

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Навчально-науковий інститут інноваційних освітніх технологій

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА У ФОРМІ ДИПЛОМНОГО
ПРОЕКТУ**

на тему *Розробка та дослідження конструкції маніпулятора
для вантажного автомобіля*

Виконав: здобувач вищої освіти

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми

ОПП «Автомобільний транспорт»

(вид та назва освітньої програми)

групи *АТз-19мп*

Антон ПОРОХНЯ

(ім'я та прізвище здобувача)

Керівник *Микола КОЛІСНИК*

(ім'я та прізвище)

Рецензент *Роман КРОЛЬ*

(ім'я та прізвище)

Оцінка захисту кваліфікаційної роботи

(сума балів, оцінка ECTS, оцінка за національною шкалою,)

Секретар ЕК _____ / *Віталій БОГОМОЛОВ* /

(підпис)

(ім'я та прізвище секретаря ЕК)

Дніпро – 2020

**«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ»**

Інститут, факультет _____ **ННІОТ** _____
 Кафедра _____ **експлуатації та ремонту машин** _____
 Рівень вищої освіти _____ **другий (магістерський)** _____
 Спеціальність _____ **274 «Автомобільний транспорт»** _____
 (шифр та назва)
 Освітня програма _____ **ОПП «Автомобільний транспорт»** _____
 (вид та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
 к.т.н. **Олександр ЛИХОДІЙ** _____
 « 06 » _____ жовтня 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ У ФОРМІ
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Антону ПОРОХНІ

(ім'я та прізвище)

1. Тема проекту Розробка та дослідження конструкції маніпулятора для вантажного автомобіля

керівник проекту _____ **проф., к.т.н. Микола КОЛІСНИК** _____
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора від « 06 » жовтня 2020 р. № № 459-КС

2 Строк подання проекту до захисту 03 грудня 2020 р.

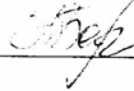

3 Вихідні дані до проекту _____
Базове шасі автомобіля КрАЗ-260

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; 1. Аналізи будівельних вантажів, технічних засобів та патентне дослідження. 2. Діючі навантаження та зусилля. 3. Розрахунок міцності стріли та механізму повороту. 4. Результати кваліфікаційної роботи. Висновки. Список використаних джерел. Специфікації. Відомість кваліфікаційної роботи.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Автомобіль з маніпулятором – 1 арк. (A1); 2. Стріла – 1 арк. (A1); 3. Механізм повороту – 1 арк. (A1);

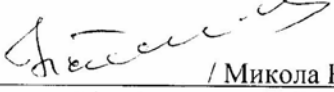
6 Консультанти розділів проекту

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	асистент Наталія БОЛСУНОВА		

7 Дата видачі завдання _____ 01. вересня 2020 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	<i>Розрахунково-пояснювальна записка:</i>		
1.1	<i>Вступ</i>	до 21.09	
1.2	<i>Аналізи будівельних вантажів, технічних засобів та патентне дослідження.</i>	до 08.10	
1.3	<i>Діючі навантаження та зусилля.</i>	до 29.10	
1.4	<i>Розрахунок міцності стріли та механізму повороту.</i>	до 09.11	
1.5	<i>Розрахунок міцності стріли та механізму повороту.</i>	до 23.11	
1.6	<i>Результати кваліфікаційної роботи.</i>	до 26.11	
1.7	<i>Висновки. Список використаних джерел.</i>	до 30.11	
2	<i>Графічний матеріал:</i>		
2.4	<i>Автомобіль з маніпулятором</i>	до 05.10	
2.5	<i>Стріла</i>	до 29.10	
2.6	<i>Механізм повороту</i>	до 20.11	
3.	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	до 03.12	
4.	<i>Підготовка до попереднього захисту роботи</i>	з 10.12	

Здобувач вищої освіти  / Антон ПОРОХНЯ /
(підпис) (ім'я та прізвище)Керівник проекту  / Микола КОЛІСНИК /
(підпис) (ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи на тему «Розробка та дослідження конструкції маніпулятора до вантажного автомобіля» здобувача Порохні Антона Миколайовича.

Робота складається із розрахунково-пояснювальної із чотирьох розділів, специфікації, відомості кваліфікаційної роботи на 93 арк. формату А4, у тому числі 40 рисунків, 9 таблиць, 18 джерел інформації.

Об'єкт дослідження. Автомобіль із маніпулятором і причепом.

Предмет дослідження. Необхідність виявлення параметрів та засобів навантажувально-розвантажувальних робіт автотранспортом.

Мета магістерської роботи – на основі огляду та аналізу типів та параметрів вантажів, які транспортуються автотранспортом, використовуваних засобів проведення навантажувально-розвантажувальних робіт, проведення їх патентного пошуку, визначитись та виконати розрахунково-конструкторську документацію бортового маніпулятора із рекомендаціями що до його розміщення та використання причепа, та заходів по охороні праці, безпеці життєдіяльності, та визначенням ефективності застосування запропонованих рішень у техніці.

Наукова новизна отриманих результатів. – приведено аналіз будівельних вантажів та засобів їх транспортування; розраховано діючі навантаження на опорні частини вибраного базового автомобіля та визначені зусилля у стрілі, міцність стріли телескопічної та механізму його повороту, а також передньої балки маніпулятора; представлено патентний пошук; приведено розрахунок економічного обґрунтування використання автомобіля із маніпулятором та причепом.

Матеріали кваліфікаційної роботи можуть бути використані як на підприємстві автомобільного транспорту для оснащення вантажних автомобілів при експлуатації, так і в навчальному процесі при курсовому та дипломному проектуванні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВАНТАЖІ, ПАТЕНТНИЙ ПОШУК, ВАНТАЖНИЙ АВТОМОБІЛЬ, МАНІПУЛЯТОР, ПРИЧЕП, СТІЛА, БАЛКА, ЗАХВАТ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗИ БУДІВЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ, ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТА ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1. Класифікація будівельних вантажів.....	7
1.2. Вантажне автомобілебудування на Україні.....	9
1.3. Автомобільні крани-маніпулятори та їх особливості.....	11
1.4. Патентні аналоги.....	14
Висновки до першого розділу.....	32
2. ДІЮЧІ НАВАНТАЖЕННЯ ТА ЗУСИЛЛЯ.....	33
2.1. Визначення навантажень на колеса автомобіля у транспортному положенні.....	33
2.2. Визначення навантажень на аутригери і передні колеса у робочому положенні.....	37
2.3. Визначення зусиль у стрілі.....	41
Висновки до другого розділу.....	49
3. РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ СТРИЛИ ТА МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ.....	50
3.1. Розрахунок балки внутрішньої.....	50
3.2. Розрахунок основи телескопічної стріли.....	58
3.3. Визначення напруг змінання.....	63
3.4. Розрахунок механізму повороту.....	64
Висновки до третього розділу.....	74
4. РЕЗУЛЬТАТИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	75
4.1. Виявлення призначення і області застосування нової техніки.....	75
4.2. Вибір базового зразка.....	75
4.3. Виявлення конструктивно-експлуатаційних особливостей техніки.....	76

4.4. Ідентифікатори для опису вихідної інформації до програми «Ефект-М».....	76
ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	86
СПЕЦИФІКАЦІЇ.....	88
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	93

ВСТУП

Використання додаткового крана або іншої вантажно-розвантажувальної техніки при невеликих або віддалених вантажно-розвантажувальних роботах (сільське будівництво, дорожнє будівництво і т.д.), набагато підвищує їхню собівартість і строки будівництва, знижує продуктивність праці. Тому у міжнародній практиці використовують найбільш універсальну техніку, що могла б виконувати функції вантажного автомобіля і крана.

При виконанні роботи використані наступні методи досліджень: огляд та аналіз літературних джерел згідно розглянутих питань; математичні, аналітичні розрахунки технічних параметрів; машинні методи рішення завдань обґрунтування економічної ефективності.

Наукова новизна отриманих результатів. Проведено аналіз будівельних вантажів та засобів їх транспортування; розраховано діючі навантаження на опорні частини вибраного базового автомобіля та визначені зусилля у стрілі, міцність стріли телескопічної та механізму його повороту, а також передньої балки маніпулятора; представлено патентний пошук; приведено розрахунок економічного обґрунтування використання автомобіля із маніпулятором та причепом.

Промисловість України може випускати подібного типу техніку, але поки що як за номенклатурою випускаємих вантажних автомобілів, так і їх оснащенням маніпуляторами має дуже незначні успіхи.

Метою даної магістерської роботи є розробка, обґрунтування та дослідження можливості розробки та необхідності виготовлення конструкції вантажного маніпулятора для вітчизняного автомобіля типу КрАЗ – 65053.

Використання подібного типу техніки дозволило б набагато скоротити строки ведення будівництва об'єктів промислового та цивільного призначення і значно підвищити продуктивність праці.

