

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАНІПУЛЯТОРА ДЛЯ  
СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО АВТОМОБІЛЯ

Виконав: студент II курсу групи Ат-23сп

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Костянтин КОРОСТЕНСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник: Дмитро РУБАН

(ім'я та прізвище)

ДУБЛЯНИ 2023





Коростенський К. М. Удосконалення конструкції маніпулятора для спеціалізованого автомобіля. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування. 2023. 53 с.

Табл. 8; рис. 15; бібліогр. джерел 19.

У кваліфікаційній роботі здійснено обґрунтування необхідності розробки гідравлічного консольного маніпулятора універсальної технологічної машини.

На основі аналізу існуючих конструкцій гідравлічного консольного маніпулятора універсальної технологічної машини, нами була вибрана оптимальна гідравлічна схема.

Розглянута технологія використання гідравлічних консольних маніпуляторів, встановлених на мобільних машинах з можливістю використання на міжцехових ділянках підприємств.

Проведено дослідження стійкості з врахуванням пружності ресор універсальної технологічної машини. Проаналізовано можливий вплив зміщення ребер перекидання автомобільного крана-маніпулятора, що виникає через стиснення пружних елементів підвіски базового шасі при підйомі вантажу.

Здійснено розрахунок економічної ефективності маніпулятора для універсальної технологічної машини, а також економічний аналіз конкурентоздатності маніпулятора для універсальної технологічної машини

Проведено обґрунтування травмонебезпечних ситуацій під час виконання навантажувальних операцій. Здійснено розрахунок штучного освітлення ділянки технологічної лінії щоденного обслуговування автомобілів

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1	
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1. Обґрунтування необхідності розробки гідравлічного консольного маніпулятора універсальної технологічної машини	7
1.2. Опис прийнятої конструкції консольного маніпулятора .....	9
1.3. Розрахунок консольного маніпулятора .....	10
1.3.1. Вихідні дані.....	10
1.3.2. Вибір гідравлічної схеми.....	10
1.3.3. Розрахунок рами стріли.....	13
1.4. Висновки до розділу .....	18
РОЗДІЛ 2	
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	19
2.1. Технологічна карта на навантажувально-розвантажувальних робіт з використанням кранів-маніпуляторів .....	19
2.2. Сфера застосування .....	19
2.3. Організація і технологія виконання робіт .....	20
РОЗДІЛ 3	
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МАШИНИ З КРАНОМ-МАНІПУЛЯТОРОМ	24
3.1. Дослідження стійкості універсальної технологічної машини з краном-маніпулятором	24
3.2. Висновок до розділу.....	29
РОЗДІЛ 4	
ОХОРОНА ПРАЦІ .....	30
4.1. Шкідливі та небезпечні фактори, які виникають під час експлуатації .....	30
4.2. Обґрунтування травмонебезпечних ситуацій під час виконання навантажувальних операцій.....	31
4.3. Розрахунок штучного освітлення ділянки технологічної лінії щоденного обслуговування автомобілів.....	33
4.4. Пожежна безпека .....	34
4.5. Використання маніпуляторів, як напрямок підвищення рівня безпеки праці .....	38
Висновки до розділу.....	39
РОЗДІЛ 5	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	40
5.1. Оцінка економічної ефективності маніпулятора для універсальної технологічної машини .....	40
5.2. Економічний аналіз конкурентоздатності маніпулятора для універсальної технологічної машини.....	49
5.3. Висновок до розділу.....	
ВИСНОВКИ.....	50
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....	52

## ВСТУП

Транспортування вантажів на міжцехових ділянках підприємств є важливою складовою технологічного процесу виготовлення кінцевих виробів. Важливо при цьому також враховувати універсальність транспортувальних засобів, оскільки вузька спеціалізація значно підвищить собівартість кінцевого продукту.

При цьому велике значення має правильна розробка систем машин і механізмів міжгалузевого характеру і реалізація програм їх створення, тобто машин, призначених забезпечувати потреби кількох незалежних технологічних процесів виготовлення продукції на підприємствах. Використання гідравлічного консольного крана-маніпулятора, встановленого на машині, дозволить розширити межі використання машини, зробити її незалежною від стаціонарних навантажувально-розвантажувальних механізмів, перевантажувальних баз. Це також зменшить час розвантажувально-навантажувальних робіт.

Надзвичайна різноматність задач, які вирішуються за допомогою машин загального призначення і необхідність спеціалізації конструкції кожної машини для виконання тої чи іншої функції або технологічної операції суперечить принципу скорочення, бо збільшення номенклатури машин суттєво ускладнює системи підтримки їх надійності в експлуатації, продовжує виробництво, експлуатацію і ремонт, приводить до неоправданого підвищення випуску запасних частин. Спостерігається тенденція до використання допоміжних навантажувально-розвантажувальних пристроїв, що дозволяє використовувати машини загального призначення в найрізноманітніших робочих циклах. [1]

Розгляд же їх в тісній зв'язці з цільовими потребами відповідних галузей економіки допомагає краще зрозуміти, чому так, чи інакше формувався даний тип машин, який сприяє більш повному розкриттю їх можливості для виконання багатофункціональних задач в галузях промисловості.

## РОЗДІЛ 1

### ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 1.1 Обґрунтування необхідності розробки гідравлічного консольного маніпулятора універсальної технологічної машини

Транспортування вантажів на міжцехових ділянках підприємств легкої промисловості є важливою складовою технологічного процесу виготовлення кінцевих виробів. Важливо при цьому також враховувати універсальність транспортувальних засобів, оскільки вузька спеціалізація значно підвищить собівартість кінцевого продукту. [13] Використання гідравлічного консольного крана-маніпулятора, встановленого на машині, дозволить розширити межі використання машини, зробити її незалежною від стаціонарних навантажувально-розвантажувальних механізмів, перевантажувальних баз. Це також зменшить час розвантажувально-навантажувальних робіт.

В останні роки спостерігається тенденція створення нових зразків машин загального призначення з навантажувально-розвантажувальним обладнанням різної вантажності і цільового призначення. Створення таких автомобілів йде по двох напрямках. По-перше, розробка конструкцій автомобілів загального призначення з навантажувально-розвантажувальним обладнанням на базі серійних легкових автомобілів, які вже випускаються. Це дозволяє при менших затратах випускати автомобілі зі значно покращеними характеристиками на діючих заводах. Створюються автомобілі по принципу уніфікованих сімейств. По-друге, створюються конструкції принципово нових машин, максимально пристосованих до конкретних технологічних процесів. Питома вага таких машин серед автомобілів загального призначення з навантажувально-розвантажувальним обладнанням відносно невелика. Тим не менше, другий напрямок в розвитку вважається перспективним.

Розробка автомобілів по першому принципу сприяє збільшенню потужності автомобільної промисловості і більш повному задоволенню потреб народного господарства в автотранспортних засобах різноманітного типу призначення. Наглядним прикладом раціональної розробки є конструкція автомобілів з гідравлічними кранами в складі уніфікованих сімейств автомобілів ГАЗ, ЗиЛ і КраЗ. Вдалим рішенням уніфікації автомобілів слід рахувати також розробку в Німеччині автомобілів “Мерседес” і нових вантажних автомобілів фірми “Ман” вантажопідйомністю 3; 5; 7; 10 т. В Скандінавії таким же шляхом пішли Scania і Volvo.[3]

По другому принципу створення транспортно-тягових машин пішли ряд фірм США. Створення таких сімейств має великі переваги, особливо в частині перекриття необхідного діапазону і створені вони головним чином для військових цілей та лісного господарства. Це ціла гама створених військових автомобілів ХМ 453 ЕЗ, Ford ХМ 656.

Машини без допоміжного навантажувально-розвантажувального обладнання гублять ефективність використання, оскільки вони будуть довгий час простоювати під навантаженням чи розвантаженням, зростає залежність від спеціальних перевалочних баз і обладнання. Використання ж гідравлічного крана на автомобілі дозволить більш продуктивно їх використовувати, особливо при доставці товарів в мережі магазинів, гуртовень, складів.

Виробництво такої металомісткої та дорогої техніки в країні, враховуючи її матеріальні та технічні можливості, завдання цілком виправдане і реальне. Так, тут є необхідні матеріали (чавун, прокат, спецпрокат), досвід виробництва машин, гідроапаратури, гідромеханічних, механічних і гідрооб’ємних передач крана, двигунів.[4]

Розробка гідравлічного крана для автомобіля загального призначення вирішує актуальність вище викладених проблем і повністю відповідає вимогам часу.



## 1.2 Опис прийнятої конструкції консольного маніпулятора

Проектований консольний маніпулятор встановлюватиметься на автомашинах вантажністю 3 – 5 тон між кабіною і кузовом машини. Він призначений для розвантаження і навантаження штучних вантажів масою 500 кг на вильоті стріли 3600 мм і 630 кг на вильоті 2750 мм на платформу автомобіля крана або поряд з ним, транспортування вантажу і подальше його розвантаження і встановлення у штабель, а також для інших навантажувально-розвантажувальних робіт. Консольний маніпулятор може експлуатуватися при температурі оточуючого середовища від  $-40$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ , відносній вологості до 80% при  $20^{\circ}\text{C}$ . Допускається робота маніпулятора з 10% перенавантаженням.

При визначенні допустимих напружень в деталях маніпулятора і режимів навантаження доцільно використовувати експериментальні дані, накопиченні при заводських і міжвідомчих випробуваннях інших кранів подібної конструкції. Маніпулятор складається з трьох частин: 1 - стріли; 2 - колони; 3 - рами з аутрігерами.

Максимальний виліт на гаку, коли стріла знаходиться в горизонтальному положенні  $L = 5000$  мм. Номінальна вантажність при максимальному вильоті  $P_n = 550$  кг.

Стріла консольного маніпулятора – цільнозварна, складається із ланки прямокутного П-подібного профіля, ланки прямокутного закритого профіля, труби з крюком і гідроциліндра складання стріли. Переміщення труби з гаком в напрямних втулках верхньої ланки стріли здійснюється гідроциліндром.

Для забезпечення поперечної стійкості консольного маніпулятора і зменшення навантаження на ходову частину базового автомобіля при роботі стрілою до рами автокрана з двох сторін прикріплені виносні опори у вигляді гідроциліндрів поршневого типу двосторонньої дії з індивідуальним управлінням. [5]

Механізм повороту автокранів – рейкового типу.

Управління робочими органами консольного маніпулятора здійснюється вручну з допомогою гідророзподільвачів золотникового типу.

### 1.3 Розрахунок консольного маніпулятора

#### 1.3.1 Вихідні дані

При розрахунку на міцність враховується коефіцієнт перенавантаження  $K_n = 1,1$ . Коефіцієнт динамічності приймається рівним  $K_g = 1,3$ . Швидкість повороту крана  $3^0 + 1^0$  в секунду.

$$\text{Максимальна швидкість повороту } \omega = 11 \frac{\text{град}}{\text{сек}} = \frac{\pi \cdot 11^0}{180} \approx 0,19 \text{сек.}$$

При розрахунку консольного маніпулятора розглядаються наступні випадки:

Розрахунковий випадок А – нормальні навантаження робочого стану, а саме :

1. Власна вага конструкції  $Q$ . 2. Номінальна вага вантажу  $P_H$ . 3. Тиск масла при нормальних умовах роботи. 4. Інерційні навантаження, які виникають в процесі пуску і гальмування в нормальних умовах роботи. 5. Вітрове навантаження. 6. Навантаження при роботі на схилах.

Розрахунковий випадок Б – навантаження робочого стану з врахуванням динаміки при повороті, коли поршень циліндра повороту доходить до механічного упору, а саме:

1. Власна вага конструкції  $Q$ . 2. Номінальна вага вантажу  $P_H$ . 3. Вітрове навантаження. 4. Навантаження при роботі на схилах. 5. Інерційні навантаження, які виникають при зупинці обертового крана. 6. Максимальний тиск масла  $P_{max}$ , який виникає в даному випадку.

#### 1.3.2 Вибір гідравлічної схеми

Гідравлічний привід призначений для живлення гідроциліндрів та гідромоторів консольного маніпулятора, які встановлюються в механізмах підйому, нахилу і повороту.

Основними вузлами і елементами гідравлічного приводу є гідравлічні насоси, гідророзподільвачі з редуційними клапанами, силові гідроциліндри і гідромотор, дросельні клапани, бак для робочої рідини і трубопроводи.

