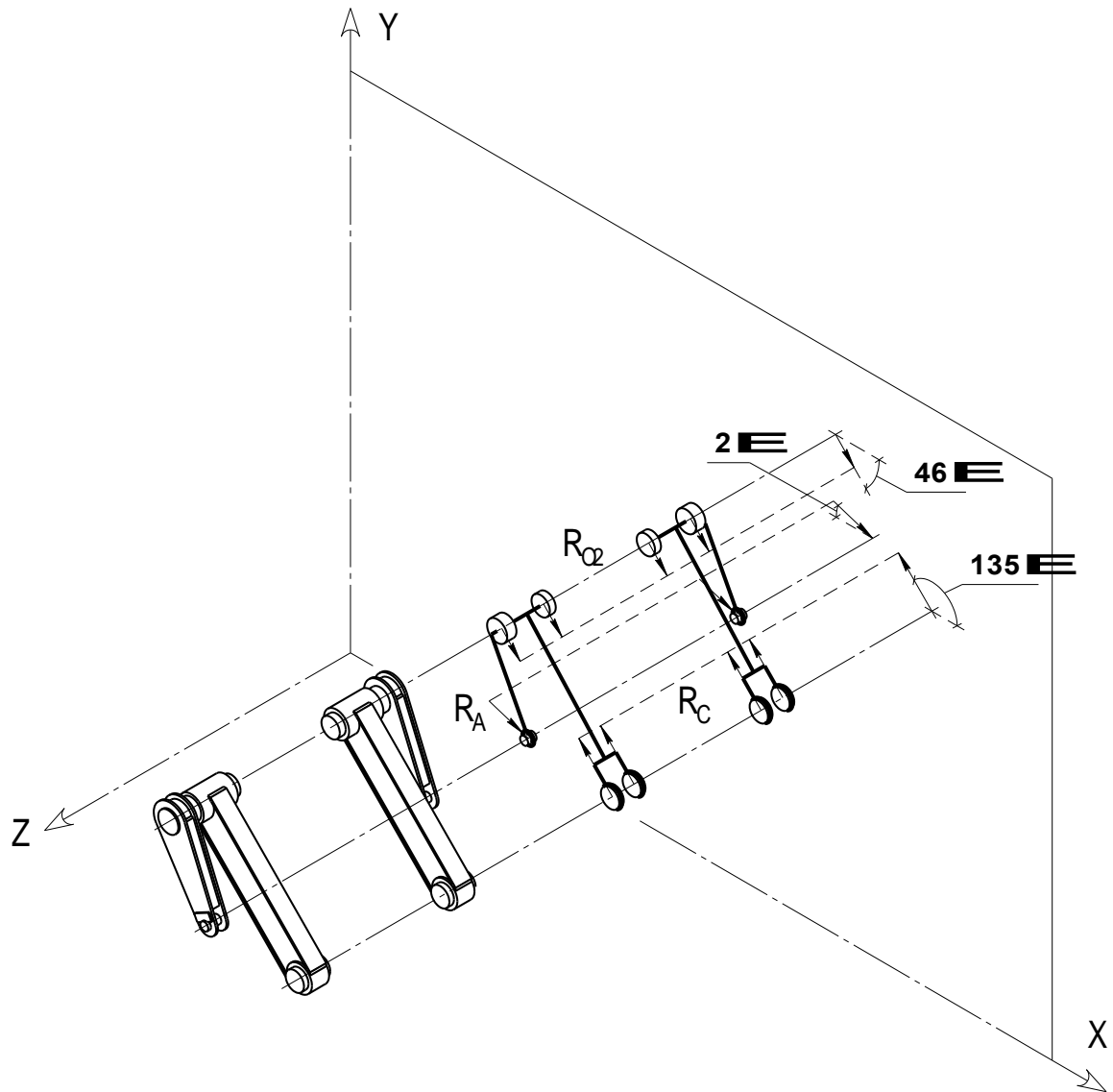


Рисунок 23 - Розрахункова схема вузла «Вагілень»

Для розрахунку опори в системі “SolidWorks 2007 Premium Edition” була побудована твердотільна геометрична модель із вихідною товщиною бічних стінок рівною $S = 10$ мм. У результаті послідовних наближень визначена товщина бічних стінок важелів $S = 6$ мм при мінімальному запасі міцності $[n] = 6,1$.

Для статичного аналізу розрахункова модель повинна бути нерухома щодо глобальної системи координат. Для цього при завданні навантажень і граничних умов на цапфи важеля накладене обмеження “шарнір”, а на вісь кріплення до гідроциліндра опори - обмеження “щодо довідкової геометрії” у

напрямку осі гідроциліндра.

Відомості про граничні умови наведені в таблиці 21.

Таблиця 21 - Граничні умови

№ обмеження	Характер обмеження	Кількість граней	Примітка
1	Шарнір	2	Кріплення важелів до рами за допомогою осей Ø80 мм
2	Обмеження переміщень щодо довідкової геометрії	1	Кріплення до штока гідроциліндра опори (під кутом 2° до горизонталі)

Відомості про навантаження наведені в таблиці 22.

Таблиця 22 - Розрахункові навантаження

№ навантаження	Умовна позначка	Величина, Н	Кількість граней	Примітка
1	Ra	6650	2	Сила в місці контакту важеля із прорізом опори в площині під кутом 135° до горизонталі

Відомості про параметри сітки кінцевих елементів наведені в таблиці 23.