РОЗДІЛ 1

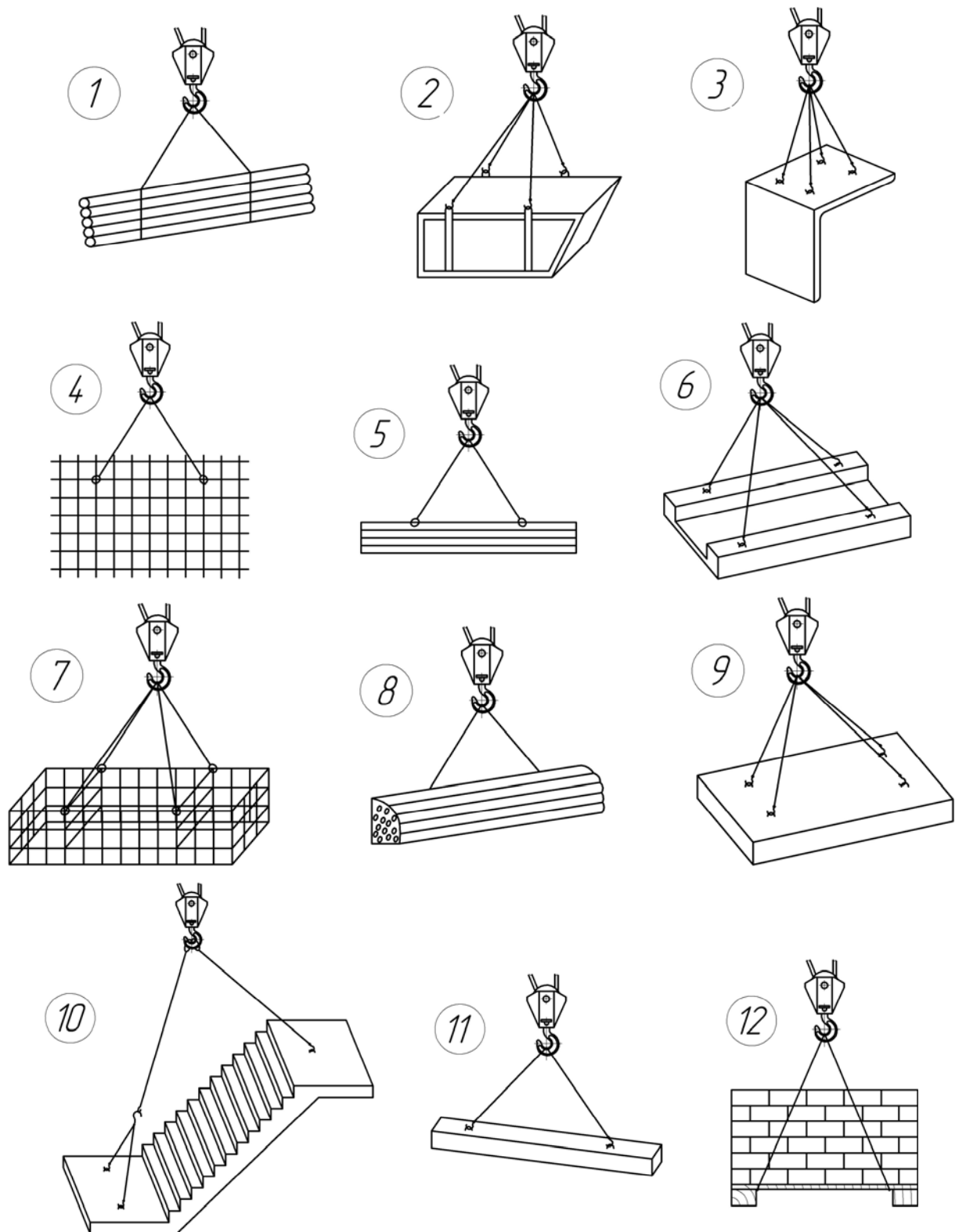
АНАЛІЗИ БУДІВЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ, ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТА ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Класифікація будівельних вантажів

Вантажі, які доставляються для зведення цивільних та житлових споруд, називають будівельними вантажами. Різноманітні будівельні вантажі класифікують за їхніми фізичними і геометричними характеристиками на 9 видів:

- сипучі - пісок, щебінь, гравій, ґрунти, будівельне сміття;
- порошкоподібні - цемент, вапно, гіпс, крейда;
- тістоподібні - бетонна суміш, розчин, вапняне тісто;
- дрібноштучні - цегла, дрібні блоки, бутовий камінь, асфальт в плитках, бідони з фарбою, вантажі в ящиках і мішках;
- штучні - віконні і дверні блоки, залізобетонні панелі і плити;
- довгомірні - залізобетонні та сталеві колони, ферми, труби, лісоматеріали;
- крупнооб'ємних - санітарно-технічні кабінки, блок-кімнати, блоки ліфтових шахт, великогабаритні контейнери;
- рідкі - бензин, гас, мастильні матеріали;
- великовагові - залізобетонні елементи значної маси, технологічне обладнання, будівельні машини, що доставляються на будівельний майданчик, на транспортних засобах.

Будівельні вантажі при їх транспортуванні можуть бути у тарі, у патентах або у вигляді окремих елементів. Це, рис. 1.1, пакети цегли або тротуарної плитки, залізобетонні балки, сходові марші, залізобетонні плити, армовані сітки або каркаси, дерев'яні пиломатеріали, щити, труби, бордюрний камінь, піддони та інш.



- 1 – труби; 2 – піддон; 3 – Г-образні елементи; 4 – армована сітка;
 5 – метал; 6 – щит; 7 – армований каркас; 8 – пиломатеріал;
 9 – залізобетонна плита; 10 – сходовий марш; 11 – залізобетонна балка;
 12 – пакет цегли, тротуарної плитки

Рис. 1.1. Будівельні вантажі

1.2. Вантажне автомобілебудування на Україні

Виходячи з різноманітності будівельних вантажів, їх геометричних параметрів та фізичних характеристик в будівництві, знайшли застосування найрізноманітніші засоби транспортування різнорідних вантажів, розроблені відповідні засоби їх навантаження та розвантаження.

Транспорт буває горизонтальний і вертикальний, зовнішній, внутрішньобудівельний і об'єктний. Зовнішнім транспортом перевозять будівельні вантажі, що надходять на будівельний майданчик ззовні. Внутрішньобудівельний транспорт забезпечує переміщення вантажів по території будівництва, а об'єктний - безпосередньо на об'єкті. В умовах індустріального будівництва значну частину таких вантажів, як, наприклад, збірні конструкції, доставляють від підприємств будівельної індустрії до робочих місць.

Для перевезення вантажів у будівництві використовують такі види транспорту: автомобільний - найбільш поширений (до 85% перевезень); тракторний для переміщення важких вантажів, особливо в умовах бездоріжжя; залізничний для зовнішніх перевезень (до 10% всіх перевезень) і рідше - для внутрішньо-майданних; повітряний для доставки вантажів у важкодоступні райони за допомогою великовантажних літаків, вертольотів або спеціальних транспортних дирижаблів; спеціальні види транспорту для внутрішньобудівельних і об'єктних переміщень будівельних вантажів.

Виходячи із приведеного, розглядаємо засоби завантаження та розвантаження автотранспортних засобів.

На Україні виробником вантажних автомобілів був і є завод «АвтоКрАЗ» (Полтавська область). Підприємство випускає як цивільну так і військову автомобільну техніку. Його відомі моделі КрАЗ-257К, 257К1, 250, 260, 65101, 65053, 255Б1, 63221 та за станом на 2020 рік знаходиться у процесі банкрутства.

Окремо розглянемо експериментальний трьохвісний КрАЗ М16.1Х із краном-маніпулятором, який представляє собою автомобіль – сортиментовоз підвищеної прохідності з капотною компоновкою кабіни та колісною формулою 6×6, оснащений сортиментовозним обладнанням та маніпулятором фірми «Велмаш» він призначений для транспортування, навантаження та розвантаження сортиментів лісу 2-, 4- або 6-метрової довжини, а також роботи в складі автопоїзду з причепом-сортиментовозом дорогами з твердим і ґрунтовим покриттям, а також по бездоріжжю. Автомобіль може експлуатуватися у різних природних, кліматичних та дорожніх умовах при температурі навколишнього повітря от -45 до +50 градусів [17].