Гідравлічна схема консольного маніпулятора (рис. 1.1) містить два насоси: НШ-32 який живить систему маніпулятора і гідроциліндів робочого обладнання. Робочий тиск в гідросистемі 12 МПа. Гідросистема складається з бака з двома внутрішніми перегородками і двома внутрішніми фільтрами: грубої очистки, встановленому і горловині, і тонкої очистки, розміщеному на виході зливної магістралі. [6]

Робоча рідина від гідронасоса НШ-32 надходить до трьох позиційних гідророзподільвачів Р1 і Р2, які з'єднані послідовно з метою керування запобіжними і перепускними клапанами. В нейтральному положенні робоча рідина по трубопроводу подається в порожнину перепускного клапана розподільвача. Відкриває його і через зливний фільтр попадає в бак. При керуванні золотниками гідророзподільвача Р1 робоча рідина надходить у відповідні порожнини гідроциліндрів, і при цьому піднімаються або опускаються виносні опори. Щоб при роботі маніпулятора виносні опори не піднімалися, а залишалися в заданому положенні. В днищах гідроциліндрів є гідрозамки, які закривають вихід робочої рідини з поршневої порожнини. При керуванні золотником робоча рідина подається у гідромотор повороту маніпулятора.

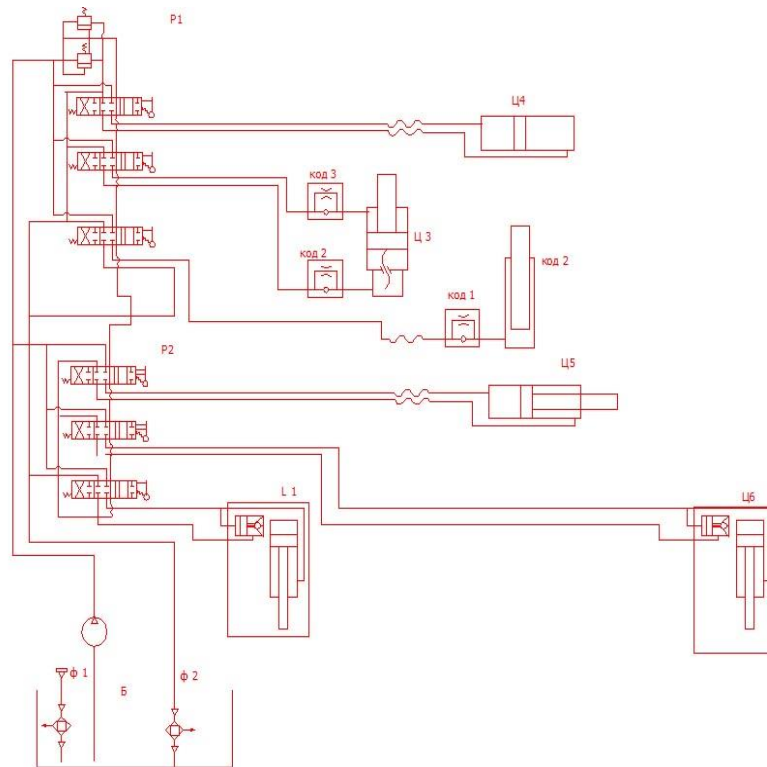


Рисунок 1.1 – Гідравлічна схема консольного маніпулятора

Підймання стріли здійснюється при роботі гідроциліндра плунжерного типу, який керується золотником. Опускання відбувається під дією ваги плунжера і вантажу. Верхня ланка стріли складається при роботі гідроциліндра, який керується золотником.

Для запобігання перевантажень у гідросистемі встановлено запобіжний клапан, який відрегульовано на тиск 9 МПа. Запобіжний клапан слугує також обмежувачем вантажності маніпулятора.

Привід гідронасосів здійснюється через коробки відбору потужності. При ручному керуванні дросельною заслінкою карбюратора змінюється частота обертання колінчастого вала двигуна базового автомобіля, тому змінюється продуктивність насоса, і, як наслідок, швидкість підйому вантажу.

Вибір робочої рідини для гідросистеми залежить від температурних умов його експлуатації.

### 1.3.3 Розрахунок рами стріли

В конструкції рами стріли використовують лист із сталі з товщиною 4 мм. Необхідно визначити геометричні характеристики для небезпечних січень.

Січення I – I

Січення I – I зображено на рис. 1.2 Воно складається із трьох частин однакової товщини, рівної 4 мм. При розрахунку криволінійні ділянки вважаємо прямокутними і розбиваємо січення на три групи прямокутників.

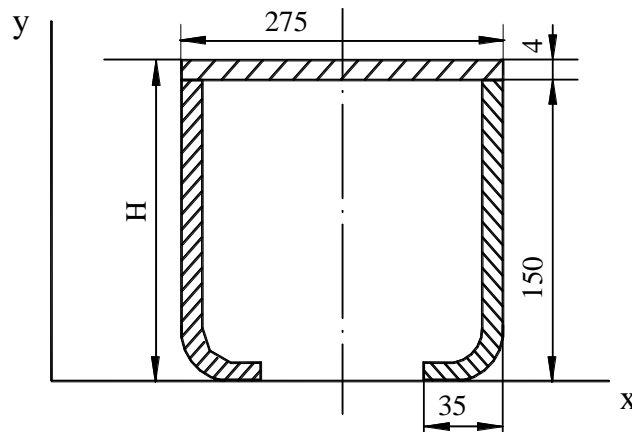


Рисунок 1.2 – Січення I – I

Площа січення рівна:

$$S = 0,4 (27,5 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 3,5) = 2,58 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Знаходимо ординату  $Y_0$  центру мас січення:

$$\begin{aligned} Y_0 &= \frac{27,5 \cdot 0,4 \cdot 15,6 + 2 \cdot 15 \cdot 0,4 \cdot 7,9 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,4 \cdot 0,2}{27,5 \cdot 0,4 + 2 \cdot 15 \cdot 0,4 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,4} = \\ &= \frac{171,6 + 94,8 + 0,56}{11 + 12 + 2,8} = 1,03 \cdot 10^{-1} \text{ м}; \end{aligned}$$

$$H - Y_0 = 5,45 \text{ см} = 0,0545 \text{ м}. \quad (2.1)$$

Знаходимо момент інерції відносно нейтральної осі:

$$\begin{aligned} S &= \frac{27,5 \cdot 0,43}{12} + 11 \cdot 5,25^2 + 2 \cdot \frac{0,4 \cdot 15^3}{12} + 12 \cdot 2,45^2 + 2 \cdot \frac{3,5 \cdot 0,4^3}{12} + 2 \cdot 10,15^2 = \\ &= \frac{27,5 \cdot 0,064}{12} + 11 \cdot 27,56 + 2 \cdot \frac{0,4 \cdot 3375}{12} + 12 \cdot 6,003 + \frac{3,5 \cdot 0,064}{12} + 2,8 \cdot 103 = 888 \text{ см}^4 = 8,88 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \end{aligned}$$

Момент опору січення згину рівний:

$$W^u = \frac{S}{Y_{\max}} = \frac{888}{10,35} = 85,9 \text{ см}^3 = 8,59 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3; \quad (2.2)$$

$$W^e = \frac{I}{H - Y_0} = \frac{888}{5,45} = 163 \text{ см}^3 = 1,63 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3, \quad (2.3)$$

де  $W^u$  і  $W^e$  - відповідно моменти опору січення у відношенні до нижніх і верхніх волокон.

Січення II – II.

Січення II – II, у якого всі частини мають товщину 4 мм, зображено на рис. 1.3. Визначаємо  $Y_0, I_1, W$ , як і для січення I – I.

$$S = 0,4(32 + 2 \cdot 27 + 2 \cdot 3,5) = 37,2 \text{ см}^2 = 3,72 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

$$Y_0 = \frac{32 \cdot 0,4 \cdot 27,6 + 2 \cdot 27 \cdot 0,4 \cdot 13,9 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,4 \cdot 13,9 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,4 \cdot 0,2}{32 \cdot 0,4 + 2 \cdot 27 \cdot 0,4 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,4}$$

$$= \frac{353,5 + 300 + 0,56}{12,8 + 21,6 + 2,8} = 17,6 \text{ см} = 0,176 \text{ м}$$

$$H - Y_0 = 10,2 \text{ см} = 0,102 \text{ м}$$

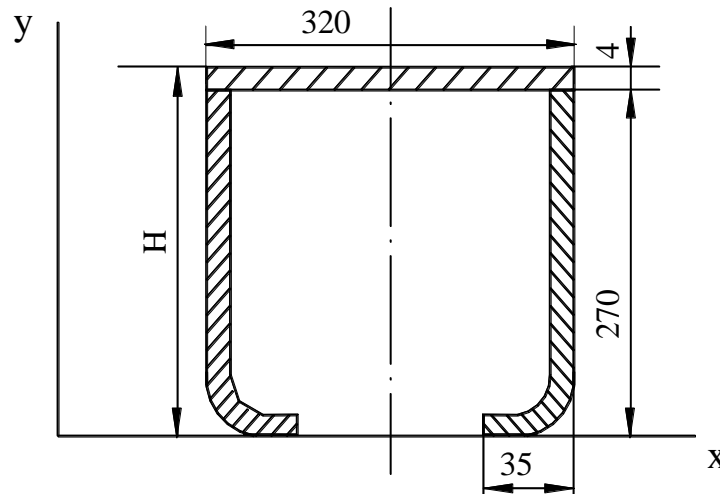


Рисунок 1.4 – Січення II – II

$$S = \frac{32 \cdot 0,4^3}{12} + 12,8 \cdot 10^2 + 2 \frac{0,4 \cdot 27^3}{12} + 21,6 \cdot 3,7^2 + 2 \cdot \frac{3,5 \cdot 0,4^3}{12} + 2,8 \cdot 17,4^2 = \frac{32 \cdot 0,064}{12} + 12,8 \cdot 100 + 2 \frac{0,4 \cdot 19680}{12} + 21,6 \cdot 13,69 = 2 \frac{3,5 \cdot 0,064}{12} + 2,8 \cdot 302,8 = 3734 \text{ см}^4 = 3,734 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$$

$$W^u = \frac{S}{Y_{\max}} = \frac{3734}{17,6} = 212 \text{ см}^3 = 2,12 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$W^e = \frac{I}{H - Y_0} = \frac{3734}{10,2} = 366 \text{ см}^3 = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Січення III – III

Січення III – III зображено на рис. 1.5 і воно складається із чотирьох частин товщиною в 4 мм кожна. При розрахунку криволінійні ділянки вважаємо прямокутними.

$$y_0 = \frac{34 \cdot 0,4 \cdot 34,1 + 2 \cdot 33,5 \cdot 0,4 \cdot 17,15 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,4 \cdot 0,2 + 2 \cdot 9 \cdot 0,4 \cdot 0,6}{34 \cdot 0,4 + 2 \cdot 33,5 \cdot 0,4 + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,4 + 2 \cdot 9 \cdot 0,4} = \frac{464 + 460 + 0,56 + 4,32}{13,6 + 26,8 + 2,8 + 7,2} = 18,45 \text{ см}$$

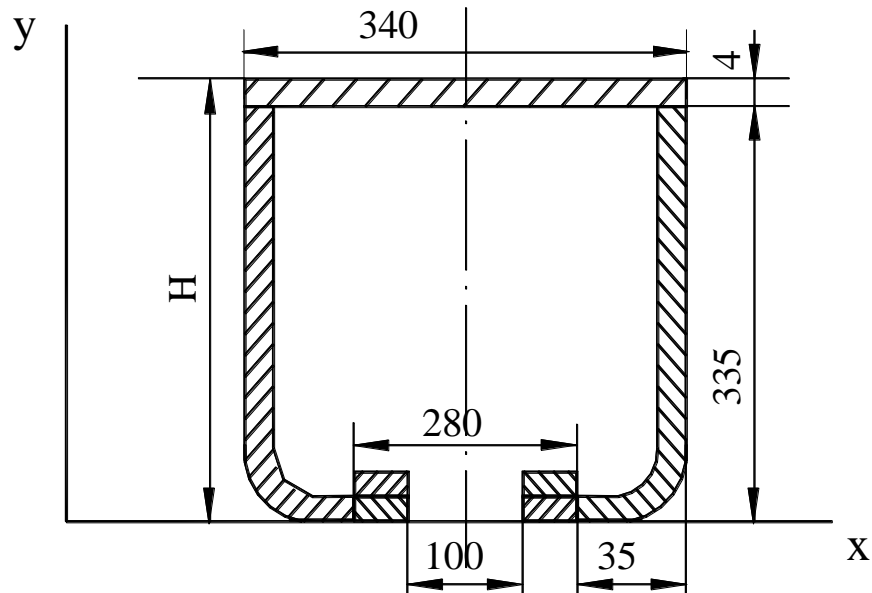


Рисунок 1.5 – Січення III – III

$$\begin{aligned} S &= \frac{34 \cdot 0,4^3}{12} + 13,6 \cdot 15,65^2 + 2 \frac{0,4 \cdot 33,5^3}{12} + 26,8 \cdot 1,3^2 + 2 \frac{3,5 \cdot 0,4^3}{12} + 2,8 \cdot 18,25^2 + 2 \frac{9 \cdot 0,4^3}{12} + 7,2 \cdot 17,85^2 = \\ &= \frac{34 \cdot 0,064}{12} + 13,6 \cdot 244,9 + 2 \frac{0,4 \cdot 37600}{12} + 26,8 \cdot 1,69 + 2 \frac{35 \cdot 0,064}{12} + 2,8 \cdot 333 + 2 \frac{9 \cdot 0,064}{12} + 7,2 \cdot 318,8 = \\ &= 9108 \text{ см}^4 = 9,108 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4 \end{aligned}$$

$$W = \frac{S}{y_{\max}} = \frac{9108}{18,45} = 493 \text{ см}^3 = 4,93 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$$