Таблиця 23 - Властивості сітки кінцевих елементів

Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Використовуване злиття	Стандартний
Автоматичний перехід	Вимк
Згладжування поверхні	Вмик
Якобієва перевірка	по 4 крапкам
Розмір елемента	20,871

Допуск	1,0436
Якість	Висока
Кількість елементів	10943
Кількість вузлів	18375

Витримки зі звіту наведені в таблицях 24...26.

Результати розрахунку методом кінцевих елементів у графічній інтерпретації (епюри) наведені на рисунках 24...27.

Таблиця 24 - Результати розрахунку еквівалентних напруг vonMises

Значення еквівалентної напруги		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Мінімальне, МПа	0,03	-14,5	68,5	362,5
Максимальне, МПа	67	-30,4	-46,7	237

Таблиця 25 - Результати розрахунку запасу міцності

Значення коефіцієнта запасу статичної міцності		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Максимальне	>100	-14,5	68,5	362,5
Мінімальне	6,1	-30,4	-46,7	237

Таблиця 26 - Результати розрахунку пружних переміщень

Значення пружного переміщення		Координата характерної точки в глобальній системі координат		
		X, мм	Y, мм	Z, мм
Мінімальне, мм	0	-1,2	-0,3	357
Максимальне, мм	1,56	436	-480,6	144,5

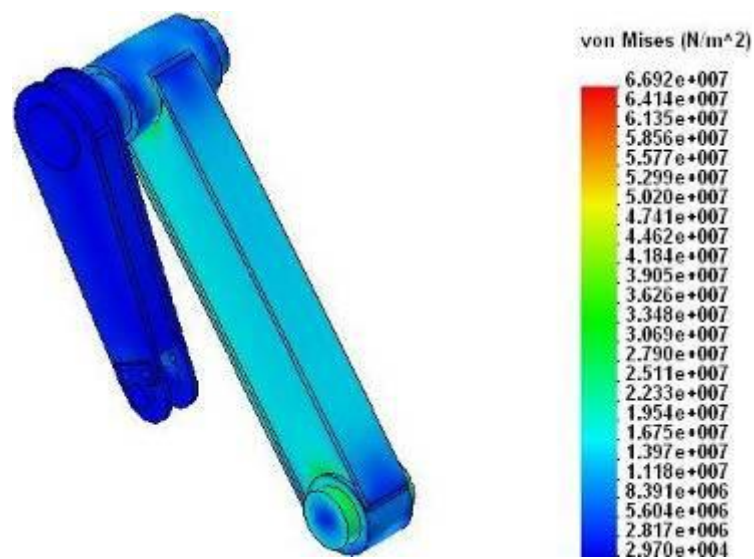


Рисунок 24 - Епюра розподілу напруг vonMises

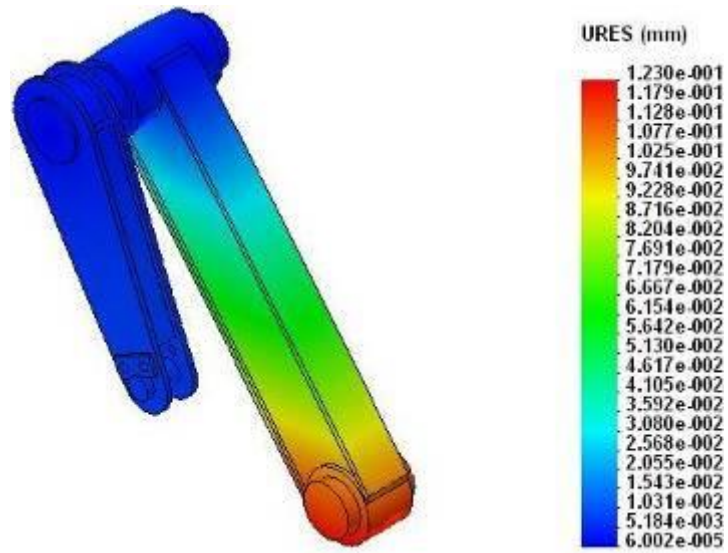


Рисунок 25 - Епюра розподілу переміщень

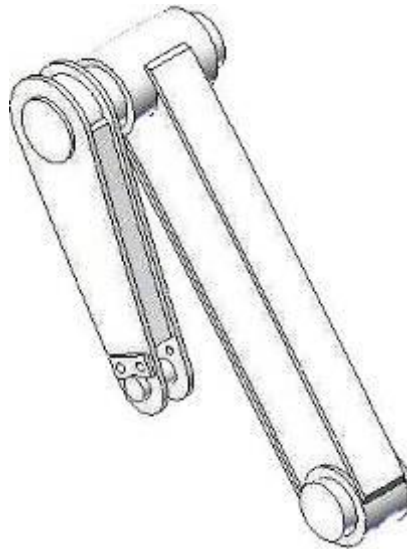


Рисунок 26 - Деформований стан моделі

(масштаб деформацій 600:1)