Рис. 1.2. Загальний вид автомобіля КрАЗ М16.1Х

Довжина КрАЗ М16.1Х (Рис. 2.1) становить 10840 мм, ширина і висота - 2520 мм і 3900 мм відповідно. Він оснащений кабіною з капотом інтегрального типу, де моторний відсік має таку конструкцію, яка дозволяє встановлювати як V-подібні, так і рядні двигуни. Завдяки використанню сучасного інтегрального капота, максимально полегшений доступ до силового агрегату для його ремонту та обслуговування. Робоче місце водія наділене високими ергономічними показниками за рахунок комфортабельного крісла Pilot з пневматичною підвіскою, панорамним лобовим склом, який поліпшує оглядовість,

регульованою по висоті і вильоту рульовою колонкою, та інформативною панеллю приладів, а також невисоким рівнем вібрацій і шуму. КрАЗ М16.1Х оснащений кондиціонером і потужним обігрівачем салону. Автомобіль-сортиментовоз КрАЗ М16.1Х комплектується 11.12-літровим рядним шестициліндровим двигуном ЯМЗ-6511 (Євро-4) з турбонаддувом, потужність якого становить 362 кінських сили при 1900 об/хвилину і 1765 Нм пікового крутного моменту при 1200 об/хвилину. Поєднується він з 2-діапазонної 8-ступінчастою «механікою» 9JS200ТА і сухим однодисковим зчепленням MFZ-430. Автомобіль здатний розвинути максимальну швидкість 80 км/год, в середньому споживаючи на 100 км пробігу 33 літрів солярки. Споряджена маса КрАЗ М16.1Х становить 14200 кг, вантажопідйомність - 19000 кг, а повна маса автопоїзда - 63200 кг. Автомобіль оснащений гідроманіпулятором ОМЛТ-70-02 з максимальним вильотом стріли 7,3 метра. При мінімальному вильоті стріли в 3 метри він здатний піднімати до 2000 кг вантажів, а при максимальному - 900 кг. Повертатися колона може на 40 градусів [17].

1.3. Автомобільні крани-маніпулятори та їх особливості

Крани-маніпулятори та їх застосування.

Кран маніпулятор – це (скор. КМУ – крано-маніпуляторна установка) один з різновидів пристроїв для підйому вантажів, кран вільного базування. Основними призначеннями є розвантажувальні та навантажувальні роботи, демонтажні та монтажні роботи на нульових і мінусових позначках. Функціонування крана маніпулятора можливо тільки в складі з транспортної базою. Кран-маніпулятор монтується на гусеничні або колісні транспортні засоби (базове шасі) і застосовується при виконанні технологічних і робочих операцій з різними вантажами. Вантажний транспортний засіб, оснащений краном-маніпулятором, здатний виконувати 2 завдання: перевозити різні вантажі і виконувати роботу крана. КМУ має гідравлічний привід і телескопічну стрілу. При транспортуванні стріла компактно складена.

Кран-маніпулятор здатний перемістити вантаж в певне місце і в строго орієнтоване положення. Установка може розташовуватися як в передній частині за кабіною вантажівки, так і в задній частині кузова.

Застосування вантажних автомобілів, оснащених кранами-маніпуляторами, обумовлено рядом переваг:

- скорочено залучення додаткової спецтехніки та робочої сили. Кран-маніпулятор виконує завдання вантажівки і крана, при цьому процесом керує 1 людина - водій вантажівки;

- вантажні автомобілі, обладнані кранами-маніпуляторами, 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.

Таке обладнання розширює функції установки, наприклад, з'являються такі додаткові можливості, як:

- використання грейфера для збору металу, сипучих матеріалів;

- використання захватів для перевезення лісу кругляка, труб;

Крім того, використання КМУ має відносну простоту в управлінні функціями крана – так як здійснюється за допомогою важелів або дистанційного пульта.

Переваги використання автомобілів оснащених маніпуляторами полягають в тому, що вони об'єднують в собі два види машин, кран і транспортний засіб, або як кажуть «два в одному». Кран-маніпулятор встановлений на вантажний автомобіль, дозволяє механізувати багато видів вантажопідйомних операцій, економити значні людські ресурси і кошти, значно прискорити доставку вантажів за схемою «від дверей до дверей». Кран-маніпулятор –

багатофункціональне навісне обладнання. Слід сказати, що використання додаткового навісного обладнання значно розширює переваги маніпулятора як вантажопідйомного пристрою. Адже в базі він комплектується тільки гаком для підйому на стропах вантажів. Так гідравлічний керований гусак може значно збільшити обслуговуваний підстріловий простір і в той же час він без проблем складається, не доставляючи клопоту при переїздах. Зручність управління автомобільним краном маніпулятором. Для роботи на крані маніпуляторі не потрібні особливі навички, адже сучасне електрогідравлічне управління реалізоване у вигляді джойстика та дозволяє плавно, без ривків здійснювати всі робочі переміщення виконавчих органів машини. Інтуїтивно зрозумілий алгоритм управління дозволяє легко освоїти всі необхідні рухи, а наявність дистанційного пульта дозволить перетворити роботу в захоплюючу «гру». Привід гідронасоса крана маніпулятора виконується від коробки відбору потужності базового автомобіля, тому і не вимагають окремої гідростанції. Це дозволяє з малою витратою пального виконувати значні обсяги вантажопідйомних операцій [18].

Одне з найголовніших переваг автомобілів із кранами-маніпуляторами це мобільність. На сьогоднішній день, це єдиний вид техніки, здатний виконувати вантажопідйомні і транспортні операції одночасно і в цьому їх найбільший економічний ефект. Крім того, тросові гідравлічні крани маніпулятори, які випускає японська компанія Furukawa Unic corporation під торговою маркою Unic, можуть здійснювати не складно монтажні роботи на значних висотах. По суті це класична кранова установка з телескопічною стрілою в мініатюрі [18].

Використання та загальні характеристики кранів-маніпуляторів. Автомобіль з краном-маніпулятором прийнято використовувати в наступних випадках: для перевезення контейнерів, битовок, котлів, різних великовантажних і важких верстатів, механізмів, кіосків, ларьків, електростанцій і т.д. Незамінним даний вид транспорту став при перевезенні будівельних матеріалів на піддонах: піноблоків (пінобетону), газоблоків (газобетону), різних бетонних блоків, шлакоблоків, облицювальної та рядової

цегли, будівельних сумішей та цементу, а також штучних будівельних матеріалів, таких як плити перекриття, фундаментні блоки, вироби з металу і т.д. Найчастіше вони використовуються у дорожньому будівництві та для монтажу деяких будівельних матеріалів (фундаментних блоків ФБС, плит перекриття, монтажу металоконструкцій) і для подачі будматеріалів в важкодоступні місця [18].

Характеристики кранів-маніпуляторів:

– за типом складання:

Шарнірнозчленована конструкція, Z-типу. Найбільш поширений вид крана-маніпулятора в Європі, і в Україні. Телескопічний тип крану, L-подібний. По суті - звичайний гідравлічний кран. Менш поширений в Україні, більш широко представлений в країнах Азії: Японії, Кореї, Китаї.

– за типом управління:

Класичний варіант з машиністом-кранівником. Тут кранівник розташовується безпосередньо в кабіні крана-маніпулятора (відкритої або закритої). З дистанційним управлінням. Тут кранівник може перебувати в будь-якому доступному для роботи місці. Управління буває провідним, а буває по радіоканалу (дистанційне).

Недоліки.

Крани-маніпулятори важких серій мало розповсюджені у зв'язку з їх вартістю, відсутністю виробників шасі відповідної вантажопідймальності, а також с деякими особливостями конструкції: на відміну від автокрана, маніпулятор не має противаги. Відсутність противаги компенсується за рахунок збільшення розмаху опор та вантажності самого автомобіля, що викликає утруднення при підйомі и переміщені важких вантажів.

1.4. Патентні аналоги

Транспортування будівельних матеріалів відбувається різними автомобільними засобами. Особливо, якщо вони оснащені

вантажопідіймальними пристроями, або маніпуляторами. Оснащення маніпулятором вантажного автомобіля дозволить значно збільшити його можливості, маневреність при веденні вантажно-розвантажувальних і монтажних робіт.

Використання автомобіля із установленим на ньому обладнанням у значній мірі зручно і вигідно при веденні невеликих або віддалених вантажно-розвантажувальних робіт і при веденні невеликих обсягів монтажних робіт. Це дуже зручно з погляду того, що не треба залучати додаткові одиниці вантажопідійомної техніки.

Оснащення автомобілів подібним обладнанням могло б усунути недоліки нині існуючої техніки, які були описані у вступі.

Використання телескопічної стріли або обладнання робить стрілу більш маневреною, що дуже зручно при веденні вантажно-розвантажувальних і монтажних робіт на свою платформу або платформу поруч стоячого автомобіля штучних і запакованих вантажів масою 500...800 кг.

Базовий автомобіль, оснащений маніпулятором розміщеним у кінці рами шасі, забезпечує виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, так як збільшується зона обслуговування, як автомобіля так і причіпа.

Саме таким маніпулятором стрілове обладнання консольного типу, установлене у кінці платформи і укладається в транспортне положення поперек машини праворуч по ходу, яке приймають на основі патентного аналізу.

Воно складається з рами, на якій установлюється механізм повороту (колона) з несучим кронштейном. На кронштейні встановлюється на одній осі маятниковий важіль і основна секція стріли (рама стріли), зв'язані між собою датчиком обмежувача вантажного моменту, а також циліндра підйому та з'єднані важелем.

На рамі стріли встановлюється телескопічна стріла, зв'язана з нею циліндром зламу. На телескопічній стрілі встановлена або гакова підвіска або рейферний чи виловний захват.

Для забезпечення стійкості та розвантаження ходової частини автомобіля при роботі стрілового обладнання до рами автомобіля по обидва боки прикріплені виносні опори.

Застосування додаткового навісного обладнання на автомобіль набагато розширює його функції та збільшує продуктивність праці.

Патентне дослідження.