#### Січення IV – IV

Січення IV - IV, в якого всі частини мають товщину 4 мм, зображено на рис. 1.6. Визначення  $S$ ,  $y_0$ ,  $S$ ,  $W$  проводим як і для попередньо розглянутих січень.

$$S = 0,4(38 + 2 \cdot 22 + 2 \cdot 2) = 34,4 \text{ см}^2 = 3,44 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$y_0 = \frac{38 \cdot 0,4 \cdot 22,6 + 2 \cdot 22 \cdot 0,4 \cdot 11,4 + 2 \cdot 2 \cdot 0,4 \cdot 0,2}{38 \cdot 0,4 + 2 \cdot 22 \cdot 0,4 + 2 \cdot 2 \cdot 0,4} = \frac{344 + 200,5 + 0,32}{15,2 + 17,6 + 1,6} = 15,85$$

$$S = \frac{38 \cdot 0,4^3}{12} + 15,2 \cdot 6,75^2 + 2 \frac{0,4 \cdot 22^3}{12} + 17,6 \cdot 4,45^2 + 2 \frac{2 \cdot 0,4^3}{12} + 1,6 \cdot 15,65 = \frac{38 \cdot 0,064}{12} + 15,2 \cdot 45,56 +$$

$$+ 2 \frac{0,4 \cdot 10650}{12} + 17,6 \cdot 19,8 + 2 \frac{2 \cdot 0,064}{12} + 1,6 \cdot 244,9 = 2142 \text{ см}^4 = 2,142 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

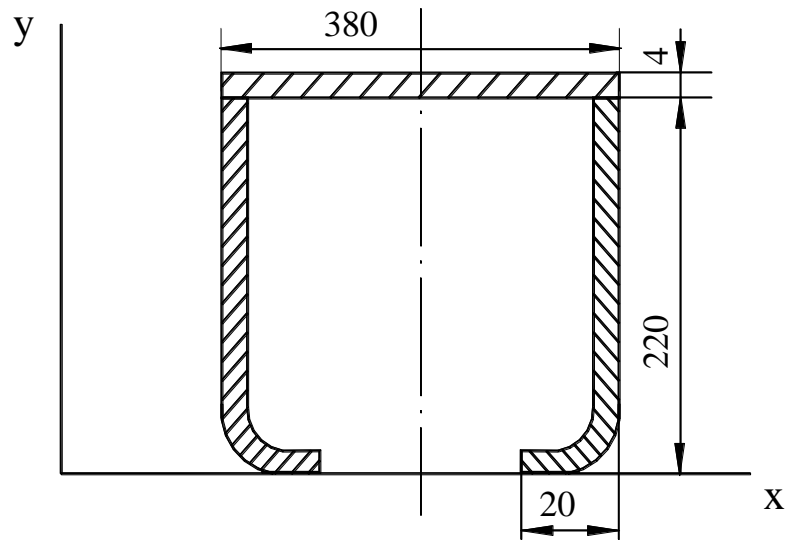


Рисунок 1.6 – Січення IV – IV

$$W = \frac{I}{Y_{\max}} = \frac{2142}{15,85} = 135 \text{ см}^3 = 1,35 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

Для небезпечних перерізів, для яких були визначені геометричні характеристики визначаємо напруження і вибираємо їх допустимі значення.

Січення I-I і II-II

Напруження в цих січеннях вираховуємо в крайніх верхніх і нижніх волокнах.

$$G^s = \frac{M}{W^s} + \frac{N}{S} \quad (2.5)$$

$$G^n = -\frac{M}{W^n} + \frac{N}{S} \quad (2.6)$$

де  $M$  і  $N$  – згинаючий момент і розтягуюче зусилля у розглянутих січеннях,  $S$  – площа січення,  $W^s$  і  $W^n$  – момент опору січення по відношенню відповідно до верхніх і нижніх волокон:

$$W^s = \frac{I}{H - Y_0}; \quad W^n = \frac{I}{Y_0}. \quad (2.7)$$

Напруження в січеннях I - I і II – II наведені в таблиці 1.1.



Таблиця 1.1 – Напруження в небезпечних перерізах

Січення		M Нм	W см <sup>3</sup>	N кг	S см <sup>2</sup>	Напруження МПа	
						номінальне	з врахуванням $K_g = 1,3$
I - I	Верхні волокна	3899	163	7000	25,8	51,0	66,3
	Нижні волокна		85,9			-18,3	-23,8
II - II	Верхні волокна	20860	366	7000	37,2	75,8	98,5
	Нижні волокна		212			-79,7	-103,5

Січення III – III

Напруження в січенні III – III визначаєм за формулою:

$$G = \frac{M}{W}, \quad (2.8)$$

де  $M = 2835 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

$$G = \frac{283500}{493} = 55,7 \text{ Мпа}$$

$$W = 493 \text{ см}^3 = 4,93 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

з врахуванням  $K_g = 1,3$ 

$$G = 748 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} = 74,8 \text{ МПа.}$$

Січення IV – IV

В даному січенні максимальні напруження досягаються в нижніх волокнах:

$$G'' = \frac{M}{W} + \frac{N}{S}, \quad (2.9)$$

$$\text{де } M = 15750 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad G'' = \frac{157500}{135} + \frac{9660}{34,4} = 144,6 \text{ МПа}, \quad W = 135 \text{ см}^3 = 1,35 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

з врахуванням  $K_g = 1,3$ 

$$N = 9660 \text{ кг}$$

$$G = 188 \text{ МПа}$$

$$S = 34,4 \text{ см}^2 = 3,44 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Допустиме напруження для II категорії навантаження для сталі 3

$$\text{дорівнює } [G]_{II} = 1545 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} = 154,5 \text{ МПа}$$

#### **1.4 Висновки до розділу**

На основі аналізу існуючих конструкцій гідравлічного консольного маніпулятора універсальної технологічної машини, нами була вибрана оптимальна гідравлічна схема. Також проводили розрахунок рами стріли. На підставі проведених розрахунків встановлено, що напруження в стрілі не перевищують допустимих.

Сконструйований маніпулятор, який призначений для універсальної технологічної машини. Гідравлічний консольний маніпулятор розрахований для завантажувальних чи розвантажувальних робіт.

## **РОЗДІЛ 2**

### **ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**

#### **2.1 Технологічна карта на навантажувально-розвантажувальних робіт з використанням кранів-маніпуляторів**

Для опису технології використання гідравлічного консольного крана-маніпулятора використовується технологічна карта. Вона є організаційно-технологічним документом при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт і складуванні вантажів на території підприємств легкої промисловості, базах, складах і майданчиках з використанням кранів-маніпуляторів і містить основні рішення по організації і технології навантажувально-розвантажувальних робіт стосовно умов роботи. У технологічній карті наведені загальні вказівки по проведенню робіт кранами-маніпуляторами, технологія виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, технологічне оснащення і схеми строповки, а також дані вимоги по безпеці і охороні праці, екологічної і пожежної безпеки при виконанні робіт.

#### **2.2 Сфера застосування**

Технологічні карти розробляються на навантажувально-розвантажувальні роботи і складування вантажів з використанням вантажопідйомних кранів-маніпуляторів, змонтованих на базі автомобіля. Технологічною картою передбачені навантажувально-розвантажувальні роботи для усіх видів вантажів, маса яких відповідає вантажності кранів-маніпуляторів, а габарит переміщуваних вантажів вписується в габарити крана-маніпулятора. Завантаження і розвантаження піввагонів кранами-маніпуляторами не допускається. Прив'язка карти до умов майданчика і номенклатури вантажів робиться спеціалізованою організацією. У карті приведені схеми строповок переміщуваних вантажів.

### 2.3 Організація і технологія виконання робіт

На рис. 2.1, 2.2, 2.3 і 2.4 наведені загальний вигляд крана-маніпулятора, його діаграма вантажності, а також вертикальна і горизонтальна прив'язка крана-маніпулятора.

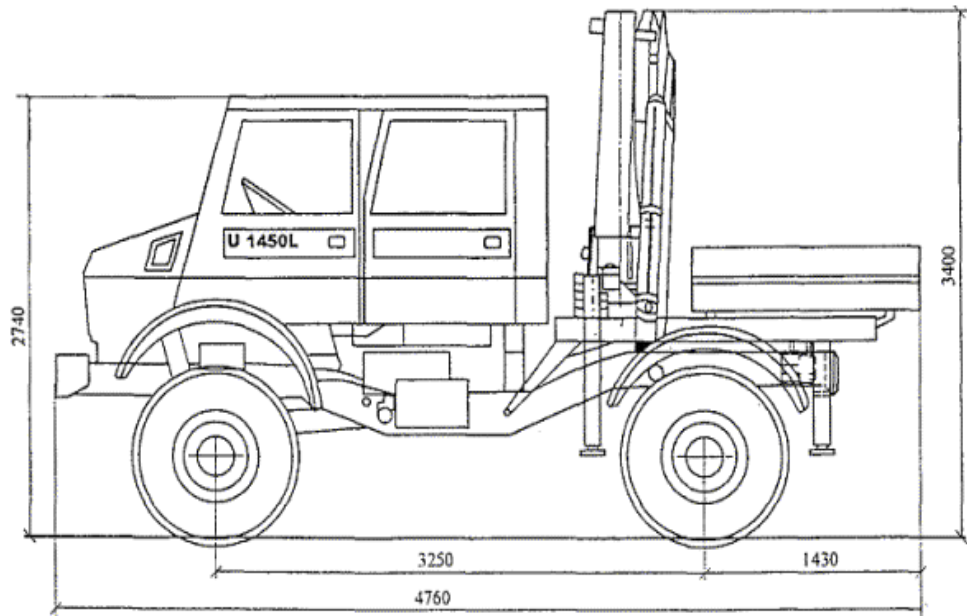


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд крана-маніпулятора

#### ОПОРНИЙ КОНТУР

Відстань між передніми опорами, мм 4550

Відстань між задніми опорами, мм 2900

Відстань між передніми і задніми опорами, мм 2500

Виконання навантажувально-розвантажувальних робіт включає наступні операції:

- переміщення крана-маніпулятора і установка його в робоче положення на усі наявні виносні опори;
- підбір знімних вантажозахватних пристосувань;