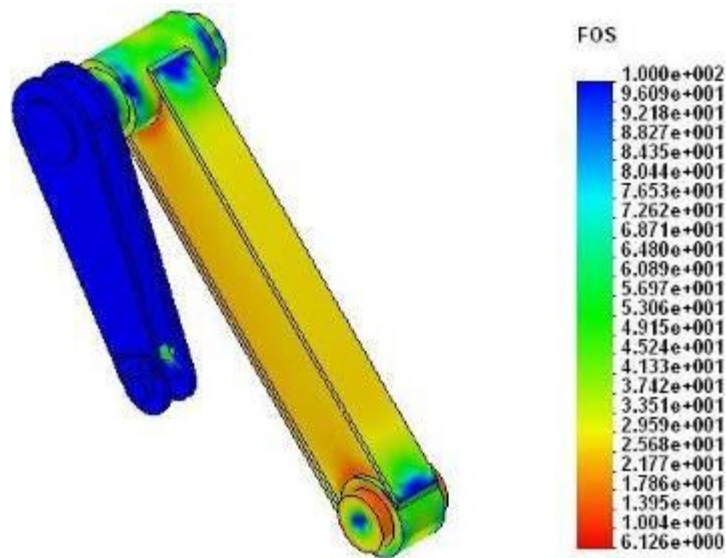


Рисунок 27 - Епюра розподілу запасу статичної міцності

2.9 Визначення навантаження на осі спорядженого напівпричепа

Метою даного розрахунку є порівняння фактичного навантаження на вісь напівпричепа з максимально допустимим за правилами безпеки вантажоперевезень по автошляхах. Згідно із цими правилами, статичне навантаження на вісь транспортного засобу не повинна перевищувати $[P_O] = 10$ кН. У іншому випадку транспортний засіб допускається експлуатувати тільки по спеціальному дозволу. Крім цього, нормується навантаження на седільно-зчепний пристрій тягача (по паспорту на тягач $[P_T] = 15$ кН). Розрахункова схема для визначення навантажень на вісь і седільно-зчепного пристрою наведена на рисунку 28.

Вихідними даними до розрахунку є: база напівпричепа (відстань від осі шворня седільно-зчепного пристрою до осевого агрегату), координата центра ваги й повна маса навантаженого напівпричепа. Розрахунковою точкою осевого агрегату прийнято вважати точку, що лежить посередині між колісними осями. Рівність навантажень на кожен вісь у складі двохосевого

агрегату досягається регулюванням балансирів відповідно до методики, викладеної в документації на осьовий агрегат.

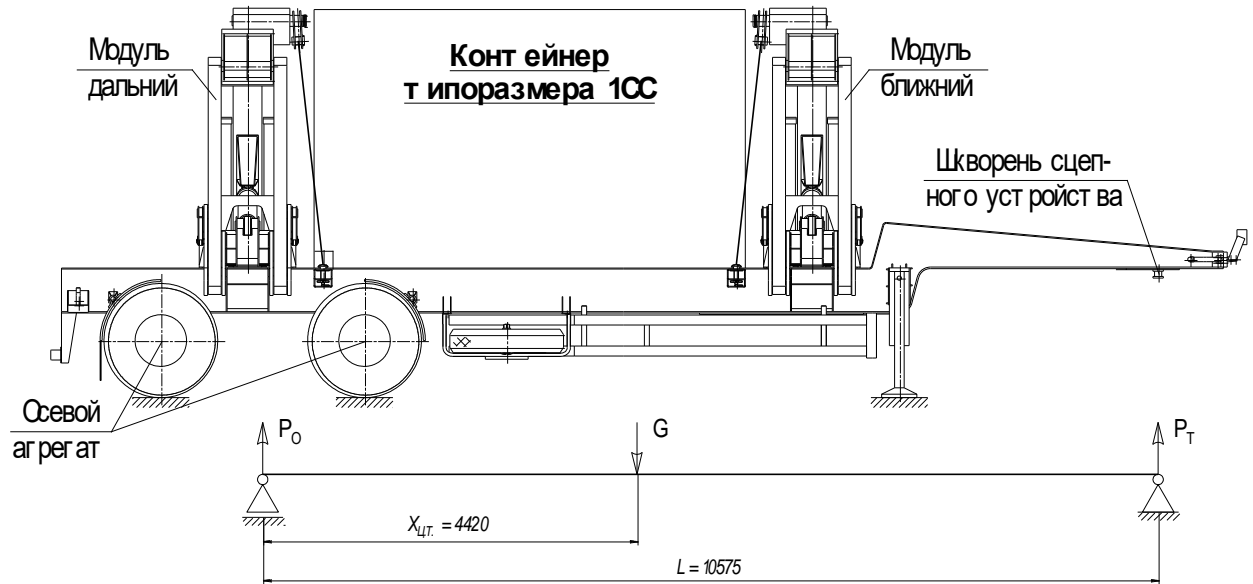


Рисунок 28 - Схема визначення навантажень на вісь

і седільно-зчепний пристрій

Складемо рівняння рівноваги моментів щодо шворня седільно-зчепного пристрою

$$P_0 \cdot L = G \cdot (L - X_{ц.т.}),$$

тоді розрахункове навантаження на осьовий агрегат визначаться з вираження

$$P_0 = \frac{G \cdot (L - X_{ц.т.})}{L} = \frac{33 \cdot (10575 - 4420)}{10575} = 19,2 \text{ тС},$$

де $G = 33 \text{ кН}$ – вага навантаженого напівпричепа з піднімальним пристроєм;

$L = 10575$ мм - база причепа;

$X_{ц.т.} = 4420$ мм – відстань від центра осьового агрегату до центра ваги напівпричепа.