Метою даного патентного пошуку є виявлення найбільш наближених видів техніки, якими можуть бути оснащені вантажні автомобілі.

1.4.1. Авторське посвідчення №1296450. Вантажно-розвантажувальний пристрій. Автори: А.В. Шевченко, А.Б. Тихомиров, Р.А. Затван, В.А. Волков.

Винахід відноситься до автотранспортних засобів з вантажно-розвантажувальними пристроями і може бути використаний для доставки будівельних вантажів, у контейнерах і пакетах, а також для між об'єктних передислокацій інвентарних будинків.

Транспортний засіб, рис. 1.3, рис. 1.4, містить гідропідйомник 2, розташований на платформі. Гідропідйомник 2 містить телескопічну розсувну стрілу 3 і колону 4, усередині якої з можливістю осьового переміщення встановлений гідроциліндр 5, розміщений у напрямних 6. Гідроциліндр 5 зв'язаний із середньою частиною стріли 3 шарніром 7, а також з коромислом 8, на кінцях якого шарнірно закріплені аутригери 9 з опорними плитами 10.

У середній частині колони 4 закріплена обойма 14, установлена з можливістю повороту навколо її осі й оснащена зубчастим вінцем 15, що взаємодіє із шестірнею механізму 16 повороту. Хвостова частина стріли 3 і обойма 14 з'єднані між собою шарнірною ланкою 17.

Установка працює наступним чином.

У штокову порожнину гідроциліндра 5 подається робоча рідина, що викликає розсування гідроциліндра 5. Після упору плит 10 у ґрунт корпус гідроциліндра 5 зупиняється, а шток починає рух, забезпечуючи підйом стріли 3. Звільняється фіксатор 18, включається механізм 16 повороту, що через

зубчасту передачу обертає обойму 14 і пов'язану з нею за допомогою шарнірної ланки 17 стрілу 3. Підйом і опускання вантажу здійснюється за рахунок нахилу стріли 3, що виконується висуванням або втягуванням штока гідроциліндра 5.

Формула винаходу

Транспортний засіб, містить розміщені на платформі аутригери і гідропідйомник, виконаний у вигляді колони з розміщеним у ній гідроциліндром, шарнірно зв'язаним із середньою частиною телескопічної розсувної стріли, який відрізняється тим, що, з метою підвищення продуктивності вантажно-розвантажувальних робіт, він оснащений коромислом, який розміщений у вертикальному пазу, виконаному в нижній частині колони, і шарнірно зв'язаним з гідроциліндром, що встановлений у колоні з можливістю осьового переміщення.

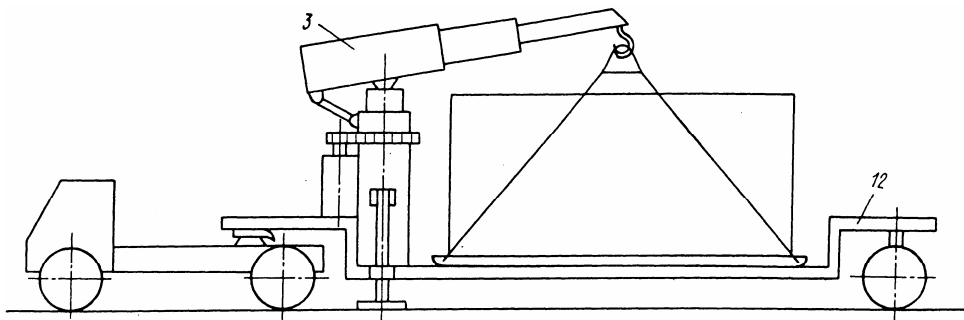


Рис. 1.3. Вантажно-розвантажувальний пристрій у положенні навантаження

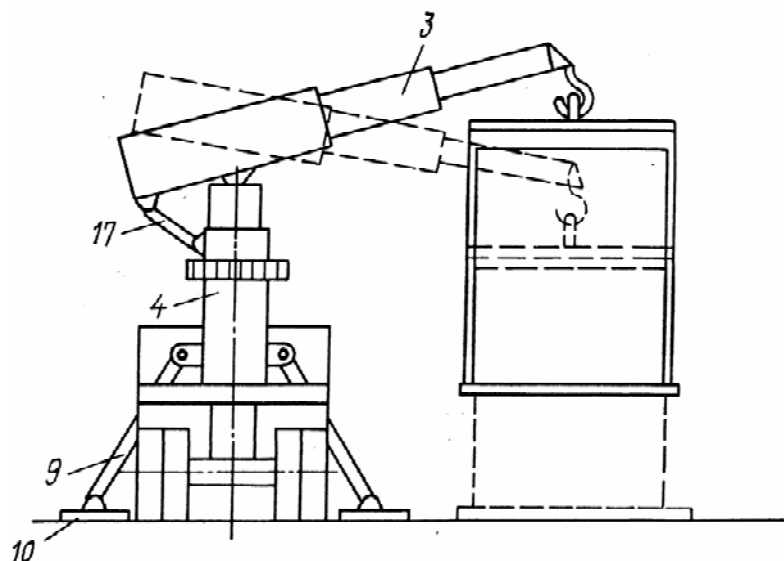


Рис. 1.4. Вантажно-розвантажувальний пристрій у положенні навантаження, вид ззаду.

1.4.2. Авторське посвідчення №260125. Стрілової мобільний кран.

Автори: І.П. Барсов і Н.І. Барсова.

Пропонований стрілової мобільний кран відрізняється від відомих тим, що площадка виконана висувною і змонтована на поворотній платформі крана.

Це забезпечує перевезення граничної ваги і зменшує маневрові операції стрілою.

Предмет винаходу.

Стріловий мобільний кран, який включає в поворотну платформу з вантажопідйомним і стрілопідйомним механізмами і площадку, розташовану в підстріловому просторі, для укладання на неї за допомогою власних вантажопідйомних засобів перевезених вантажів, який відрізняється тим, що з метою забезпечення перевезення вантажів граничної ваги і зменшення маневрових операцій стрілою, площадка виконана висувною і змонтована на поворотній платформі крана.

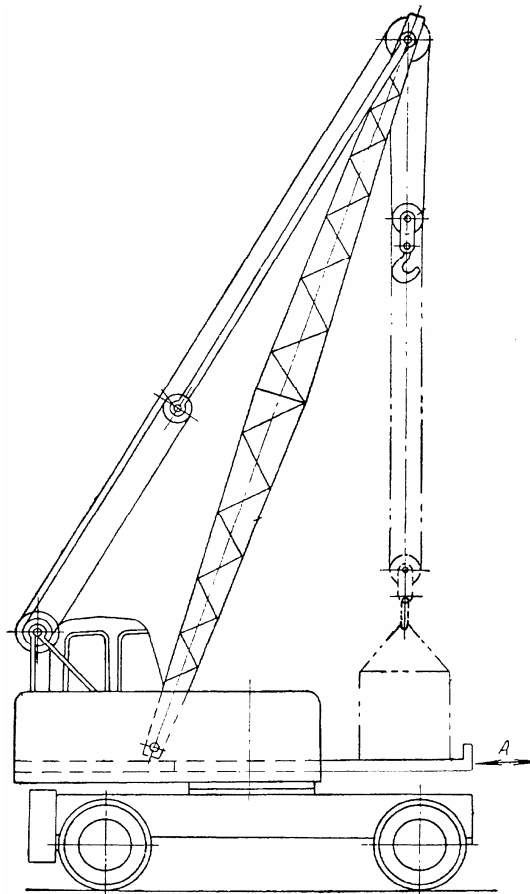


Рис. 1.5. Стріловий мобільний кран

1.4.3. Авторське посвідчення № 285653. Стріловий кран. Автор: Енс Торвальд Стовпе (Швеція).

Винахід, рис. 1.6, відноситься до стрілових кранів переважно для установки на вантажні автомобілі, які містять поворотну стійку, змонтовану на зазначеній стійці стрілу із шарнірно сполучених між собою кореневої та головної секцій, які складаються спільно верхніми поверхнями при переході крана в транспортне положення, а також гідравлічні циліндри розвороту секцій стріли, один із яких двосторонньої дії, розміщений під стрілою, установлений на кореневій секції і зв'язаний з головною секцією проміжною шарнірною ланкою.

Запропонований кран відрізняється тим, що стріла виконана з додатковою шарнірною розпіркою, змонтованою на кореневій секції і зв'язаною із проміжною ланкою, обладнаною консольною частиною для з'єднання з гідравлічним циліндром. При цьому сума геометричних довжин ділянок кореневої і головної секцій, які є ланками чотирьох ланцюгового шарнірного механізму, який включає в себе також проміжну ланку і розпірку, менш суми геометричних довжин інших ланок цього механізму. Це спрощує операцію складання стріли.

Предмет винаходу.

Стріловий кран переважно для установки на вантажні автомобілі, які містять поворотну стійку, змонтовану на зазначеній стійці стрілу із шарнірно сполучених між собою кореневої і головної секцій, які складаються спільно з верхніми поверхнями при переході крана в транспортне положення, а також гідравлічні циліндри розвороту секцій стріли, один із яких двосторонньої дії, розміщений під стрілою, установлений на кореневій секції і зв'язаний з головною секцією проміжною шарнірною ланкою.