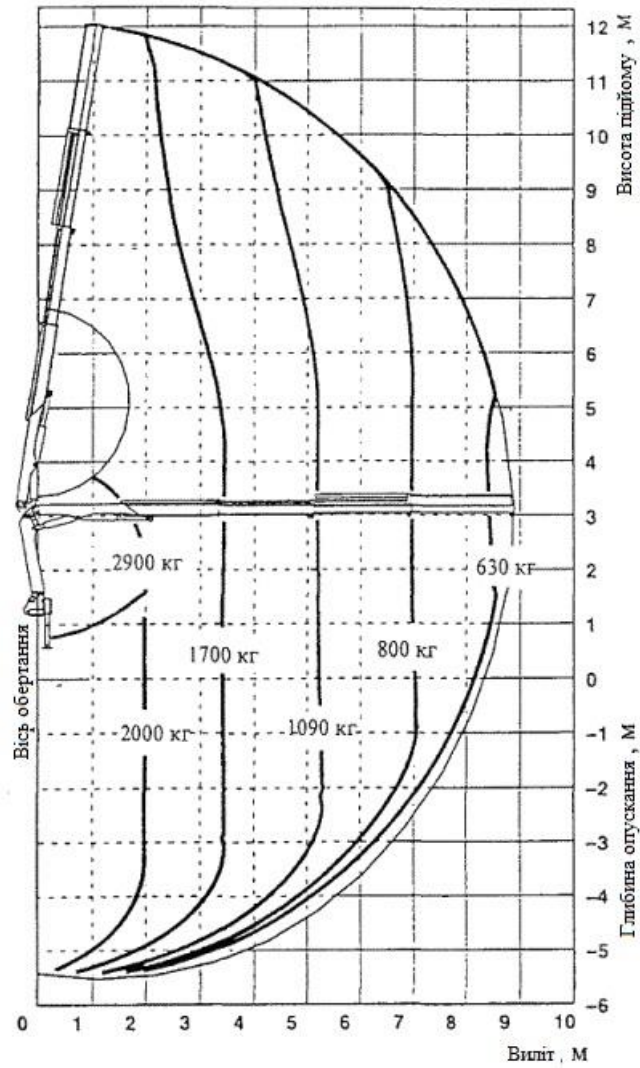


Рисунок 2.2 – Діаграма вантажності крана-маніпулятора

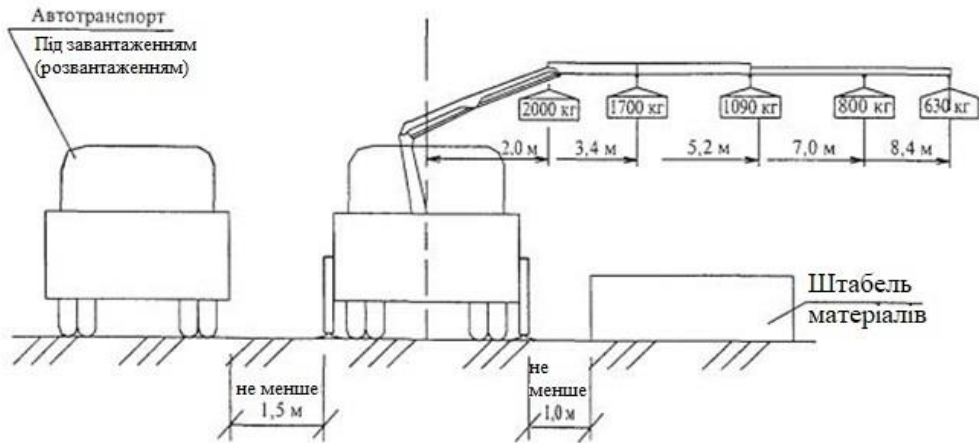


Рисунок 2.3 – Вертикальна прив'язка крана-маніпулятора

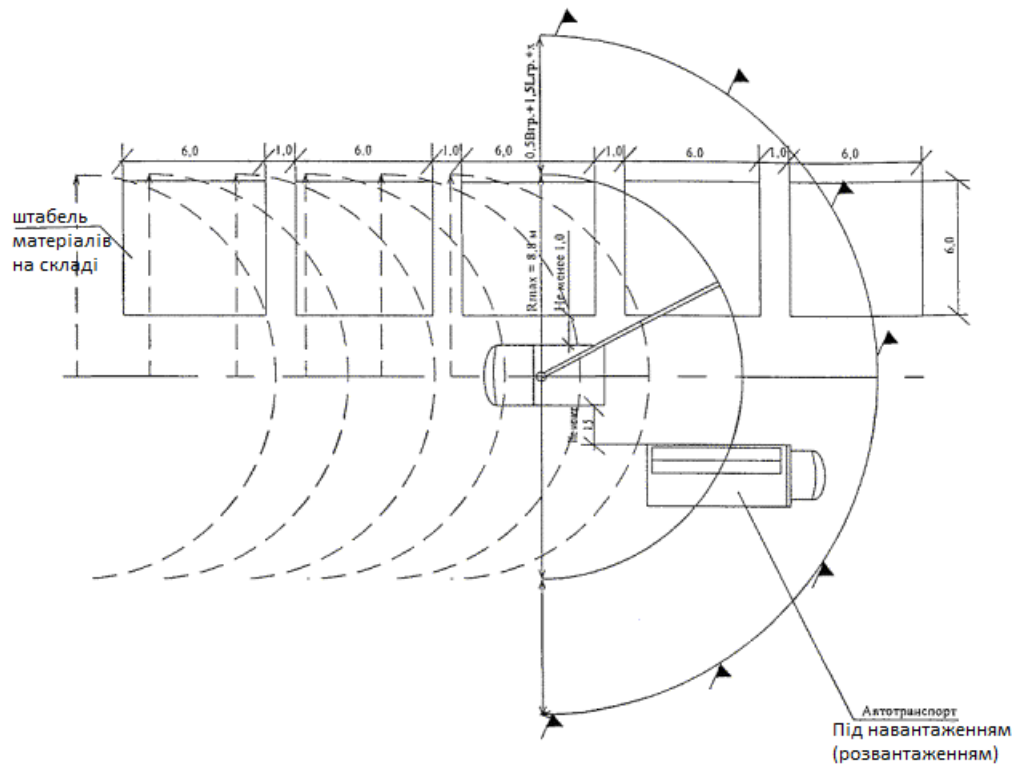


Рисунок 2.4 – Горизонтальна прив'язка крана-маніпулятора

- огляд і строповка вантажу, при необхідності закріплення відтяжок (для довгомірних вантажів);
- подання сигналів операторові;
- завантаження і вивантаження вантажу з підйомом або опусканням його і поворотом стріли;
- укладання підкладок і прокладень під конструкції або деталі;
- розстроповка вантажу, відчеплення відтяжок.

Навантажувально-розвантажувальні роботи необхідно здійснювати в наступній послідовності:

- у визначеному схемою місці, на підготовленому майданчику, особа, відповідальна за безпечне виробництво робіт, встановлює кран-маніпулятор на опори і означає знаками межі небезпечних зон відповідно до технологічної карти;

- стропальники підбирають знімні вантажозахватні пристосування, що відповідають масі і характеру переміщуваного вантажу, перевіряють їх справність шляхом огляду і наявності на них клейм або металевих бірок з

позначенням номера, дати випробування і вантажності, перевіряють масу вантажу, призначеного до переміщення краном-маніпулятором;

- переконавшись у відповідності усіх параметрів нормам, стропальник подає сигнал операторові крану-маніпулятора перемістити стрілу до місця строповки вантажу;

- стропальники здійснюють строповку переміщуваного вантажу;

- після здійснення строповки вантажу стропальники переконуються в тому, що вантаж надійно закріплений і нічим не утримується, що на вантажі, під вантажем, усередині вантажу немає незакріплених деталей і інструменту і що вантаж під час підйому не може за що-небудь зачепитися, а також у відсутності людей біля вантажів, між вантажами, устаткуванням і так далі;

- потім стропальник подає сигнал операторові крану-маніпулятора підвести вантаж на висоту 200 - 300 мм, переконується в правильності строповки і рівномірності натягнення гілок стропа, відходить на безпечну відстань і дає сигнал на переміщення вантажу до місця розвантаження;

- стропальники приймають вантаж на висоті до 1 м від рівня майданчика (землі), орієнтують його відповідно до схеми складування і старший стропальник дає сигнал операторові крану-маніпулятора опустити вантаж з таким розрахунком, щоб нижня частина вантажу знаходилася від рівня майданчика на висоті до 0,4 - 0,5 м;

- переконавшись в правильній орієнтації вантажу над місцем складування (штабелем) стропальник подає сигнал операторові опустити вантаж на майданчик. Стропи при цьому залишаються в натягнутому положенні. Якщо вантаж опущений і знаходиться в стійкому положенні, стропальник дає сигнал операторові ослабити стропи;

- стропальник здійснює розстроповку вантажу.[2]

## РОЗДІЛ 3

### ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МАШИНИ З КРАНОМ-МАНІПУЛЯТОРОМ

#### 3.1 Дослідження стійкості універсальної технологічної машини з краном-маніпулятором

Важливою вимогою, що пред'являється до вантажопідіймальних машин, є їх безпека. Тому при конструюванні і виготовленні вантажопідійомних машин цим питанням приділяється велика увага. Автомобільний кран – маніпулятор є вантажопідійомною машиною, що складається з базового автомобільного шасі або транспортного засобу (автомобіля) і крано-маніпуляторної установки (КМУ). Специфіка автомобільних кранів-маніпуляторів є в тому, що в більшості випадків їх конструювання і виробництво здійснюється під конкретні вимоги замовника, а кількість варіантів різних моделей КМУ, базових транспортних засобів або шасі досягає декількох десятків тисяч. [7] Можливість виробництва автомобільного крана-маніпулятора з тією або іншою КМУ, на тому, або іншому автомобільному шасі, визначається розрахунками, виходячи з допустимих навантажень на осі автомобіля і умови вантажної стійкості. І у кожному конкретному випадку потрібно теоретичне опрацювання машини, що іноді займає значний час від загального процесу виготовлення. Тому важливо використати методику конструювання, що дозволяє максимально точно відобразити технічні особливості проектованої техніки. Адже в сучасних умовах виробництва значна увага приділяється витраті матеріалів, а також кількості трудових і енергетичних витрат.[8]

Під терміном вантажна стійкість розуміється здатність автомобільного крана-маніпулятора протидіяти перевертаючим моментам, що виникають при підйомі вантажу. Одним з головних показників як по безпеці, так і по використанню технічного потенціалу вантажопідійомної техніки являється коефіцієнт вантажної стійкості, що визначається по рівнянню:



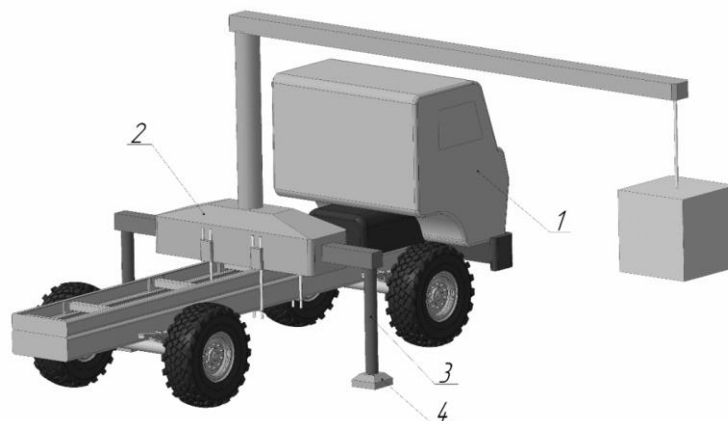
$$K_y = \frac{M_{уд}}{M_{оп}} \geq 1,15, \quad (3.1)$$

де  $M_{уд}$  – момент утримуючих сил,  $M_{оп}$  – момент перевертаючих сил.

Методика розрахунку вантажної стійкості, що діє нині, не враховує конструктивні особливості вживаної підвіски базових шасі автомобільних кранів-маніпуляторів. У автомобільних кранів-маніпуляторів, у відмінності від вантажопідйомних кранів, є відмінна особливість - вони не повністю піднімаються на висувних гідравлічних опорах, а висувні опори піднімаються лише до моменту розвантаження підвіски шасі, при цьому колеса залишаються у контакті з опорною поверхнею ґрунту. Тому, деколи, при підйомі вантажу спостерігається крен автомобільного крана-маніпулятора у бік підйому вантажу в результаті стискування пружних елементів підвіски базового шасі.

Тому важливо проаналізувати можливий вплив зміщення ребер перекидання автомобільного крана-маніпулятора, що виникає із-за стискування пружних елементів підвіски базового шасі при підйомі вантажу. Для цього на прикладі двовісного базового шасі із залежною ресорною підвіскою розглянемо можливий вплив зміщення ребра перекидання на підсумкове значення коефіцієнта вантажної стійкості, оскільки саме залежна підвіска є найбільш поширеною для автомобільних кранів-маніпуляторів, що випускаються нині.