Номінальне навантаження на колісну вісь двохосьового напівпричепа визначаються по формулі

$$P = 0,5 \cdot P_0 = 0,5 \cdot 19,2 = 9,6 \text{ кН}$$

Навантаження на седільно-зчепний пристрій визначимо з рівності проекцій сил на вертикальну вісь:

$$P_0 + P_T = G,$$

тоді розрахункове навантаження на седільно-зчепний пристрій визначиться з вираження

$$P_T = G - P_0 = 33 - 19,2 = 13,8 \text{ кН}$$

Перевіряємо відповідність фактичних навантажень, і допустимих, на колісну вісь і седільно-зчепного пристрою тягача

$$P_0 < [P_0]; \quad 9,6 \text{ кН} < 10 \text{ кН} \quad - \quad \text{умова виконується};$$

$$P_T < [P_T]; \quad 13,8 \text{ кН} < 15 \text{ кН} \quad - \quad \text{умова виконується}.$$

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРУ НА ТЕМУ «ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ НАПІВПРИЧЕПА-КОНТЕЙНЕРОВОЗА ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЮ 25 Т.»

3.1. Постановка оперативних цілей семінару

Оперативні цілі - це проекти чи програми, які забезпечуватимуть досягнення стратегічних цілей. Вони визначають стратегічні цілі кількісно та мають терміни виконання [2].

Формулюємо цілі до кінцевого 4 рівня, передбачаючи, що семінарське заняття надасть можливість розвинути у наших здобувачів освіти творчій підхід до вирішення професійних задач.

Цілі семінару зазначені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Цілі семінару

Дидактична мета семінару	Рівень цілі	Умови досягнення цілі	Результат у вигляді дій, які здобувачі освіти повинні продемонструвати в результаті виконання семінару	Розвиваюча мета проведення семінару.
Сформувати вміння у здобувачів освіти визначати, характеризувати, аналізувати шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т., надавати рекомендації щодо їх впровадження	I-IV рівень	Сформовані знання про особливості та роботу напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.	Сформоване вміння у здобувачів освіти визначати, характеризувати, аналізувати шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т., надавати рекомендації щодо їх впровадження	Розвивати алгоритмічну культуру здобувачів освіти як здатність діяти за заданим алгоритмом а також вміння самостійно конструювати нові алгоритми на основі аналізу й узагальнення послідовності виконуваних операцій і дій, що ведуть до шуканого результату. Розвиток комунікативних та творчих здібностей.

3.2. Вибір типу семінару і форми його проведення

У сучасній вищій школі семінар є одним з основних видів практичних занять з різних наук, тому що являє собою засіб розвитку у здобувачів освіти культури наукового мислення спілкування.

Семінари виконують багатогранну роль:

- стимулюють регулярне вивчення здобувачам освіти літератури,
- уважне ставлення до лекційного курсу;
- закріплюють знання, отримані здобувачам освіти при прослуховуванні лекції і самостійної роботи над літературою;
- розширюють коло знань завдяки виступам товаришів і викладача на занятті;
- дозволяють здобувачам освіти перевірити правильність раніше отриманих знань;
- сприяють перетворенню знань у тверді особисті переконання
- прищеплюють навички самостійного мислення, усного виступу
- привчають здобувачів освіти вільно оперувати термінологією,
- надають можливість викладачеві систематично контролювати рівень самостійної роботи здобувачів освіти [3].

Враховуючи дидактичну та розвиваючу мету було обрано семінар-диспут.

Семінар-диспут – це проміжний семінар між семінаром - бесідою і реферативним семінаром. На таких семінарах в обговоренні доповідей, крім опонентів і рецензентів, приймають участь всі бажаючі висловити свою думку здобувачі освіти. Обговорення проводиться у вигляді бесіди [3].

Обґрунтування вибору типу семінару та форми його проведення представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вибір типу семінару та форми його проведення

Тема семінару	Дисципліна, з якої проводиться семінар	Тип семінару та обґрунтування його обрання	Форма проведення семінару та обґрунтування її обрання
«Шляхи забезпечення багатфункціональності напівпричепа-контейнерового вантажопідйомності 25 т.»	"Експлуатація та ремонт(верстатів та верстатних систем, транспортних машин)"	Семінар-диспут передбачає колективне обговорення проблеми з метою встановлення шляхів її достовірного рішення. Семінар-диспут проводиться у формі діалогічного спілкування його учасників. Він передбачає високу розумову активність, прищеплює вміння вести полеміку, обговорювати проблему, захищати свої погляди і переконання, лаконічно і ясно висловлювати думки.	Форма проведення: Групова/індивідуальна. В залежності від кількості здобувачів освіти в групі ми обираємо форму проведення. Передбачаючи в нашій уявній групі кількість здобувачів буде дорівнювати 20, тому розподіляємо групу на 5 окремих підгруп по 4 особи в кожній. Робота в групах розподіляється таким чином: 1 здобувач проводить літературний аналіз з теми доповіді; 2 здобувач- готує доповідь; 3 здобувач – готує презентаційні та супровідні матеріали для представлення доповіді; 4- здобувач – виступає з доповіддю, під час виступу решта здобувачів повинна уважно слухати доповіді та доповнювати їх. Група розподіляється на підгрупи в довільному порядку або за бажаннями здобувачів. В процесі обговорення - «Круглий стіл», як форма колективної дискусії, надає максимальну можливість проводити плідні обговорення, всебічно розглядати різні питання і виробляти спільні рішення. Учасники мають певну свободу і можливість висловлювати власні судження; висловитися можна тоді, коли хочеться, а не коли підійде черга; немає суворої ієрархії, жорсткого регламенту і порядку виступів.

3.3. Визначення переліку питань для обговорення та джерел інформації при підготовці до семінару.

Перелік питань, які необхідно розглянути на семінарі наведено у таблиці

4.3.