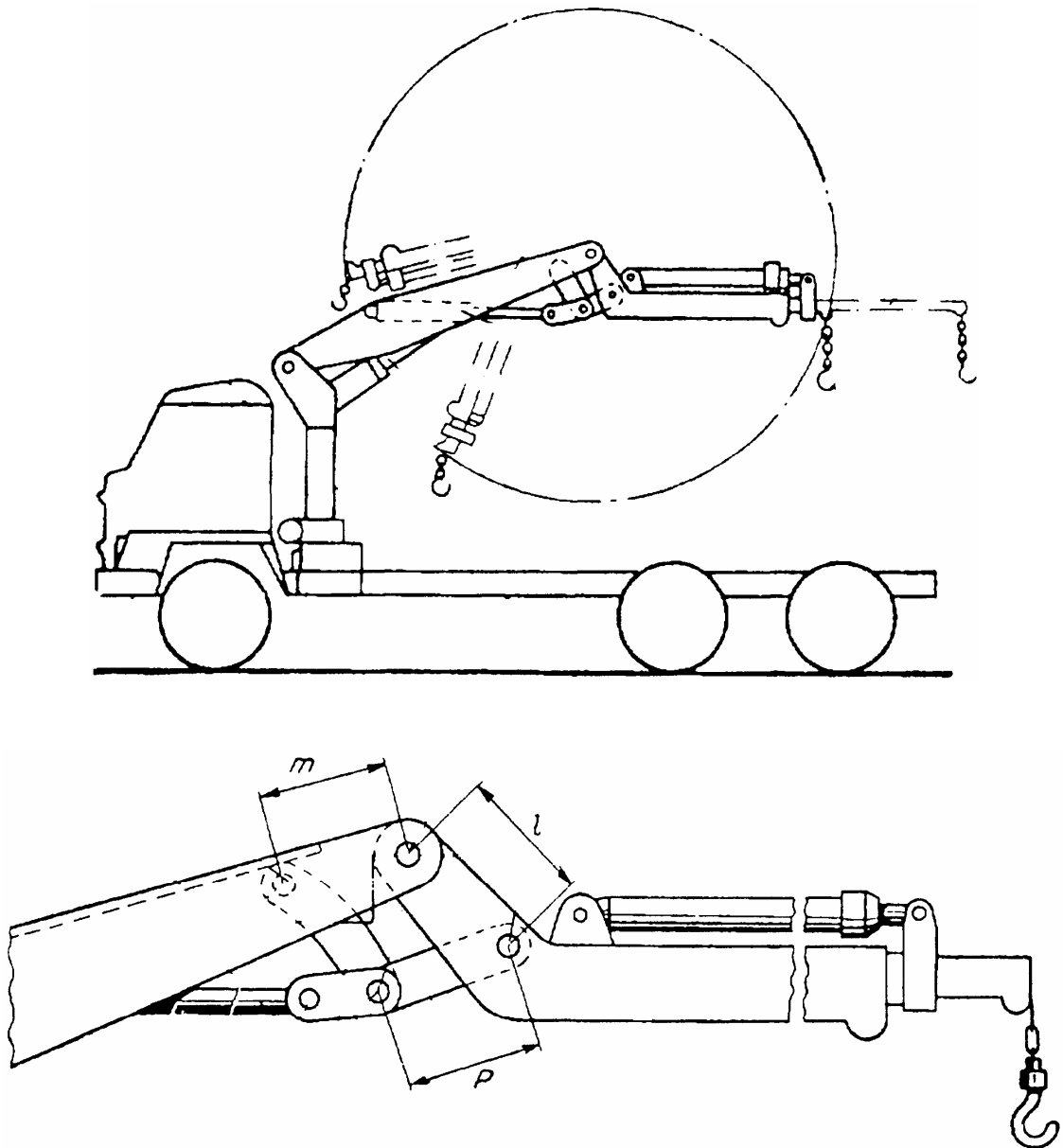


Рис. 1.6. Стріловий кран

1.4.4. Авторське посвідчення № 347290. Стріловий поворотний кран.

Автор: Л.С. Коровін.

Винахід, рис. 1.7, відноситься до вантажопідйомних механізмів, які застосовуються для укладання переважно довгомірних вантажів на транспортні засоби.

Відомі стрілові поворотні крани для укладання вантажів на транспортні засоби, змонтовані на кістяку, який кріпиться на транспортному засобі, який під'їжджає під кран, і приводиться від двигуна останнього. Кран містить

підйомно-опускнун стрілу з упором і пристрій для кріплення кістяка до рами транспортного засобу.

Однак при установці відомих кранів на платформі транспортного засобу останнє не може бути використане для укладання на нього вантажу, а при установці крана на причіпному візку неможливо перевозити довгомірні вантажі.

Ціль винаходу - забезпечення стійкості крана в робочому положенні та можливості само навантаження довгомірними вантажами.

Предмет винаходу.

Стріловий поворотний кран для укладання вантажів на транспортні засоби, змонтований на кістяку, який кріпиться на транспортний засіб, що під'їжджає під кран, і приводиться від двигуна останнього, утримуючу підйомно-опускнун стрілу з упором і пристрій для кріплення до рами транспортного П - засобу, який відрізняється тим, що, з метою забезпечення стійкості крана в робочому положенні і можливості саме навантаження довгомірними вантажами, кістяк виконаний образним, що охоплює фронтальний габарит, із шарнірно закріпленими на стійках кістяка аутригерами, а пристрій для кріплення кістяка до рами транспортного засобу виконано у вигляді кліщових затискачів, керованих, наприклад, за допомогою гідроциліндрів.

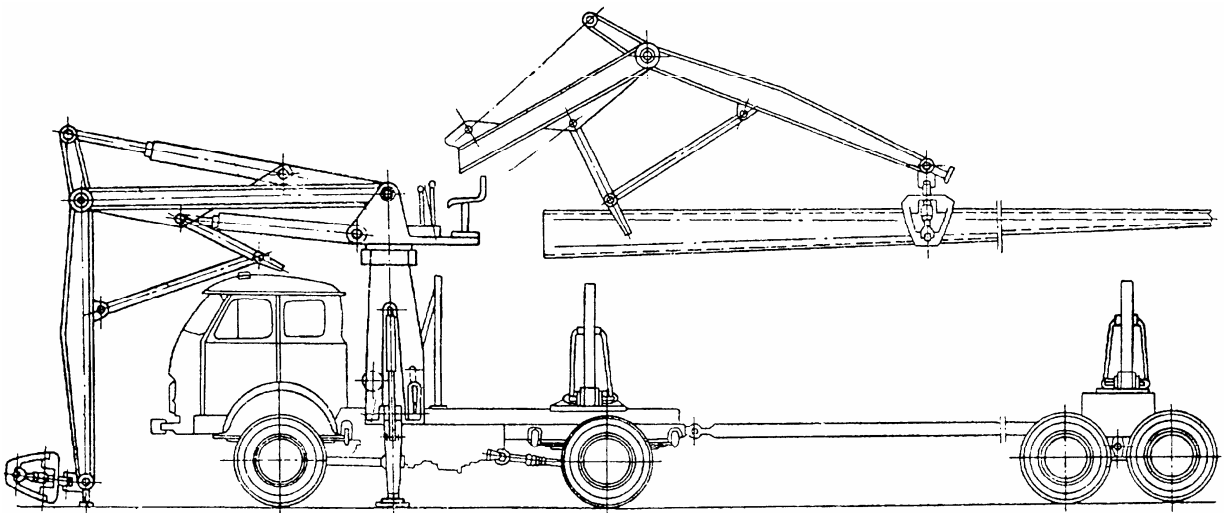


Рис. 1.7. Стріловий поворотний кран.

1.4.5. Авторське посвідчення № 737349. Вантажопідйомний кран на колісному ході. Автори: В.Д. Щербаков, Е.П. Кореников, А.П. Мірошников і В.К. Петров.

Відомий вантажопідйомний кран на колісному ході, рис. 1.8, рис. 1.9, який містить раму ходової частини і аутригери, що складаються з корпусу з висувними балками, які оснащені приводами їхнього висування і опорами.

Однак така модель крана характеризується недостатньою маневреністю в стиснутих умовах.

Ціль винаходу - підвищення маневреності крана в стиснутих умовах.

Робота пристрою здійснюється в наступним чином.

Аутригер 3 установлений знизу рами 10 ходової частини 1 так, щоб втулка входила в шайбу, утворюючи шарнір 29 для забезпечення кутового повороту корпусу 4 з висувними балками 6 у горизонтальній площині. Залежно від того, у яку сторону треба повернути аутригер, вільний кінець троса, укріпленого на корпусі, закріплюють на пальцях і, висуваючи балку 6 за допомогою силового циліндра 5, повертають аутригер на необхідний кут. Після цього при необхідності аутригер фіксують у цьому положенні за допомогою підпружиненого пальця розміщеного в стакані та взаємодіючого з отворами.