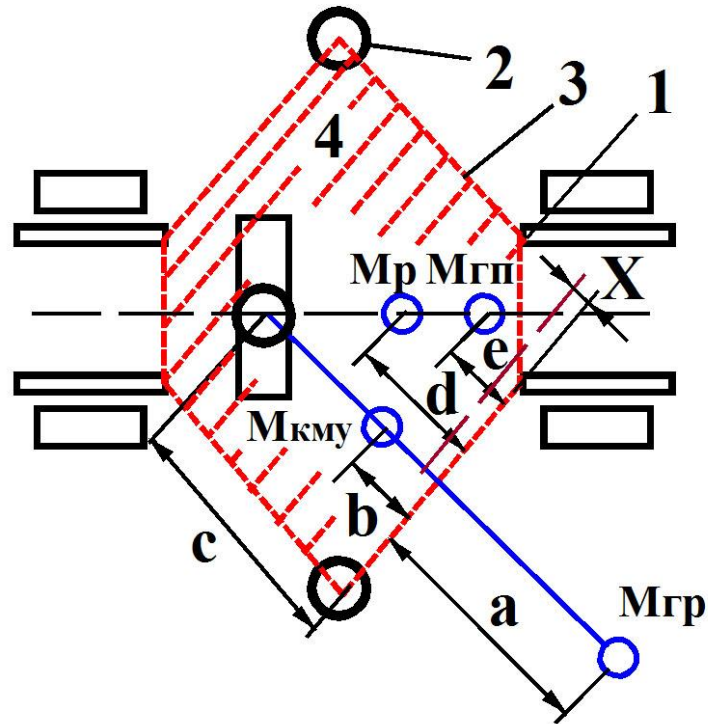
Загальний вигляд автомобільного крану-маніпулятора представлений на рис. 3.1.



1 – базове шасі; 2 – КМУ; 3 – висувна гідроопора; 4 – під'ятник опори

Рис. 3.1. Загальний вигляд крана-маніпулятора

Для теоретичного розрахунку коефіцієнта вантажної стійкості побудуємо схему опорного контуру універсальної технологічної машини з краном-маніпулятором (рис. 3.2).



1 – опорні майданчики висувних опор, 2 – точки закріплення ресор, 3 – ребра перекидання, 4 – опорний контур машини,  $X$  – зміщення точки проходження ребра перекидання в точці кріплення ресорної підвіски, [мм];  $M_{гр}$  – координата центру тяжіння вантажу;  $M_{кму}$  – координата центру тяжіння КМУ;  $M_r$  – координата центру тяжіння надрамника;  $M_{гп}$  – координата центру тяжіння вантажної платформи;  $a, b, c, d, e$  – відстань від центру тяжіння перерахованих елементів до ребра перекидання [мм].

Рисунок 3.2 – Опорний контур автомобільного крану-маніпулятора

Для проведення теоретичного експерименту зробимо припущення, що при підйомі вантажу в положенні стріли перпендикулярно відносно ребра перекидання, відбувається фактичне зміщення цього ребра до осі КМУ (рис. 3.2).

Як наслідок зменшується плече опорного контуру крану, а значить зменшується і підсумкове значення коефіцієнта вантажної стійкості. Величина зміщення  $X$  [мм] є величиною, залежною від безлічі чинників:

жорсткості підвіски базового шасі, розмірності і типу вживаних шин, вигину підрамника робочого устаткування і рами шасі. Для визначення коефіцієнта вантажної стійкості для кожного з розрахункових положень були визначені що перевертає і утримує моменти по наступних формулах:

$$M_{оп} = M_{гр} * a [т * м]. \quad (3.2)$$

$$M_{уд} = M_{кму} * b + M_{ш} * c + M_{р} * d + M_{гр} * e [т * м]. \quad (3.3)$$

Для автомобільного крану-маніпулятора на отримані наступні результати розрахунку (таблиця. 3.1).

Таблиця. 3.1 – Зміщення ребра перекидання (X) від 0 до 300 мм

Зміщення X, [мм]	Перевертаючий момент, [т м]	Утримуючий момент, [т м]	Коефіцієнт стійкості	$\Delta \square$ [%]
0	8,68	13,74	1,58	0
50	8,7	13,55	1,56	1,7
100	8,72	13,35	1,53	3,3
150	8,74	13,16	1,5	4,9
200	8,75	12,97	1,48	6,5
250	8,77	12,78	1,45	8
300	8,78	12,59	1,43	9,5

Згідно з отриманими результатами, зміщення X в межах 0-50 мм може внести погрішність на підсумкове значення коефіцієнта вантажної стійкості до 1,7%, а в межах 100-150 мм від 3,3 до 4,9%. Крок максимального зміщення X був прийнятий рівним 300 мм, оскільки в даному випадку більше зміщення маловірогідне і може привести до зміни значення коефіцієнта вантажної стійкості більш ніж на 10%. При таких відхиленнях автомобільний кран-маніпулятор по проведенню натурних динамічних і статичних випробувань виявився б не стійкий і зажадав додаткового опрацювання, чого не було виявлено. Лінійний графік залежності зміни значення коефіцієнта вантажної стійкості залежно від величини похибки представлений на рис. 3.3.

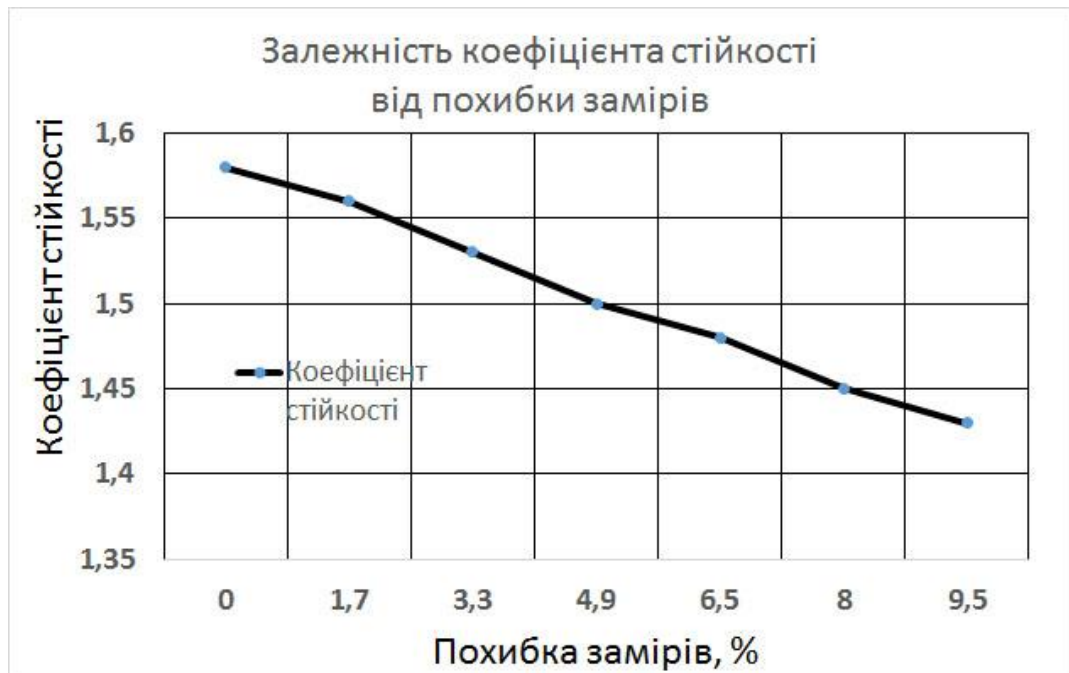


Рисунок 3.3 – Графік залежності значення  $K_y$  від похибки замірів

Також спостерігається лінійна залежність зменшення значення коефіцієнта стійкості  $K_y$  від збільшення переміщення  $X$  (рис. 3.4).

З графіка взаємозв'язку значення  $K_y$  від величини перевертаючого і утримуючого моментів видно прямопорційну дещо спадаючу залежність (рис. 3.5).

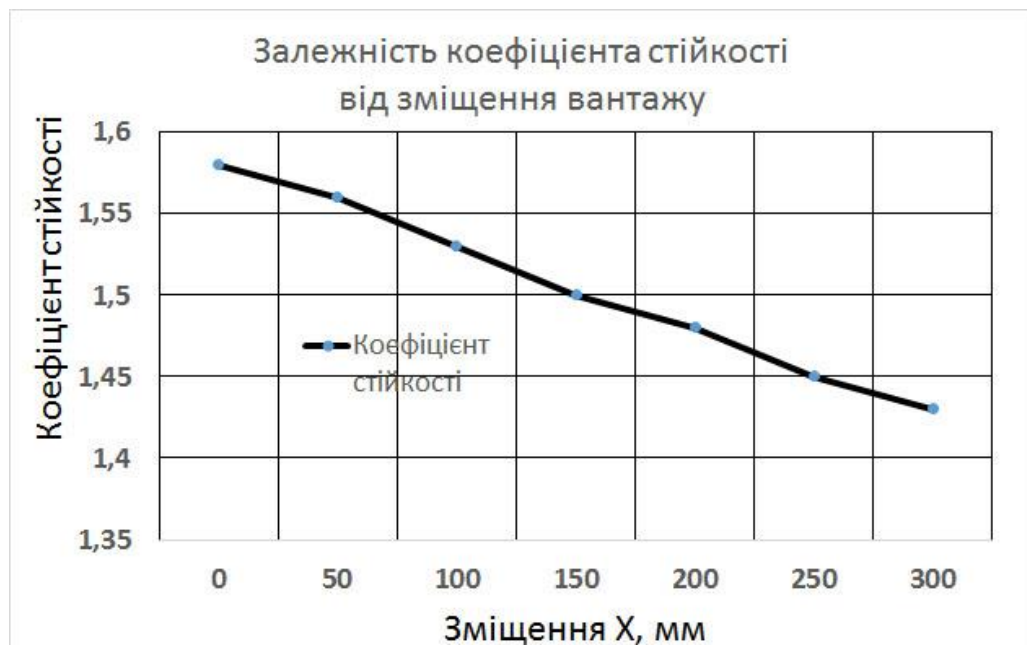


Рисунок 3.4 – Графік залежності значення  $K_y$  від величини зміщення  $X$



Рисунок 3.5 – Графік залежності значення  $K_u$  від величини перевертаючого і утримуючого моментів

### 3.2 Висновок до розділу

Проаналізувавши результати цього експерименту можна зробити висновок про те, що зміщення проходження точки опорного контура може істотно впливати на підсумкове значення коефіцієнта вантажної стійкості для автомобільних кранів-маніпуляторів. Це вказує на необхідність додаткового вивчення впливу жорсткості підвіски і крену підресорених елементів конструкції базових шасі на можливе зміщення ребер перекидання. Враховуючи умови сучасного виробництва, потрібна розробка і подальше включення в діючу методику розрахунку стійкості додаткових коефіцієнтів, що коригують, дозволяють найточніше моделювати поведінку крану підйому вантажу. Таким чином, вивчення цього напрямку розвитку методики розрахунку спрямоване на підвищення точності визначення вантажної стійкості автомобільних кранів-маніпуляторів.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 4.1 Шкідливі та небезпечні фактори, які виникають під час експлуатації

Експлуатація вантажопідіймальних кранів-маніпуляторів та машин відноситься до робіт підвищеної небезпеки та є одним із найбільш небезпечних технологічних процесів.

Основні шкідливі фактори:

- Неправильне закріплення вантажу;
- Неправильне застосування виносних опор крана-маніпулятора;
- Недотримання норм щодо максимального навантаження на кран-маніпулятор (перенавантаження);
- Відсутність або не своєчасне виконання технічного обслуговування механізмів, вузлів та агрегатів маніпулятора;
- Несправний технічний стан консольного маніпулятора та універсальної технологічної машини. [14]

Основні вимоги безпеки під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт за допомогою кранів-маніпуляторів зазначені в НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання»

Відповідно до Правил, кран-маніпулятор – це кран стрілового типу, установлений на транспортному засобі (самохідне шасі, причіп, залізничний спеціальний рухомий склад тощо) або спеціальній основі та призначений для навантаження та розвантаження цих транспортних засобів, а також навантажувально-розвантажувальних робіт.

Облік вказаного обладнання здійснюється суб'єктом господарювання, в якого у власності або користуванні (оренда, лізинг тощо) воно перебуває, (відповідно, працівники якого суб'єкта господарювання здійснюють

керування механізмом), обладнання споряджається обліковим номером і під цим номером обліковується у відповідному журналі. [15] Це дещо спрощує для роботодавця процедуру пуску обладнання в роботу. При цьому, значна частина повноважень щодо контролю за дотриманням вимог безпеки також покладається на роботодавця, що значно посилює відповідальність посадових осіб у випадку настання нещасного випадку або аварійної ситуації.