Таблиця 3.3 – Питання для обговорення

Питання для обговорення	Джерела інформації
Які існують шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.?	1. Кашканов А.А., Ребедаило В.М. К 31 Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту: конструкція. Навчальний посібник. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 164 с. 2. Шепеленко И.Г. Основы проектирования специализированного подвижного состава.– К.: УМКВО, 1989.– 162 с 3. Автомобили: Специализированный подвижной состав: Учебное пособие / М.С. Высоцкий, А.И. Гришкевич, Л.С. Гилелес и др.; Под ред. М.С. Высоцкого, А.И. Гришкевича.– Мн.: Выш. шк., 1989.– 240с.
Чи можна ці ж самі шляхи впроваджувати і для контейнеровоза вантажопідйомністю менше або більше, ніж 25 т.?	
Які з технології та методики використовуються при визначенні шляхів забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.?	
Які необхідно надати рекомендації щодо впровадження визначених шляхів забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.?	

3.4. Проектування мотиваційних технологій навчання здобувачів освіти на семінарі.

Мотивація - це сукупність внутрішніх і зовнішніх рушійних сил, що спонукають людину діяти специфічним, цілеспрямованим чином; процес спонукування себе й інших до діяльності для досягнення цілей організації або особистих цілей. Мотивація поділяється на зовнішню та внутрішню.

Зовнішня мотивація має місце, коли ми хочемо виконати будь-яку дію чи взяти участь у заході, щоб отримати винагороду або уникнути покарання.

Внутрішня мотивація спонукає до виконання дії, тому що воно несе особисту вигоду. По суті, робота виконується заради самого себе, а не для отримання будь-якої винагороди.

Головна різниця між двома типами мотивації полягає в тому, що зовнішня перебуває за межами особистості, в той час як внутрішня виникає

зсередини.

Відповідно до етапів навчального процесу мотивація може проводитися у вступній частині, поточної та заключної частинах навчального заняття.

Вступна мотивація активізує навчальну діяльність учнів, сприяє формуванню початкового бажання освоїти навчальний матеріал, викликає інтерес до процесу навчання.

Поточна мотивація забезпечує оптимальне педагогічне спілкування в процесі навчання, сприяє формуванню стійкого інтересу до навчальної діяльності і підтримує цей інтерес на всіх етапах навчання. Для кожного з даних видів мотивації можливі різні способи її здійснення і, відповідно, різні методи і форми організації навчання.

Вступна мотивація може здійснюватися у формі бесіди, показу, демонстрації того чи іншого предмета або явища, на яке буде направлений весь процес навчання. При цьому основними методами є мотивуючий вступ і мотивуюча демонстрація.

Мотивуючий вступ проводиться у формі бесіди або розповіді. При цьому можливе застосування різних прийомів: віднесення до особистості учня, віднесення до ситуації, приголомшення, збудження інтересу, виступ з цитатою.

Вступна мотивація методом демонстрації можлива при попередньому відвідуванні підприємства, де використовується розглянута технологія та обладнання, або шляхом роботи, або шляхом демонстрації досліджуваного явища в лабораторії, на макеті.

Основними прийомами мотивації в процесі викладу нового матеріалу є: орієнтація змісту навчального матеріалу на його практичний сенс, орієнтація на конкретну професійну діяльність, демонстрація в мові практичного використання приводяться теоретичних положень.

При поточній мотивації слід враховувати, що занадто проста діяльність не викликає внутрішньої мотивації, оскільки не дозволяє реалізувати

майстерність і не надає можливість відчувати себе компетентним. Саме тому завдання на самостійну роботу повинні мати диференціацію за ступенем складності, передбачаючи доступність і посильності їх виконання.

Заключна мотивація виробляє бажання повторити, закріпити матеріал на даному етапі з можливим розумінням існуючої перспективи [2].

Для проведення даного семінару визначаємо тип, вид та методи мотивації, які наведені в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Обрання методів мотивації навчальної діяльності

Вид і методи мотивації	Вступна мотивація	Підтримуюча (поточна) мотивація
<p>Внутрішня мотивація на вступному етапі</p> <p>Зовнішня як підтримуюча</p>	<p>Найважливішим напрямком в удосконалюванні транспортного процесу при доставці багатьох вантажів є впровадження контейнерних перевезень. Застосування контейнерів різного типу дозволяє механізувати вантажно-розвантажувальні роботи, скоротити простої автомобіля під навантаженням і розвантаженням, знизити витрати на перевезення і вантажно-розвантажувальні операції, довести до мінімуму втрати вантажів по дорозі, зменшити витрати на тару і їхнє упакування. Вантажним контейнером (контейнером) називається одиниця транспортного устаткування багаторазового застосування, призначена для перевезення і тимчасового збереження вантажу без проміжних перевантажень, зручна для механізованого завантаження і вивантаження вантажів, обладнана пристосуваннями для механізованого навантаження, установки і зняття її з транспортного засобу, внутрішнім об'ємом, рівним 1 м³ і більше. Розрізняють контейнери універсальні, спеціалізовані і контейнери-платформи. Універсальні контейнери (ГОСТ 18447-79) використовуються для перевезення штучних вантажів широкої номенклатури, укрупнених вантажних одиниць і дрібноштучних вантажів. Вони забезпечують захист перевезених вантажів від атмосферних опадів. Спеціалізовані контейнери призначені для вантажів обмеженої номенклатури чи окремих видів вантажів. До них відносяться групові контейнери для групи вантажів, однорідних за фізико-хімічними властивостями і умовами перевезень (ГОСТ 19417-74); ізотермічні стінки, підлога, дах і двері яких покриті чи виготовлені з теплоізоляційного матеріалу, що обмежує теплообмін між внутрішнім простором у контейнері і навколишнім</p>	<p>Ми з вами заслухали декілька доповідей з теми семінару «Шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.». Тепер нам треба визначити, кі з них найбільш важливі і в чому буде полягати сутність їх впровадження. Отже, продовжуємо працювати та заслухаємо ще кілька доповідей. Не забувайте, що сьогодні за роботу на семінарі всі отримують бали, але їх кількість буде залежати від того, як Ви працюєте. Тож не</p>