Формула винаходу.

Вантажопідйомний кран на колісному ході, який містить раму ходової частини і аутригер, який складається з корпусу з висувними балками, оснащеними приводами їхнього висування і опорами, що відрізняється тим, що, з метою підвищення маневреності крана в стиснутих умовах, на верхній частині корпусу жорстко закріплена шайба, а знизу рами ходової частини - втулка, по обидва боки від якої симетрично закріплені на корпусі опорні сектори з вушками, можна повертати аутригери щодо рами автомобіля в ту або іншу сторону.

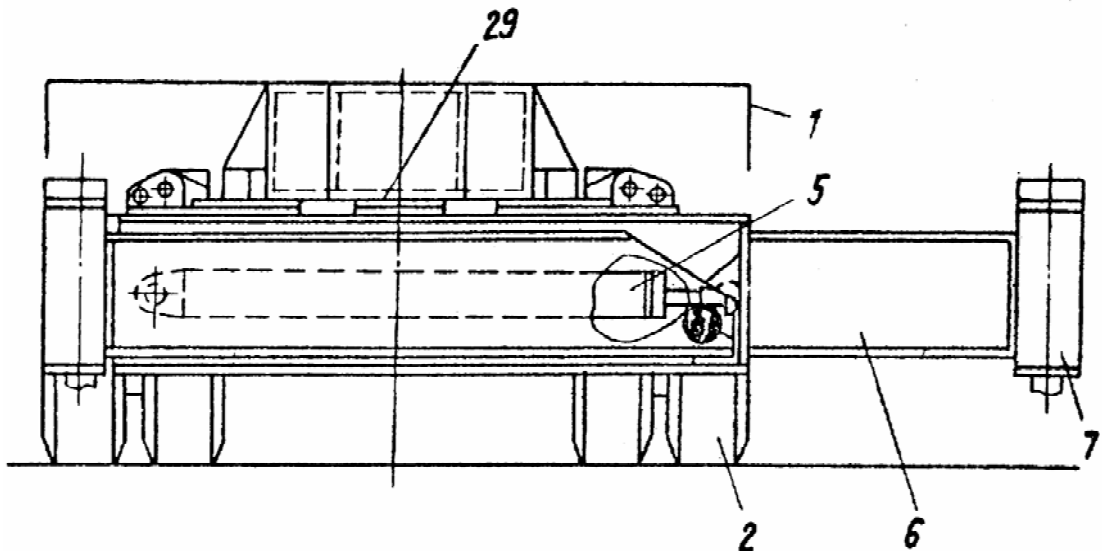


Рис. 1.8. Вид ззаду на аутригери

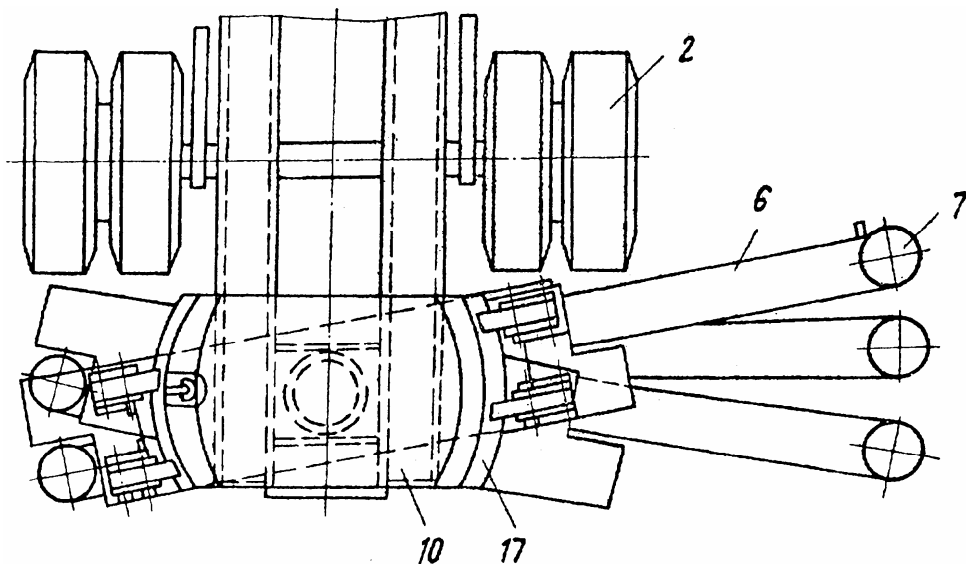


Рис. 1.9. Вид зверху на аутригери

1.4.6. Авторське посвідчення № 683937. Гідравлічний маніпулятор.
Автори: А.В. Жуков, Ю.І. Провоторов, А.В. Германський і С.Н. Терехов.

Винахід відноситься до підйомно-транспортного машинобудування і стосується конструювання гідравлічних маніпуляторів.

Гідравлічний маніпулятор, який містить телескопічний подовжувач із напрямною і котком, розташованим у корпусі рукояті, яка зв'язана зі стрілою,

змонтованої на опорно-поворотному пристрої, силові циліндри підйому стріли і висування телескопічного подовжувача і демпфіруючого пристрою, рис. 1.10.

Недолік зазначеного маніпулятора полягає у високих динамічних навантаженнях у процесі роботи, металоємності і низьким терміном служби.

Ціль - зменшення динамічних навантажень у процесі роботи, зменшення металоємності і підвищення терміну служби.

Для цього демпфіруючий пристрій, містить надпружинні зовнішній та внутрішній стакани, важіль із поздовжнім прорізом і підтримуючим котком на кінці і кронштейн із плитою та віссю, причому підтримуючий коток виконаний із прорізом, який взаємодіє з напрямного подовжувача, а вісь кронштейна заведена в поздовжній проріз важеля, вільний кінець якого зв'язаний із зовнішнім стаканом, при цьому подовжувач оснащений кінцевими упорами у вигляді підпружинених пальців, які взаємодіють із плитою кронштейна.

Ця система працює наступним чином:

Переміщення телескопічного подовжувача 1 у рукояті 2 здійснюється від гідроциліндра 3. Кочення підтримуючого котка 4 здійснюється по нижній стінці подовжувача. При цьому завдяки наявності на поверхні подовжувача напрямної 25 виробляється її центрування в увігнутій поверхні підтримуючого котка.

При роботі маніпулятора більші динамічні навантаження виникають у його елементах при максимальному вильоті подовжувача. Демпфіруючий пристрій, зв'язаний з важелем 8, який опирається на кронштейн 5, забезпечує постійне зусилля на пружний елемент 14, тобто підтримується постійна його деформація. Збільшення відстані між шарніром 10 і віссю 15 походить від взаємодії упору 20 із плитою 16. Зменшення вильоту подовжувача між шарніром 10 і віссю 15 відбувається до взаємодії протилежного упору 20 на плиту 16.

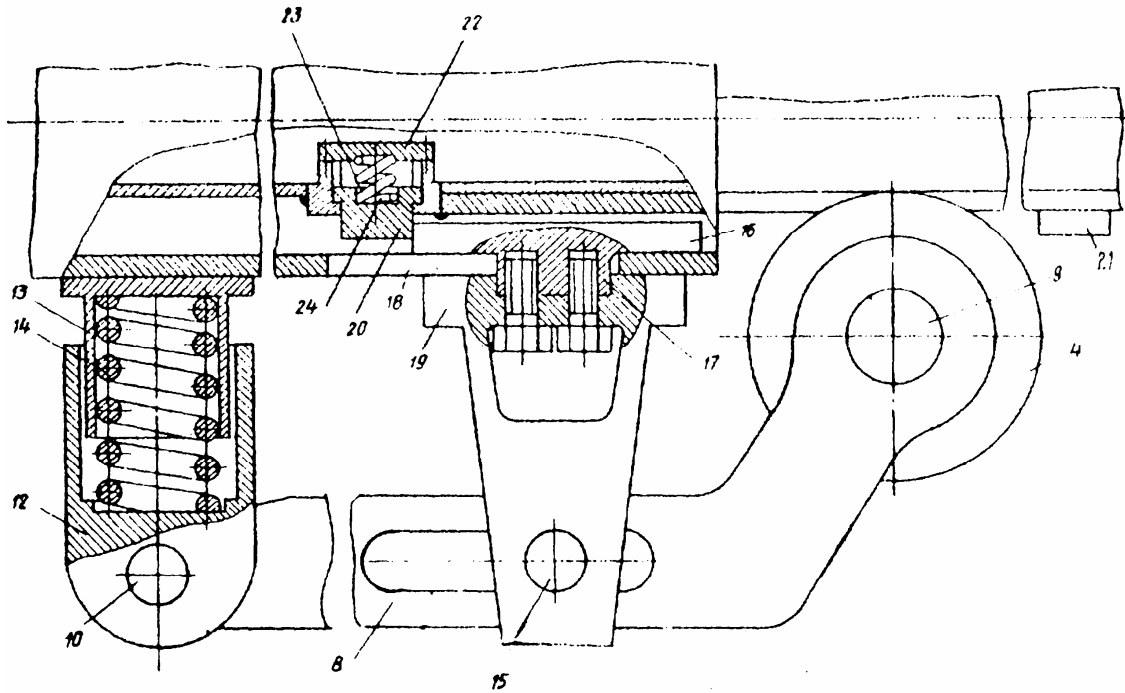


Рис. 1.10. Демпфіруючий пристрій.