При здійсненні експлуатації кранів-маніпуляторів необхідно керуватися не тільки вимогами нормативно-правових актів з охорони праці, але й вимогами експлуатаційної документації заводів-виготовлювачів обладнання, розробленими технологічними картами виконання операцій. [16] У відповідності до вимог статті 21 Закону України «Про охорону праці», обладнання, придбане за кордоном, допускається до роботи лише за наявності експертного висновку щодо його відповідності вимогам з охорони праці, що чинні на території України.

Відповідно до встановлених вимог, до керування кранами-маніпуляторами допускаються працівники, що пройшли професійну підготовку та мають відповідне кваліфікаційне посвідчення. Особи, призначені відповідальними за здійснення нагляду, утримання в справному стані та безпечне виконання робіт кранами-маніпуляторами, перед призначенням повинні пройти навчання та перевірку знань відповідних законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці [17].

#### **4.2 Обґрунтування травмонебезпечних ситуацій під час виконання навантажувальних операцій**

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події (явища), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події [17].

Аналіз процесів формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час виконання операції оранки представлено у табл.

## 4.1.

Таблиця 4.1 – Аналіз процесу формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій під час виконання транспортних операцій

Вид робіт, технологічна операція, склад агрегату	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям	
	небезпечна умова (НУ)	небезпечна дія (НД)	небезпечна ситуація (НС)			
Навантажувальна робота Кран-маніпулятор	1.1. Несправні гальма НУ	Перевищення швидкості руху автомобіля РД <sub>1</sub> Різкий поворот НД <sub>2</sub>	Виїзд автомобіля з дороги, перекидання НС	Аварія Травма	Організувати постійний контроль за транспортом перед його виходом у рейс Не допускати до роботи автомобілі із несправними гальмами	
	Модель процесу: $\begin{array}{ccccccc} & & & \text{НД}_1 & & & \\ & & & \downarrow & & & \\ \text{НУ} & \longrightarrow & \text{НС} & \longrightarrow & \text{А} & \longrightarrow & \text{Т} \\ & & & \uparrow & & & \\ & & & \text{НД}_2 & & & \end{array}$					
	1.2. Граничне спрацювання НУ <sub>1</sub> На узбіччі дороги біля повороту глибокий кювет, заглиблення НУ <sub>2</sub> Слизька дорога НУ <sub>3</sub>	Водій не знизив швидкість перед поворотом НД <sub>1</sub> і різко повернув НД <sub>2</sub>	Занос автомобіля в кювет НС <sub>1</sub> Сповзання його у кювет НС <sub>2</sub> Перекидання автомобіля НС <sub>3</sub>	Аварія Травма	Не допускати до роботи автомобілі у яких граничне спрацювання протекторів шин перевищує граничне значення Ями біля поворотів мають бути засипані, а дорога повинна мати бурдюри	
Модель процесу: $\begin{array}{ccccccccccc} & & & & \text{НУ}_2 & & & & & & \\ & & & & \downarrow & & & & & & \\ \text{НУ}_1 & \longrightarrow & \text{НС}_1 & \longrightarrow & \text{НС}_2 & \longrightarrow & \text{НС}_3 & \longrightarrow & \text{А} & \longrightarrow & \text{Т} \\ \text{НД}_1 & \longrightarrow & & & & & & & & & \\ & & & & \uparrow & & \uparrow & & & & \\ & & & & \text{НУ}_3 & & \text{НД}_1 & & & & \end{array}$						
1.3. На автомобілі, що вийшов у рейс, несправні показчики поворотів НУ <sub>1</sub> Вантаж на платформі закриває водію дорогу позаду автомобіля НУ <sub>2</sub> На дорозі ями, розкидане каміння НУ <sub>3</sub>	Об'їжджаючи дорожні перешкоди, водій різко повернув на зустрічну смугу руху НД	Транспорт, що рухався за автомобілем зіткнувся (наїхав) на нього НС	Аварія	Не допускається робота транспортних засобів без справної світлової сигналізації поворотів і "стопів"		
Модель процесу: $\begin{array}{ccccccc} & & & \text{НУ}_3 & \longrightarrow & \text{НД} & \\ & & & & & \downarrow & \\ \text{НУ}_1 & \longrightarrow & \text{НС} & \longleftarrow & & & \\ \text{НУ}_2 & \longrightarrow & & \longrightarrow & \text{А} & & \end{array}$						



Якщо дослідження логічних зв'язків провести у зворотному напрямку, то обов'язково можна знайти ту подію (явище), що є причиною (однією з причин) формування досліджуваного процесу.

Метод логічного моделювання травмонебезпечних, аварійних та інших ситуацій значно полегшує пошук причин аварій, виробничих травм і дорожньо-транспортних пригод при їх розслідуванні [3, 17].

Вивчені, побудовані і систематизовані логічні моделі для окремих виробничих процесів, обладнання та інших об'єктів можна програмувати, а складений з них банк даних, може бути використаний для прогнозування виникнення аварій, травм, катастроф та інших небажаних явищ за допомогою ЕОМ.

Логічні моделі можна застосовувати при прийнятті рішень про відповідальність осіб, винних у виникненні таких пригод, а також ступінь вини самого потерпілого.

У логічній моделі після кожного описання небезпечних умов (НУ), небезпечних дій (НД), небезпечних ситуацій (НС) та можливих наслідків наводиться і логічна модель процесу можливого виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків.

### **4.3 Розрахунок штучного освітлення ділянки технологічної лінії щоденного обслуговування автомобілів**

Розрахунок освітлення здійснюється за методом коефіцієнта використання, необхідного для досягнення заданої освітленості з врахуванням світла, відбитого стінами та вікнами.

Сумарний світловий потік визначається за заданою освітленістю згідно формули:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n S k z}{\eta}, \quad (4.1)$$

де  $E_n$  – нормативна освітленість, лк;  $S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;  $k$  – коефіцієнт запасу ( $k=2$ );  $z$  – відношення середньої освітленості до мінімальної

( $z=1,1$ );  $\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

Показник приміщення становить:

$$i = \frac{a \cdot b}{H(a + b)}, \quad (4.2)$$

де  $a$ ,  $b$  – довжина і ширина приміщення, м;  $H$  – висота, на якій підвішується світильник над робочою поверхнею ( $H=8$  м).

Для дільниці щоденного технічного обслуговування автомобілів ( $a=22$  м,  $b=12$  м):

$$i = \frac{22 \cdot 12}{8(22 + 12)} = 0,97.$$

Вибираються світильники типу ОД, для яких коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta = 0,58$ . Нормована освітленість для виконання робіт високої точності  $E_n=500$  лк і тому сумарний світловий потік повинен становити:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{500 \cdot 22 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 1,1}{0,58} = 500689,7 \text{ лм.}$$

Необхідна кількість ламп становить

$$n_{\text{л}} = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\Phi_{\text{л}}}, \quad (4.3)$$

де  $\Phi_{\text{л}}$  – світловий потік однієї лампи, лм.

Для лампи ЛБ120, потужністю 120 Вт,  $\Phi_{\text{л}}=8500$  лм, звідки:

$$n_{\text{л}} = \frac{500689,7}{8500} \approx 59 \text{ ламп}$$

Оскільки в одному світильнику знаходиться дві лампи, то у приміщенні слід розмістити тридцять світильників.

#### 4.4 Пожежна безпека

Технічні неполадки. Витік палива найчастіше являється причиною загорання автотранспортних засобів зокрема універсальних технологічних машин. Для спалаху пожежі може бути достатньо декількох крапель бензину, попавших на гарячий вихлопний колектор двигуна чи гарячу головку блока

циліндрів. Перед початком руху необхідно переконатися, що в автомобілі відсутній запах бензину. При його наявності слід відкрити капот, не заглушуючи двигуна — це дозволить побачити неозброєним оком струмінь палива і запобігти загоряння.

Ще одна причина - коротке замикання електропроводки, яке викликає плавлення та загоряння ізоляції електропроводки. Пошкодження ізоляції веде до виникнення пробоїв електричного заряду, які супроводжуються нагріванням дротів. Якщо ж проблему не усунути досить швидко, в місці надриву утворюється отвір, що і стає причиною замикання.

Акумуляторна батарея може стати причиною загоряння, оскільки в більшості автомобілів вона легко пошкоджується. Щоб викликати займання, досить облити акумулятор великою кількістю рідини, наприклад, води, коли машина переїжджала річку в брід або охолоджуюча рідина, що вилася з пошкодженого патрубку.

Продірявлена прокладка також стає причиною займання транспортного засобу, що приводить до його повного згорання. Розриви в ущільнювачах призводять до витоку назовні горючих технічних рідин – залишається тільки дочекатися нагріву двигуна або появи іскри. В бензинових моторах витік найчастіше знаходиться в прокладці головки блоку або в ущільнювачі впускного колектора. Причиною загоряння може служити те, що тріснув корпус паливного фільтра або тріщини в з'єднувальних трубках.

Універсальні технологічні машини часто бувають оснащені газовим обладнанням. На таких транспортних засобах небезпека виникнення пожежі істотно зростає. Причиною загоряння зазвичай стає пошкодження трубки, що веде від балону до редуктора або форсунок. Також небезпека загрожує автомобілю при розриві силіконових трубок, мембрани випарника або при надмірному зносі фільтра. [18]

Перегрів двигуна. Перегріватися може не тільки двигун, але і вихлопна система. Навіть у нормальному стані вона нерідко стає причиною загоряння розлитого масла або бензину — температура впускного колектора досягає

600 градусів. При неповному згорянні суміші частина парів бензину може потрапляти у вихлопну трубу, де відбувається її повторна детонація, що супроводжується перегрівом каталітичного нейтралізатора. Температура піднімається до 900-1200 градусів, що може призвести до займання лакофарбового покриття або предметів облицювання автомобіля. Щоб уникнути випадків перегріву, потрібно уважно стежити за обертами двигуна, а також стежити за технічним станом:

- Свічок запалювання;
- Електронного блоку управління;
- Впускного і випускного колектора;
- Форсунок;
- Розподільника запалювання і котушок.

1. Універсальну технологічну машину необхідно укомплектувати справним вогнегасником (порошковий вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини не менше ніж 5 кг (ВП-5)), буксирним тросом, медичною аптечкою, сигнальним жилетом, набором інструментів, домкратом тощо. Як укомплектовувати аптечки для транспортних засобів, визначає ДСТУ 3961-2000 «Аптечка медична автомобільна. Загальні вимоги».

2. Для огляду автомобіля в темний час доби потрібно користуватися переносним електричним світильником напругою не вище ніж 12 В із запобіжною сіткою або електричним ліхтарем з автономним живленням.

3. Щоб запобігти пожежі, заборонено:

- курити в автомобілі;
- ремонтувати паливну систему, коли працює двигун, увімкнене запалювання;
- залишати у салоні автомобіля або на двигуні забруднені оливою чи паливом використані обтиральні матеріали;
- підігрівати двигун та інші агрегати відкритим вогнем, а також користуватися ним у безпосередній близькості від приладів системи живлення двигуна;

- курити і користуватися відкритим вогнем під час визначення наявності палива у баку, а також під час заправлення автомобіля із додаткових ємностей;
- допускати, щоб на двигуні або його картері скупчувалися бруд, пальне, масло;
- користуватися відкритим вогнем під час перевірки рівня електроліту в акумуляторній батареї та усунення несправностей механізмів;
- зберігати і перевозити бензин та інші легкозаймисті рідини; «прикурювати» свій або сторонній автомобіль;
- залишати відкритими горловини паливних баків;
- заряджати акумуляторну батарею у непристосованих для цього місцях;
- мити або протирати бензином деталі чи агрегати, а також руки й одяг; зберігати в автомобілі паливо (бензин, дизельне паливо), за винятком палива в баку автомобіля;
- заправляти автомобіль рідким (газоподібним) паливом, а також зливати паливо з бака і випускати газ.

4. Заправляти автотранспортний засіб паливом необхідно тоді, коли не працює двигун. Заправляти автомобіль етилованим бензином потрібно з бензоколонки зі шлангом, забезпеченим роздавальним пістолетом. Заборонено заправляти машину за допомогою відер, лійок тощо, а також відпускати бензин у пластикову тару (каністри). Заправник і працівник під час заправлення мають перебувати з навітряного боку автомобіля.

5. Якщо паливо потрапило на частини автомобіля, його необхідно витерти сухим ганчір'ям до пуску двигуна автомобіля.