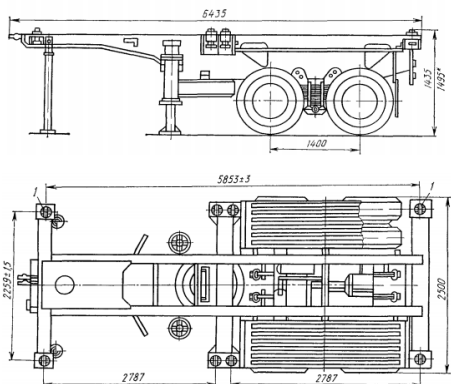
	<p>середовищем; контейнера-цистерни для перевезення рідких вантажів, газів чи сипучих вантажів; індивідуальні контейнери для окремих видів вантажів, що мають специфічні властивості; технологічні контейнери для перевезення вантажів у межах одного підприємства чи певного району між технологічно зв'язаними виробництвами чи підприємствами. Застосування напівпричепів-контейнеровозів, обладнаних піднімальними механізмами, доцільно для перевезення контейнерів на порівняно невеликі відстані [1]. Ті хто будуть активно приймати участь в обговоренні доповідей отримають додаткові бали на занятті, та певний досвід в межах даної теми. Тож розпочнімо!</p>	<p>відволікайтесь і продовжуємо!</p>
--	--	--------------------------------------

3.5. Аналіз базових умов навчання

Базовий матеріал – це всі ті відомості, що за змістом зв'язані з даною темою і знання робить новий матеріал доступним. Це початкова умова, яка необхідна для вивчення нового матеріалу. Вони відображують ті мінімальні вміння та здатності, якими повинні володіти здобувачі освіти до того, як вони почали програмне навчання.

В таблиці 4.5 наведемо аналіз базових умов навчання з теми семінару.

Таблиця 3.5. – Аналіз базового матеріалу і способи актуалізації базових знань

Перелік базових понять, законів, способів дій	Назва дисциплін і тем, в яких формуються опорні знання і дії	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій	Способи актуалізації або поповнення базових знань і способів дій
Контейнеровози-напівпричепи – будова, конструкція, призначення	"Експлуатація та ремонт(верстатів та верстатних систем, транспортних машин)"	<p>Усне фронтальне опитування, за допомогою завдання: Опишіть будову та принцип роботи напівпричепа-контейнеровоза, що представлений на малюнку</p> 	Стисле нагадування основних положень базового матеріалу. акцентування уваги на незрозумілих моментах.

3.6. Проектування основної частини реферативного семінару.

Проблема – це складне теоретичне або практичне питання, що потребує розв'язання, вивчення, дослідження. Відомо, що важливим засобом формування інтелектуально розвиненої творчої особистості є творчі задачі. Це неординарні задачі, в яких сформульовано певну вимогу, що виконується на основі знання законів, але відсутні прямі чи непрямі вказівки на ті явища, закономірностями яких слід скористатися для розв'язування цих задач.

Невідоме – це те, що повинно бути розкрито в проблемній ситуації, тобто нове засвоюване відношення, спосіб або умова дії.

Суперечність – це неузгодженість, яка існує між супідрідними поняттями. Рівні суперечності, що створюють проблему, дозволяють

відрізнити проблему і недолік знань. Суперечність наукового рівня виникає між відомим в науці і невідомим. Проблема, що виникає в наслідок недоліку в знаннях, пов'язана з суперечністю між суб'єктивним знанням і об'єктивно існуючою, але невідомою здобувачу освіти істиною.

Умовами розв'язання проблеми є, по-перше, наявність у здобувачів освіти потреби розв'язувати проблему (мотиваційна сторона проблемної ситуації), а по-друге, – можливості здобувачів освіти вирішити суперечність, їх творчі здібності і минулий досвід [2].

Формулювання проблеми, яку потрібно розв'язати на семінарі та аналіз її складу наведені в таблиці 3.6

Таблиця 3.6 – Аналіз проблеми чи творчої задачі

Проблема чи творча задача	Невідоме	Суперечність та її рівень	Умови розв'язання проблеми
Шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепи-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.	Особливості шляхів забезпечення багатофункціональності напівпричепи-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.	Недостатньо вивчені питання, що стосуються визначення шляхів забезпечення багатофункціональності напівпричепи-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.	Визначені та проаналізовані особливості шляхів забезпечення багатофункціональності напівпричепи-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.

Підтеми, що будуть розглядатися і перелік джерел інформації для підготовки наведені у таблиці 4.7

Таблиця 3.7 – Джерела інформації для підготовки до семінару

Тема семінару	Джерела інформації
Шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепи-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.	Представлені в таблиці 4.3

Далі оберемо модель групової творчої діяльності на семінарі та розробимо його сценарій.

Виходячи з переліку тем доповідей ми обираємо модель – «Мозковий штурм».