1.4.7. Авторське посвідчення № 18681. Кран-маніпулятор. Автори: В.С. Ловейкін, В.Ф. Ярошенко, Д.О. Міщук.

Корисна модель відноситься до області підйомно-транспортної техніки, зокрема, до обладнання вантажного автомобіля індивідуальною вантажопідіймальною стрілою з можливістю переміщення її вантажозахоплюючого органу в координатах кузова автомобіля і за його межами, і призначений як для навантаження-розвантаження автомобіля, так і для забезпечення будівельних чи інших робіт де потрібна плавність руху робочого органу.

Кран-маніпулятор (рис. 1.11) складається з шасі 1 до рами 2 якої прикріплена нерухома рама 3 з висувними опорами 4, обладнаними опорними гідроциліндрами 5. На нерухомій рамі 3 вертикально встановлена поворотна колона 6 з приводом обертання від гідродвигуна 7 (рис. 1.12). До поворотної колони 6 шарнірно приєднана поворотна стріла 8 на кінці якої шарнірно закріплена телескопічна рукоять 9, обладнана на кінці вантажозахоплюючим пристроєм 10. Гідрравлічна апаратура крана-маніпулятора містить гідронасоси 11

й 12, двопотоковий гідророзподільник 13 з розташованими в ньому золотниками 14, напірні гідролінії 15 і 16, які зв'язані з направленими один назустріч одному проточними каналами 17 й 18 золотникового гідророзподільника 13, що забезпечує зустрічний рух потоків робочої рідини. В гідросхему також включені гідродвигуни робочих органів, а саме: підйому і опускання стріли 19, рукояті 20, висування телескопічної рукояті 21, гідроциліндри висувних опор 22, 23, а також зливні гідролінії 24, 25 що з'єднані з баком 26. Для зменшення гідравлічних ударів в гідравлічну схему включено гідроакумулятор 27.

Кран-маніпулятор працює наступним чином. Виставляють кран на висувні опори 4 з опорними гідроциліндрами 5. За допомогою двигуна базової машини приводять в роботу робочі гідронасоси 11 і 12. Від насоса 11 (рис. 1.12) робоча рідина по напірній гідролінії 15 потрапляє в проточний канал 17 багатозолотникового розподільника 13 і при нейтральному положенні всіх золотників робоча рідина по зливній гідролінії 25 потрапляє через фільтр 28 в гідробак 26. Від насоса 12 робоча рідина по напорній гідролінії 16 потрапляє в проточний канал 18 багатозолотникового розподільника 13 і при нейтральному положенні всіх золотників робоча рідина по зливній гідролінії 24 потрапляє через фільтр 28 в гідробак 26. При дії керуючим сигналом x_1 на золотниковий розподільник 13 відбувається ввімкнення однієї із секцій золотників багатозолотникового розподільника 13, перекривається проточний канал 17 і робоча рідина потрапляє до гідродвигуна 19, причому завдяки нарізаним на золотнику спеціальним дроселюючим щілинам 29 перекриття проточного каналу відбувається не миттєво, а поступово, що унеможлиблює гідравлічні удари великих амплітуд. Від гідродвигуна 19 робоча рідина потрапляє в зливну гідролінію 25 багатозолотникового розподільника 13. Аналогічною буде робота й гідронасоса 12.

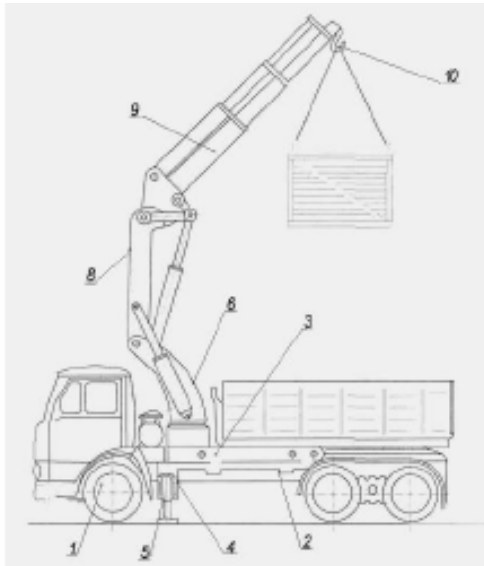


Рис. 1.11. Кран-маніпулятор

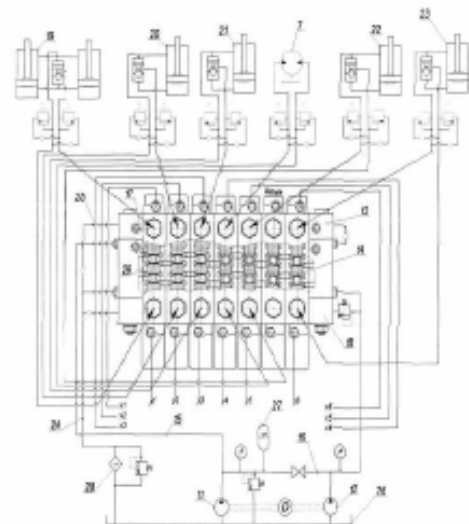


Рис. 1.12. Гідравлічна схема

1.4.8. Авторське посвідчення № 57021. Кран-маніпулятор вантажного автомобіля. Автор: В.М. Охримович.

Винахід відноситься до кранобудування, зокрема, до обладнання вантажного автомобіля індивідуальною вантажопідіймальною стрілою з можливістю переміщення її вантажозахоплюючого органу в координатах кузова автомобіля і за його межами, і призначений як для навантаження-розвантаження автомобіля, так і для забезпечення будівельних чи інших робіт.

Кран-маніпулятор вантажного автомобіля працює наступним чином.

Виставляють кран, рис. 3.11, рис. 3.12, на висувні опори 3 з опорними гідроциліндрами 4. Дією на рукоятки 35 долають зусилля пластинчатих пружин 37 і виводять гачки 34 із зачеплення з скобами 36. Гідроциліндром 31 через блочно-канатний поліспаст припідіймають складену по периметру кузова стрілу над бортами в площину близьку до горизонтальної. Гідроциліндрами 16 розгортають стрілу до випрямленого стану. Поворотом в шарнірі серги 28 виводять рукоятку 29 із фіксації у верхній вилці 25, а поворотом рукоятки 29 в пазу 24 на 90° обертають випрямлену стрілу навколо і власної поздовжньої осі на 90°, що супроводжується обертанням розрізаної обойми 19 навколо шийки 17 і під'ятника 18 і обертанням втулки 21 в кільці 23, при тому гідроциліндри 16

опиняються в одній вертикальній площині з поздовжньою віссю стріли, під стрілою. Таке положення стріли фіксують рукояткою 29 в боковій вилці 25. Далі, оперуючи обертанням поворотної колони і гідроциліндрами 16 і 31, досягають зміни кута повороту, вильоту стріли і висоти вантажозахоплюючого органа 14 – здійснюють переміщення вантажу по потрібних траєкторіях. Приведення кран-маніпулятора до початкового складеного стану здійснюють у зворотному порядку, при тому малі зусилля на рукоятку 29 для повернення гідроциліндрів 16 в горизонтальну площину обумовлені збалансуванням їх маси масою кутників 38, розташованих на протилежній відносно осі обертання стороні стріли.

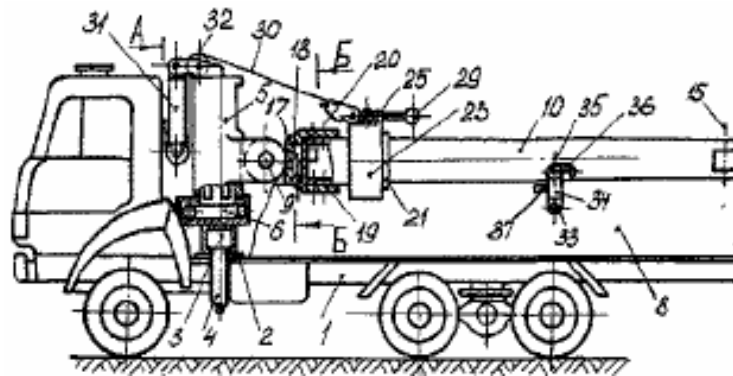


Рис. 1.13. Кран-маніпулятор вантажного автомобіля

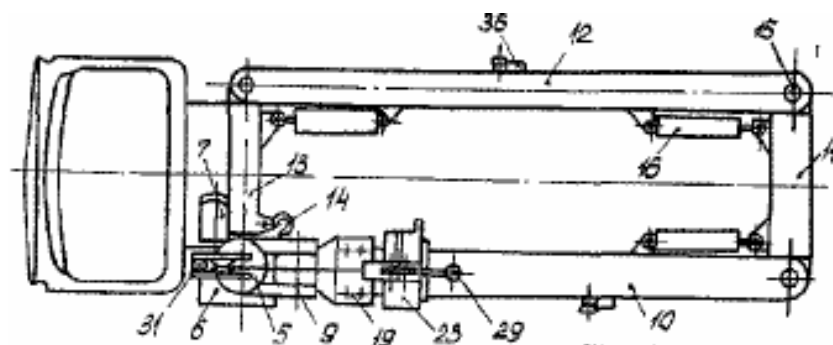


Рис. 1.14. Кран-маніпулятор вантажного автомобіля, вид зверху

1.4.9. Авторське посвідчення № 53842. Кран-маніпулятор із цифровим керуванням. Автори: В.С. Ловейкін, Д.О. Міщук.