6. У разі проливання палива на землю його необхідно засипати піском до пуску двигуна автомобіля.

7. Якщо сталося займання палива біля транспортного засобу, гасити його потрібно порошковим вогнегасником. Починайте з проливу і послідовно переходьте знизу вгору на джерело виливання пального. Можна

застосовувати, окрім порошкового, інші вогнегасники – наприклад, вуглекислотні, аерозольні.

8. На заправному пункті витримувати дистанцію 3 м до автомобіля, який заправляють попереду.

#### **4.5 Використання маніпуляторів, як напрямок підвищення рівня безпеки праці**

В напрямку підвищення рівня безпеки праці, відіграють своїми перевагами велику роль крани-маніпулятори.

До переваг відносяться:

- Скорочено залучення додаткової спецтехніки та робочої сили. Кран маніпулятор виконує завдання вантажівки і крана, при цьому процесом керує 1 людина - водій вантажівки з краном маніпулятором.
- Вантажні автомобілі, обладнані краном маніпулятором, отримують більш розширені можливості діяльності.
- Кран маніпулятор економічно вигідний, а також скорочує час на виконання завдань.
- За рахунок того, що під керуванням однієї людини однією одиницею техніки виконується широкий спектр робіт.
- Мобільність і універсальність дозволяє доставляти і переміщати вантаж в скрутному становищі.
- Кран маніпулятор може оснащуватися змінним робочим обладнанням. Устаткування розширює функції установки, наприклад, з'являються такі додаткові можливості, як:
  - Грейфер використовується для збору металу, сипучих матеріалів.
  - Захвати використовуються для перевезення лісу кругляка, труб.
  - У поєднання з додатковим обладнанням застосовують поворотні механізми.
- Відносна простота в управлінні. Управління функціями крана маніпулятора здійснюється за допомогою важелів або дистанційного пульта.

- Безпечне використання завдяки багаторазовій перевірці всіх систем;
- Високий рівень безпеки гідравлічної системи. Вона не схильна до загоряння або детонації. Завдяки сучасним діагностичним приладам, легко контролювати її стан. [19]

При роботі з краном-маніпулятором обов'язково слід дотримуватися правил безпеки. Працюючи згідно інструкції експлуатації крано-маніпуляторної установки, можна уникнути нещасних випадків на робочому місці. Також зменшить ризик інциденту регулярне ТО маніпулятора, яке буде виконане згідно технічної документації крано-маніпуляторної установки.

### **Висновки до розділу**

Необхідний рівень безпеки при роботі з краном-маніпулятором формується не лише кваліфікацією та вміннями працівників, а й технічним станом систем і вузлів автомобіля та крано-маніпуляторної установки: рульового керування, гальмівної системи, елементів підвіски, гідравлічної системи, пневматичної системи та ін. Тому своєчасна діагностика та ремонт цих систем і вузлів забезпечує необхідний рівень безпеки праці й зменшує ймовірність створення аварійних ситуацій на робочому місці.

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 5.1 Оцінка економічної ефективності маніпулятора для універсальної технологічної машини

В розділі проводимо аналіз техніко-економічного рівня і конкурентоспроможність маніпулятора для універсальної технологічної машини.

Доцільність виробництва маніпулятора для універсальної технологічної машини, як і будь - яких інших механізмів, визначається конкурентоспроможністю, а саме сукупністю споживчих властивостей товару, яка забезпечує його здатність конкурувати з аналогами на конкретному ринку в певний період часу [9].

Конкурентоспроможність — це відносна величина, адже товар даного рівня якості може бути цілком конкурентоспроможний на одному ринку (українському) і неконкурентоспроможний на іншому (приміром, німецькому). Розглядаючи сутність поняття конкурентоспроможності товару, належить підкреслити такі аспекти:

— Конкурентоспроможність товару може бути визначена лише внаслідок його порівняння з іншими товарами.

— Конкурентоспроможність відображає відмінність даного товару відтоварів-конкурентів за ступенем задоволення конкретної споживчої потреби.

— Крім якісних показників, вона враховує ще витрати споживача на придбання і використання товару для задоволення своєї конкретної потреби.

Конкурентоспроможність — поняття складне, інтегральне, враховує багато параметрів. Параметри конкурентоспроможності групують по-різному. При використанні спрощеної методики розрахунків їх можна поділити на дві групи: технічні й економічні.[10]



Група технічних параметрів характеризує технічний рівень і якість товару. До їх складу входять класифікаційні, конструктивні, нормативні, ергономічні, естетичні параметри тощо.

Економічні параметри враховують не тільки вартість придбання товару, а й витрати на його подальшу експлуатацію: купівлю пального, мастил, запчастин, оплату використаної електроенергії, ремонт, а для деяких товарів ще й витрати на доставку, монтаж тощо. Отже, витрати споживача складаються з двох частин:

- витрат на купівлю товару (його ціни);
- витрат, пов'язаних із споживанням товару.

Суму цих витрат називають ціною споживання, і вона, як звичайно, суттєво перевищує ціну продажу. Тому більш конкурентоспроможним є не той товар, за який просять мінімальну ціну на ринку, а той, в якого мінімальна ціна споживання за весь термін його служби (за інших рівних умов).[11]

Для визначення конкурентоспроможності досліджуваного товару спочатку необхідно обрати серед ринкових аналогів базовий варіант, який найкраще задовольняє потребу споживача і з котрим порівнюватимуть даний товар.

Кількісну оцінку рівня конкурентоспроможності роблять через систему показників: одиничних, групових та інтегральних.

Спочатку визначають одиничні показники за кожним параметром як відсоткове відношення величини даного параметра оцінюваного виробу до величини того самого параметра базового виробу:

$$g = P_{\text{оцін.}}/P_{\text{баз.}} \quad (5.1)$$

Паралельно визначають коефіцієнти вагомості (значущості) кожного параметра ( $V$ ). Для того найчастіше використовують метод експертних оцінок. Далі розраховують групові показники:

для технічних параметрів — індекс якості:

$$I_{\text{min}} = V_i \times g_i \quad (5.2)$$

для економічних параметрів — індекс ціни споживання:

$$I_{en} = \frac{\Pi_{ocin.cpoj.}}{\Pi_{baz.cpoj.}} \quad (5.3)$$

Інтегральний показник конкурентоспроможності визначають за формулою:

$$k_{int} = I_{min} / I_{en} \quad (5.4)$$

Якщо  $k_{it} < 1$ , то аналізований товар поступається перед базовим товаром конкурентів; якщо  $k_{it} > 1$ , аналізований товар має вищу конкурентоспроможність, ніж базовий виріб.

Оцінка економічної ефективності маніпулятора для універсальної технологічної машини.

Оцінка проводиться у два етапи:

— перший - це аналіз техніко-економічного рівня маніпулятора для універсальної технологічної машини;

— другий - визначення економічної ефективності інвестування у виробництво маніпулятора для універсальної технологічної машини.

Етап 1. Аналіз техніко-економічного рівня і конкурентоздатності маніпулятора для універсальної технологічної машини.

Аналіз виконуємо у наступній послідовності:

За базу порівняння вибираємо модель маніпулятора для універсальної технологічної машини.

Розрахунок коефіцієнта еквівалентності наведено в таблиці 5.1.

Показник оцінюваного зразка  $v_i$  визначається за наступними формулами:

- якщо покращення якості характеризується збільшенням числового значення, то

$$B_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_{ijmax}} \quad (5.5)$$

- якщо бажане зменшення числового значення, то

$$B_{ij} = \frac{a_{ijmin}}{a_{ij}} \quad (5.6)$$

Коефіцієнт еквівалентності розраховуємо за формулою:

$$K_e = \sum_{i=1}^n B_{ij} P_{ij} \quad (5.7)$$

де  $B_{ij}$  – безрозмірні коефіцієнти кількісних значень показників;  $P_{ij}$  – коефіцієнти вагомості параметрів.

Таблиця 5.1 – Визначення коефіцієнту еквівалентності.

№ з/п	Назва показників	Один. вимірювання	Значення показників		Відносний показник оцінюваного зразка $V_u$	Коефіцієнт вагомості $P_u$	Відносний показник з врахуванням коефіцієнта вагомості
			Базова модель	Проектна модель			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Показники призначення		Підйом вантажу	Підйом вантажу			
1.1	Вантажопід'ємність	кг	5000	5000	1,0	0,1	0,1
1.2	Питома вантажопід'ємність	кг	9000	9000	1,125	0,2	0,225
1.3	Питома потужність консольного крана	кВт кг	13,63	13,51	1,008	0,15	0,1512
1.4	Максимальна швидкість при повній конструктивній масі	КМ год	70	80	1,143	0,05	0,057
2.	Показники надійності						
2.1	Ресурс до капітального ремонту	тис. км	500	600	1,2	0,05	0,06
2.2	Напрацювання на відмову	тис. км	4	5,856	1,25	0,05	0,0732
3.	Експлуатаційні показники						
3.1	Питома витрата палива	л 100 т км	35	30	1,17	0,05	0,0585
3.2	Питома матеріаломісткість	Кг авт кг підйо му	2,44	2,25	1,08	0,05	0,162
4.	Показники технологічності						
4.1	Питома оперативна трудомісткість технічного обслуговування	люди - год тис. км	2,4	2,0	1,2	0,05	0,0600
5.	Екологічні показники						
5.1	Рівень зовнішнього шуму	ДБА	85	83	1,024	0,1	0,1024
6.	Показники безпеки						
6.1	Величина гальмівного шляху	М	17,2	17,5	0,99	0,05	0,0495
	Всього					1,0	1,1

Таким чином, на основі комплексної оцінки за шістьма групами показників техніко-економічного рівня нового і базового виробів визначили коефіцієнт еквівалентності (коефіцієнт якості) маніпулятора для універсальної технологічної машини. Він складає 1,1 і показує, що відмінність в техніко-економічному рівні маніпулятора для універсальної технологічної машини складає 10,0% в сторону покращення. Індекс якості маніпулятора для універсальної технологічної машини буде складати  $I_{\min} = 1,1$ .

## 5.2 Економічний аналіз конкурентоздатності маніпулятора для універсальної технологічної машини

Критерієм конкурентоздатності маніпулятора для універсальної технологічної машини є зменшення витрат споживача на одиницю виконуваної роботи, тобто зменшення ціни споживання маніпулятора для універсальної технологічної машини. З цієї точки зору конкурентоздатність маніпулятора для універсальної технологічної машини знаходиться в оберненій залежності від ціни споживання. Якщо ціна споживання у проєктованій моделі в порівнянні з аналогом, то вона є конкурентоздатною. [12]

Виходячи з цього, відносний рівень (коефіцієнт) конкурентоздатності нової моделі визначається за формулою:

$$K_k = \frac{C_{ca}}{C_{cn}}, \quad (5.8)$$

де  $C_{ca}$  і  $C_{cn}$  – відносна ціна споживання маніпулятора для універсальної технологічної машини, прийнятого за аналог.

$$K_k = \frac{9,9}{8,0} = 1,24$$

$$C_c = (C_p + B_{(e)pv}) + a \cdot T$$

де  $C_p$  – ринкова ціна маніпулятора для універсальної технологічної машини;  $B_{(e)pv}$  – теперішня вартість майбутніх витрат, пов'язаних з експлуатацією маніпулятора для універсальної технологічної машини за весь період його

використання, грн.;  $a$  – річний пробіг маніпулятора для універсальної технологічної машини,  $a = 35000$  км,  $T$  – раціональний термін експлуатації маніпулятора для універсальної технологічної машини,  $T = 7$  років.

Таким чином, ціна споживання маніпулятора для універсальної технологічної машини визначається як сума ціни маніпулятора для універсальної технологічної машини, суми експлуатаційних витрат за весь період експлуатації, приведених до теперішньої вартості.

Власне ціну маніпулятора для універсальної технологічної машини визначимо за методом "собівартість + прибуток":

$$C = C_n \left(1 + \frac{Y}{1}\right), \quad (5.9)$$

де  $C_n$  – собівартість маніпулятора для універсальної технологічної машини;  $Y$  – норматив рентабельності, %;

Для цього нам необхідно визначити одним з методів собівартість (поточні витрати) виготовлення маніпулятора для універсальної технологічної машини.