Мозковий штурм (метод мозкового штурму) — форма творчої, колективної роботи для пошуку рішень поставлених проблем. Цей метод широко застосовується в різних сферах діяльності. За назвою «мозковий штурм» поєднують варіанти колективної роботи в ході якої створюються нові ідеї або просто зіставляються відомі факти.

Часто зустрічаються ситуації, для яких застосовується метод мозкового штурму - це генерування різних ідей у короткий відрізок часу, розробка нестандартних ідей, знаходження рішень у ситуації, коли рішення не може бути отримано логічним шляхом, систематизація інформації, коли вона безладна й розподілена між декількома джерелами, об'єднання й зімкнення команди учасників мозкового штурму.

Обов'язковими умовами проведення "мозкового штурму" є створення сприятливих умов для подолання психологічної інерції і побоювань висловлювати безглузді ідеї через їх критику, залучення в групу фахівців різного профілю, стимулювання їх до творчої роботи.

Найбільше ефективно мозковий штурм працює саме в групах, при колективній роботі, тому що в цьому випадку проявляється ефект взаємодії учасників групи. Розмір групи має значення, тому що якщо група буде занадто мала, то деякі взаємодії можуть бути загублені. Якщо група буде занадто велика, то це може привести до хаосу.

Мозковий штурм володіє рядом переваг у порівнянні з іншими методами колективної роботи. Зокрема, для створення нових ідей не потрібно залучати висококваліфікованих фахівців або експертів, метод є простим для розуміння й не вимагає спеціальної підготовки учасників, дозволяє швидко «згенерувати» нові ідеї, надає можливості для участі в рішенні проблем фахівцям різних областей діяльності [5].

Тож для проведення цього семінару-диспуту була обрана модель

групової творчої діяльності на семінарі «мозковий штурм». Розроблений сценарій наведений у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Сценарій проведення «мозкового штурму» семінару-диспуту

Етап проведення семінару	Дії викладача	Дії здобувачів освіти
1	2	3
Організація початку заняття	Вступне слово викладача, перевірка готовності здобувачів освіти до заняття. «Доброго дня, передайте мені будь-ласка журнал, та розпочнемо заняття»	Здобувачі освіти готуються до заняття, слухають уважно викладача
Виступ з доповідями	«Наш семінар буде проведений у формі «мозкового штурму», тема записана на дошці: «Шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепи-контейнерового вантажопідйомністю 25 т.». Сьогодні у нас на обговорення висувуються 4 питання, ми заслухаємо невеликі доповіді з цих тем, які були Вами підготовлені заздалегідь і потім приступимо до обговорення кожної теми окремо»	Виступають з доповідями, слухають доповідача
Формулювання умов задачі у загальних рисах та розподіл ролей.	Для етапу обговорення прошу Вас самостійно розділитися на дві групи «генераторів ідей» (розподіляємо групу шляхом випадкового витягування карток з кольором команди). Оберіть у кожній групі ведучого – йому потрібно буде записувати усі висловлені ідеї. За 30 хв. групи висловлюватимуть ідеї з приводу питань, що винесені на обговорення. Обговорення повинно носити тільки конструктивний характер і ніякої критики та обговорень. Регламент на кожну ідею відводиться в межах двох хвилин, доказів не вимагається. Всі ідеї фіксуються	Здобувачі освіти слухають умови проведення «мозкового штурму», розділяються на групи
Генерація ідей	Викладач підтримує психологічно комфортне оточення під час мозкового штурму. Слідкує за строгим дотриманням правила «ніякої критики», а також попередження ситуацій, що перешкоджають висловленню ідей.	Групи «генераторів ідей» за відведений час висуває максимальне число гіпотез, ведучий – записує їх.

Продовження табл. 3.8

1	2	3
	Стежити, щоб всі учасники груп ввімкнулися в «мозковий штурм».	Групи використовують запропоновані способи генерації ідей для створення нових ідей.
Аналіз	«30 хвилин вийшло, прошу закінчити обговорення та по черзі зачитати ведучих кожної групи записані ідеї». Після завершення «генерування» ідей проводиться обговорення рішень, для того щоб відібрати кращі. Ці ідеї необхідно проаналізувати, з огляду на можливі обмеження, наприклад, такі як час і вартість.	Ведучі по черзі зачитують записані ідеї. Приймають участь у обговорення рішень, для того щоб відібрати кращі, аналізують
Підсумок	«Тепер прошу вас, нехай кожен з учасників відбере мінімум п'ять найбільш значущих, на його думку ідей та оцінить їх по 10-бальній шкалі. Це дасть можливість знаходження того самого рішення, яке стане остаточним»	Кожен з учасників відбирає мінімум п'ять найбільш значущих, на його думку рішень, оцінюють.
Оцінка роботи здобувачів освіти та підведення підсумків семінару	Ми прослухали всі доповіді, які були на сьогодні підготовлені. Всі дуже гарно підготувалися та виступили, та отримують добрі оцінки, здобувачі освіти які приймали участь в обговоренні також отримують додаткові бали.	Слухають уважно викладача, сприймають інформацію, аналізують свою роботу на занятті

Висновки розділу 3

В даному розділі було розроблено методичні вказівки до проведення семінару на тему «Шляхи забезпечення багатofункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т.» для здобувачів освіти спеціальності «Професійна освіта. Транспорт». Ці методичні вказівки допоможуть оволодіти знаннями, уміннями та навичками з даної теми. Були сформульовані оперативні цілі семінару, обраний тип та форма проведення семінару, визначений перелік питань для обговорення, сформульована мотивація для зацікавленості здобувачів освіти у вивченні теми, проаналізовані базові умови навчання з теми, обрані та проаналізовані джерела інформації для підготовки до семінару, описані критерії оцінювання доповідей здобувачів освіти на семінарі та розроблений сценарій проведення семінарського заняття з теми.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основною метою магістерського дипломного проекту було визначити, описати, теоретично обґрунтувати та проаналізувати процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі, розробити методичні вказівки до проведення семінару з теми «Шляхи забезпечення багатофункціональності напівпричепа-контейнеровоза вантажопідйомністю 25 т».

Проведена оптимізація металоконструкції вантажопідйомного пристрою для напівпричепа-контейнеровоза з метою зниження вартості його модернізації.

Для досягнення поставленої задачі були виконані наступні етапи:

- визначення статичних навантажень, що діють на ланки механізму;
- розробка попереднього опису базових розрахункових моделей; обґрунтування спрощень і допущень; вибір режимів розрахункових навантажень і граничних умов;
- побудова розрахункових твердотільних моделей вузлів з урахуванням спрощень і допущень;
- вибір й обґрунтування параметрів сітки кінцевих елементів, настроювання параметрів програми-розраховувача;
- оптимізація вихідних розрахункових моделей, визначення потенційно небезпечних місць конструкції й місць із надлишковим об'ємом матеріалу, розробка рекомендацій з використання результатів розрахунку;
- узагальнення результатів попередніх етапів роботи; перевірка вантажопідйомного пристрою на відповідність вимогам норм і правил.

У процесі інженерних розрахунків визначалися ряд показників, у числі яких товщини базових деталей металоконструкції й механічних властивостей матеріалів. Основним обмеженням конструкторського характеру було навантаження на колісну вісь, що відповідно до правил безпеки

вантажоперевезень по автошляхах обмежується значенням 10 т.

Порівняльний аналіз часних варіантів конструкції вантажопідйомного пристрою дозволив визначити, що загальна маса двох модулів пристрою, основним матеріалом металоконструкції яких є сталь Ст3пс складе 6550 кг (навантаження на вісь 11,4 кН); сталь 09М2С - 5680 кг (навантаження на вісь 10,2 кН); сталь 10ХСНД - 4780 кг (навантаження на вісь 9,6 кН). Очевидно, що використання в якості конструкційного матеріалу сталей Ст3пс й 09М2С при збереженні числа осей базової моделі напівпричепа неможливо через перевищення припустимого навантаження на вісь.

За результатами техніко-економічного аналізу варіантів конструкції вантажопідйомного пристрою до напівпричепа-контейнеровоза, можна зробити однозначний вибір на користь першого варіанта (металоконструкція зі сталі 10ХСНД; кількість колісних осей - дві).

У висновку відзначимо, що зроблені при аналізі техніко-економічних показників висновки не суперечать загальній тенденції в сучасному машинобудуванні - застосуванню якісних конструкційних матеріалів замість менш міцних сталей з метою зниження металоємності.

Обраний у результаті порівняльного аналізу варіант конструкції відрізняється меншою металоємністю, трудомісткістю й вартістю, а також підвищеною надійністю за рахунок меншого числа колісних осей шасі напівпричепа.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головенкін В. П. Інженерна педагогіка [Електронний ресурс] : підруч. / В. П. Головенкін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. Режим доступу: http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna_pedagogika.pdf
2. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: дидактичне проектування: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 204 с.
3. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: основні технології навчання: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 174 с.
4. Лебедик Л.В., Стрельніков В.Ю., Стрельніков М.В. Сучасні технології навчання і методики викладання дисциплін: Навчально-методичний посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладів середньої, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти / Л. В. Лебедик, В. Ю. Стрельніков, М. В. Стрельніков. – Полтава : АСМІ, 2020. – 303 с.
5. Методика професійної освіти : навч. посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта» галузі знань 01 «Освіта / Педагогіка» / Д. О. Чернишев, К. І. Почка, Г. Л. Корчова, Ю. С. Красильник, М. В. Руденко. – Київ : Компринт, 2024. – 224 с.
6. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для здобувачів освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізацією) / Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: О. Е. Коваленко, Н. О. Брюханова, Н.В. Божко, Н.В. Корольова – Харків: УПА, 2024. – 82 с.
7. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» першого (бакалаврського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

8. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» другого (магістерського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

9. Семенова А.В. Професійна педагогіка: Підручник. / Авт. : О.В. Грабовський, Л.В. Коломієць, О.С. Савельєва, А.В. Семенова, В.Ф. Яні; за заг. ред. А.В. Семенової. – Одеса: Бондаренко М.О., 2020. – 575 с.

10. Сайт дистанційної освіти Університету – Режим доступу: <https://moodle.karazin.ua>

11. EdEra – студія онлайн-освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ed-era.com/>

12. Український освітній онлайн-портал для вчителів «На Урок» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/>

13. «Освіторія Медіа» – онлайн медія про освіта та виховання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/>

14. Освіта.UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua>

15. Всеосвіта – освітня платформа для професійного зростання педагогічних працівників та підвищення їх педагогічної майстерності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/>

16. Козуб Ю.Г., Маслійов С.В. Підйомно-транспортні машини: Підручник / Ю.Г. Козуб, С.В. Маслійов – Старобільськ:вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2018. – 277с.

17. Іванченко Ф.К. Підйомно – транспортні машини: Підручник. – К.: Вища школа, 1993 – 413 с.