Визначення собівартості проведено методом укрупненого калькулювання з використанням даних про виробництво аналога. Для початку визначимо дві статті за наступними формулами:

1) Сума витрат на основні матеріали, напівфабрикати і комплектуючі вироби:

$$M = 0,01(\sum M_c + \sum M_n)(100 + dt) - \sum C_b, \quad (4.10)$$

де  $\sum M_c$  – вартість всіх видів основних матеріалів на виготовлення виробу, визначається як сума норми витрат відповідного виду матеріалів  $H$  на його оптову ціну  $C_m$ , тобто:

$$H_1 C_{1m} + H_2 C_{2m} + \dots + H_i C_{im}$$

$\sum H_n$  – сума витрат на покупні деталі, вузли, необхідні для комплектації нової конструкції,  $dt$  – транспортно-заготівельні витрати в % до затрат на матеріали і комплектуючі вироби;  $\sum C_e$  – вартість всіх видів реалізованих відходів.

Таблиця 5.2 – Визначення величини витрат на матеріали маніпулятора для універсальної технологічної машини

Матеріали по групах	Одиниці вимірювання	Норма витрат на 1 консольний кран	Середня ціна на 1 кг	Витрати тис. грн.
Сталь листова	тон	1,0	1,50000	1,5000
Стальні	тон	1,0	1,60000	1,6000
Пластмаси	тон	0,01	80,000	0,8000
Гума	кг	0,02	70,000	0,014
Інші матеріали				97,988
				101,902

Таблиця 5.3 – Визначення величини витрат на основі комплектуючі вироби для маніпулятора для універсальної технологічної машини

Назва вузлів	Необхідна кількість для 1 консольного крана	Ціна за 1 шт. грн	Витрати грн.
Двигун	1	29000,00	29000,00
Міст	1	26000,00	26000,00
Інші		59200,00	59200,00
Всього	<b>X</b>	<b>X</b>	114200,00

Таким чином сума витрат на матеріали складе:

$$M=1,0922+14,100=16,002 \text{ грн.}$$

Сума основної заробітної плати  $Z_{02}$  виготовлення маніпулятора для універсальної технологічної машини укріплено може бути визначена добутком:

$$Z_{02} = Z_{zod} \cdot t_2, \quad (5.11)$$

де  $Z_{zod}$  – середньо годинна заробітна плата на виготовлення аналога, грн.;  $t_2$  – сумарна трудомісткість виготовлення маніпулятора для універсальної технологічної машини.

В свою чергу:

$$Z_{zod} = \frac{Z_{01}}{T_1}, \quad (5.12)$$

де  $Z_{01}$  – сумарна заробітна плата на виготовлення аналога, грн.;  $T_1$  – сумарна трудомісткість виготовлення аналога; люд/год.

В нашому випадку:  $T_1=12018$  люд/год.;  $Z_{01}=8,8$  грн.

$$Z_{02}=2,88 \cdot 12018=105760,0 \text{ грн.}$$

Сума додаткової заробітної плати  $Z_d$  начислень на заробітну плату визначається:

$$Z_d = Z_{02} \cdot \frac{d_q}{100} \quad (4.13)$$

$$Z_n = (Z_{02} + Z_d) \cdot \frac{d_n}{100}$$

де  $d_q$  – процент додаткової заробітної плати до основної;  $d_n$  – процент начислень на зарплату до суми основної і додаткової заробітної плати.

Розрахунок  $Z_d$  і  $Z_n$  проводимо зразу в калькуляції.

Далі знаючи ці статті калькуляції і маючи дані аналога про процентне співвідношення решти статей до цих двох визначимо собівартість маніпулятора для універсальної технологічної машини.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків додаткової заробітної плати до основної.

Статті витрат	Сума тис.грн	Примітка
1	2	3
1. Сировина та основні матеріали	101,902	
2. Куповані комплектуючі вироби, напівфабрикати та послуги кооперуючих підприємств.	114,10	
3. Платежі по обов'язковому страхуванню товарно-матеріальних цінностей	0,32	0,15% від п. (1+2)
4. Всього прямих матеріальних витрат	216,322	п. 1+2+3
5. Основна заробітна плата основних виробничих робітників	105,760	
6. Додаткова зарплата основних виробничих робітників	15,864	15% від п.5
7. Відрахування в фонд єдиного соціального внеску*(В <sub>ед</sub> )	46,825	22% від (5+6)
8. Відшкодування зносу інструменту та пристроїв	15,864	15%відп.5
9. Витрати на підготовку та освоєння виробництва	12,162	10%відп.6
10. Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	36,487	30% від п.5
11. Цехові витрати	12,164	10% від п.5
12. Загальнозаводські витрати	24,328	20%відп.6
13. Інші виробничі витрати	3,04	2,5% від п.5
14. Виробнича собівартість	488,813	п.п.І-14
15. Поза виробничі витрати	24,441	5% від п. 14
16. Повна собівартість (С <sub>п</sub> )	513,254	П (14-15)

## Продовження табл. 5.4

1	2	3
17. Норма рентабельності (у)	128,314	25%
18. Ціна крана (Ц)	641,568	
19. Ціна з ПДВ	769,89	20% ПДВ

Калькуляція собівартості маніпулятора для універсальної технологічної машини.

Клас професійного ризику виробництва для підприємств становит 28, тому величина внеску складає -37.51%

Розрахунок лімітної ціни маніпулятора для універсальної технологічної машини.

Лімітну ціну визначаємо за формулою:

$$C_{\text{лім}} = C_a \cdot K_e$$

де  $C_a$  – ціна маніпулятора для універсальної технологічної машини, прийнятого за аналог;  $K_e$  – коефіцієнт еквівалентності.

Лімітну ціну маніпулятора для універсальної технологічної машини розглядаємо як збільшену ціну аналога на коефіцієнт, що відображає покращення якості нової моделі в порівнянні з аналогом.

$$C_{\text{лім}} = 769,882 \cdot 1,0987 = 845,869 \text{ тис. грн.}$$

За весь період експлуатації маніпулятора для універсальної технологічної машини з врахуванням фактору часу (дисконтування) за формулою:

$$B_c(PV) = \sum_{t=1}^T B_e(t) / \left(\frac{1}{1+R}\right)^t, \quad (5.14)$$

де  $B_e(t)$  – експлуатаційні витрати в t-році;  $R$  – норма проценту з капіталу,  $R=10\%$ .

Величина  $(1/1+R)^t$  називається ставкою дисконту, значення її знаходимо в розрахункових таблицях.

Так як ми прийняли середні річні експлуатаційні витрати протягом періоду експлуатації 10 років, тобто формула теперішньої вартості експлуатаційних витрат прийме вираз:



$$B_c(PV) = B_e(t) \sum_{t=1}^{10} \left( \frac{1}{1+R} \right)^t, \quad (5.15)$$

$$\sum_{t=1}^{10} \left( \frac{1}{1+R} \right)^t = 6,144$$

Висновок про техніко-економічний рівень моделі робимо на основі інтегрального показника конкурентоздатності  $I_k$ , що визначається:

$$I_k = K_e \cdot K_k \quad (5.16)$$

де  $K_e$  – коефіцієнт еквівалентності;  $K_k$  – коефіцієнт конкурентоздатності.

Таблиця 5.5 – Визначення ціни споживання і коефіцієнта конкурентоздатності маніпулятора для універсальної технологічної машини

Значення показників	Одиниця виміру	Значення показників		Відносне покращення
		Аналога	Аналога	
1. Ціна		845,869	769,882	0,91
2. Річні експлуатаційні витрати	тис. грн	1,15	1,1	0,957
3. Теперішня вартість експлуатаційних витрат за весь час експлуатації	тис. грн	11,5	11,0	
4. Загальні витрати споживачів	тис. грн	560,17	511,879	0,914
5. Кількість тоно-підйомів переведено за рік	Тоно-км	1832293	1835035	
6. Собівартість 1 тоно кілометра переведено	—	0,1772	0,1763	0,995
7. Період експлуатації	роки	10	10	
8. Ціна споживання	грн./тоно КМ	0,242	0,217	0,896
9. Відносна конкурентоздатність нового товару				0,896

### 5.3 Висновки до розділу

В економічній частині кваліфікаційної роботи здійснено розрахунок економічної ефективності маніпулятора для універсальної технологічної машини, а також економічний аналіз конкурентоздатності маніпулятора для універсальної технологічної машини.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено обґрунтування необхідності розробки гідравлічного консольного маніпулятора універсальної технологічної машини.

На основі аналізу існуючих конструкцій гідравлічного консольного маніпулятора універсальної технологічної машини, нами була вибрана оптимальна гідравлічна схема. Також проводили розрахунок рами стріли. На підставі проведених розрахунків встановлено, що напруження в стрілі не перевищують допустимих.

Розглянута технологія використання гідравлічних консольних маніпуляторів, встановлених на мобільних машинах з можливістю використання на міжцехових ділянках підприємств.

Обґрунтовано застосування гідравлічних консольних маніпуляторів. Вибрана раціональна конструкція консольних маніпуляторів. Проведено розрахунок рами стріли, перевірені напруження в небезпечних перерізах, проведено розрахунок колони гідравлічного консольного маніпулятора, розрахунок циліндра підйому і циліндра складання стріли крана, а також гідроциліндра переміщення.

Проведено дослідження стійкості з врахуванням пружності ресор універсальної технологічної машини. Проаналізовано можливий вплив зміщення ребер перекидання автомобільного крана-маніпулятора, що виникає через стиснення пружних елементів підвіски базового шасі при підйомі вантажу.

В економічній частині кваліфікаційної роботи здійснено розрахунок економічної ефективності маніпулятора для універсальної технологічної машини, а також економічний аналіз конкурентоздатності маніпулятора для універсальної технологічної машини

В розділі охорони праці описано небезпечні фактори кранів-маніпуляторів, які виникають під час їх експлуатації. Обґрунтовано правила

пожежної безпеки. Також аргументовано питання використання маніпуляторів, як напрямок підвищення рівня безпеки праці.

Проведено обґрунтування травмонебезпечних ситуацій під час виконання навантажувальних операцій. Здійснено розрахунок штучного освітлення ділянки технологічної лінії щоденного обслуговування автомобілів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Олег Сукач, Олег Миронюк, Віктор Шевчук. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційної роботи здобувачами першого бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Дубляни, 2023. 50 с.
2. Вільковський Є. К., Бакуліч О. О. Вантажознавство. Львів : Інтелект-Захід, 2005. 222 с.
3. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення : навч. посіб. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2010. 408 с.
4. Форнальчик Є.Ю., Качмар Р.Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів: навч.посібник. 2-ге вид., змін та допов. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 324 с.
5. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо // За загальною ред. Є.Ю. Форнальчик. Львів : Афіша, 2004. 492 с.
6. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. Київ : Вища шк., 2007. 527 с.
7. Яценко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу / Яценко М.М. Київ: НТУ. 2004. 172 с.
8. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. Київ : Каравелла, 2009. 368 с.
9. Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту [електронний ресурс] / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, Є. В. Смирнов, В. Й. Зелінський // ВНТУ. 2011.
10. Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування і планування: навчальний посібник. Київ, 2003. 188 с.
11. Зінь Е.А., Турченко М.О. Планування діяльності підприємства: Навчальний посібник. Рівне. НУВГП, 2008. 136 с.

12. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / Є.Ю. Форнальчик та ін. За загальною ред. Є.Ю. Форнальчик. Львів: Афіша, 2004. 492 с.
13. Горяїнов О. М. Практика вантажних перевезень і логістики : навч. посіб. Харків : Вид-во «Кортес-2001», 2008. 323 с.
14. Гурч Л. М. Логістика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К. : ДП «Видавничий дім «Персонал», 2008. 560 с.
15. Тимочко В.О., Березовецький А.П., Городецький І.М. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навч. посібник. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
16. Пістун І. П., Березовецький А. П., Городецький І. М. Охорона праці на автомобільному транспорті : навч. посіб. Львів: Тріада плюс, 2009. 320 с.
17. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.1. 620 с.; 2015. Ч.11. 224 с.
18. Дмитрієв І.А. Економіка підприємств автомобільного транспорту: навчальний посібник для самостійної роботи та поточного контролю знань студентів закладів вищої освіти / І.А. Дмитрієв, О.С. Іванілов, І.Ю. Шевченко., І.М. Кирчата Харків: ФОП Бровін О.В., 2018. 308 с.
19. Іванілов О.С. Економіка підприємств автомобільного транспорту: підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.С. Іванілов, І.А. Дмитрієв, І.Ю. Шевченко. Харків: ФОП Бровін О.В., 2017. 632 с.