Корисна модель відноситься до області підйомно-транспортної техніки, зокрема, до обладнання вантажного автомобіля індивідуальною вантажно-підйнятною стрілою з можливістю переміщення її вантажозахоплюючого

органу в координатах кузова автомобіля та за його межами, і призначена як для навантаження - розвантаження автомобіля, так і для забезпечення будівельних чи інших робіт де потрібна плавна та програмована по заданим законам руху робота робочого органу.

Кран-маніпулятор, рис. 1.15, працює наступним чином. Виставляють кран на висувні опори 4 з опорними гідроциліндрами 5. За допомогою двигуна базової машини приводять в роботу робочі гідронасоси 11 і 12. Від насосів 11 та 12 робоча рідина по напірній гідролінії 27 потрапляє в напірний канал секцій пропорційного розподільника 13 і при нейтральному положенні всіх золотників по зливній гідролінії 28 потрапляє через фільтр 16 в гідробак 17. Визначивши необхідний режим та траєкторію руху, оператор крана - маніпулятора за допомогою програмного забезпечення формує цифровий керуючий сигнал на комп'ютері 22, який потоком даних передається через контролер 21 на відповідний ЦАП 20, де відбувається перетворення цифрового сигналу на аналоговий - керуючу силу струму. Аналоговий сигнал від ЦАП по лінії зв'язку передається на відповідний підсилювач 19, де керуюча сила струму підсилюється до величини пропорційної величині струму живлення пропорційних електромагнітів 14. Підсилювач 19 через клемну коробку 18 подає струм до відповідного електромагніта 14 розподільника 13. При подачі на електромагніти 14 струму, вони встановляють відповідний золотник розподільника 13 в заданому положенні, тим самим відкривши прохідний отвір по якому робоча рідина потраплятиме до привідних гідроциліндрів крана - маніпулятора. По завершенні руху, оператор крана - маніпулятора формує на комп'ютері новий сигнал та передає його керуючі пристрої, робота яких буде аналогічно описаній вище.

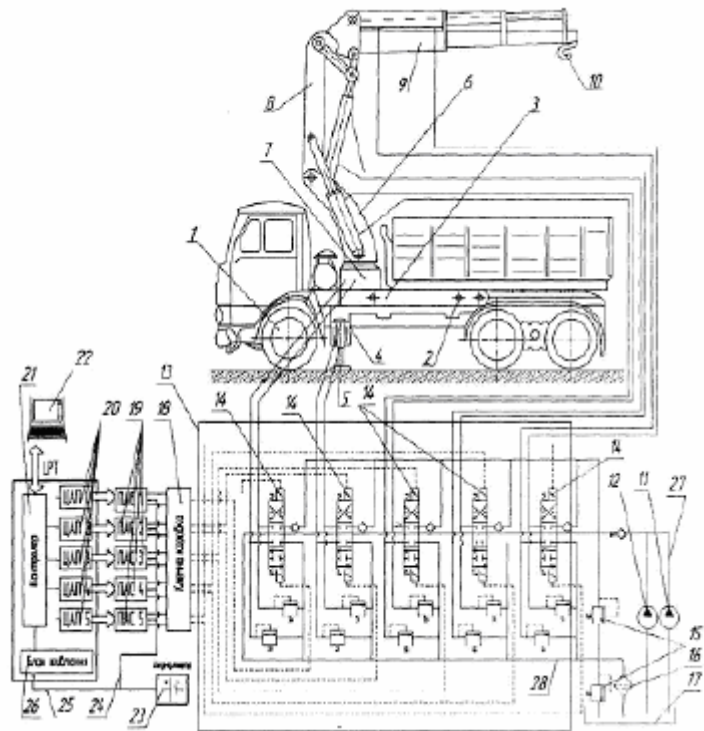


Рис. 1.15. Схеми крана та гідравлічної системи

1.4.10. Авторське посвідчення № 69226. Кран-маніпулятор стрілового типу. Автори: В.Г. Бобров, В.О. Держинський Д.А., Казанський, А.М. Ісакова.

Корисна модель належить до підйомно-транспортного машинобудування, а саме до спеціалізованих кранів-маніпуляторів стрілового типу, і може бути використана для оснащення автотранспортних засобів або на різного роду підприємствах, переважно, для механізованого навантаження і розвантаження насипних та штучних вантажів.

Кран-маніпулятор 1 стрілового типу (рис. 1.16, 1.17) містить встановлену на транспортному засобі 2, наприклад на шасі вантажівки, раму 3, з аутригерами 4, вертикальний поворотний стояк 5 з опорно-поворотним пристроєм 6 і механізмом обертання 7, змонтованим на рамі 3, шарнірно-зчленовану телескопічну стрілу 8 зі змінним вантажозахоплювальним органом, наприклад підвіскою гачка 9. Крім підвіски гачка, як вантажозахоплювальний орган також застосовують грейфер 10 або універсальний кліщовий захоплювач 11.

Шарнірно-зчленована телескопічна стріла 8 рухомо закріплена у верхній частині поворотного стояка 5 і забезпечена гідроциліндрами 12 і 13 підйому і повороту стріли відповідно і телескопічним гідроциліндром 14 висунення телескопічної частини 15 стріли 8. Кран-маніпулятор також містить мастилостанцію з гідросистемою і систему керування краном-маніпулятором.

Працює кран-маніпулятор стрілового типу таким чином.

Кран-маніпулятор стрілового типу 1, що встановлений на транспортному засобі 2, знаходиться у транспортному положенні. За допомогою гідроциліндрів 12 та 13, штоки яких максимально втягнуті, шарнірно-зчленована телескопічна стріла 8 розміщена між колонами 16 і 17 поворотного стояка 5. Гідроциліндри 23 аутригерів максимально втягнуті, важелі 22 аутригерів 4 підняті вгору. Перед початком роботи, кран-маніпулятор стрілового типу встановлюють у робоче положення (рис. 1.16, 1.17). Для цього, важелі 22 аутригерів 4 за допомогою гідроциліндрів 23 повертають у вертикальній площині вниз і фіксують у рамі 3 за допомогою шворнів. Оператор крана-маніпулятора знаходиться у кріслі стаціонарного поста керування 21.

Керуючи гідроциліндрами 12, 13 та 14, оператор послідовно повертає, опускає, піднімає та висовує телескопічні елементи 15 шарнірно-зчленованої стріли 8 у робоче положення, при цьому стріла 8 може бути обладнана гаковою підвіскою 9, грейфером 10 чи універсальним кліщовим захоплювачем 11. Далі оператор, керуючи краном-маніпулятором, виконує навантажувально-розвантажувальні роботи.

Після закінчення робіт оператор переводить елементи крана-маніпулятора стрілового типу в транспортне положення, виконуючи всі вищеописані операції в зворотній послідовності.

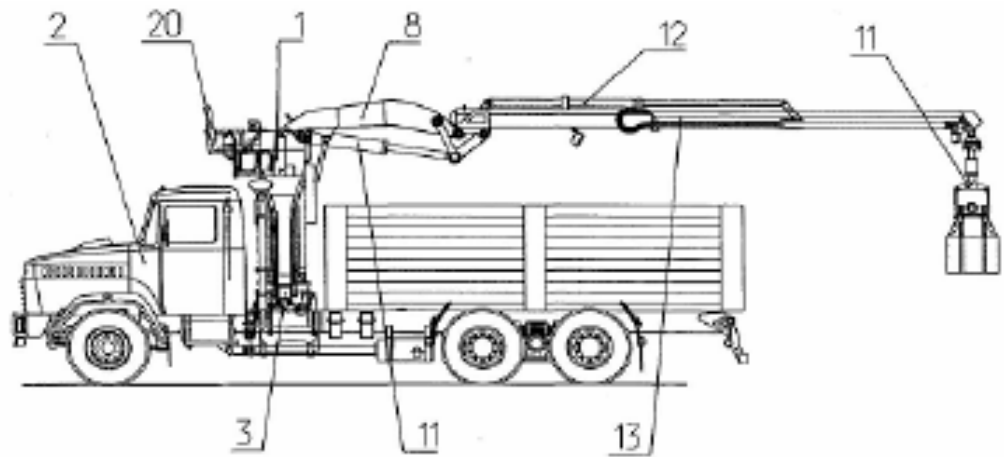


Рис. 1.16. Кран-маніпулятор стрілового типу

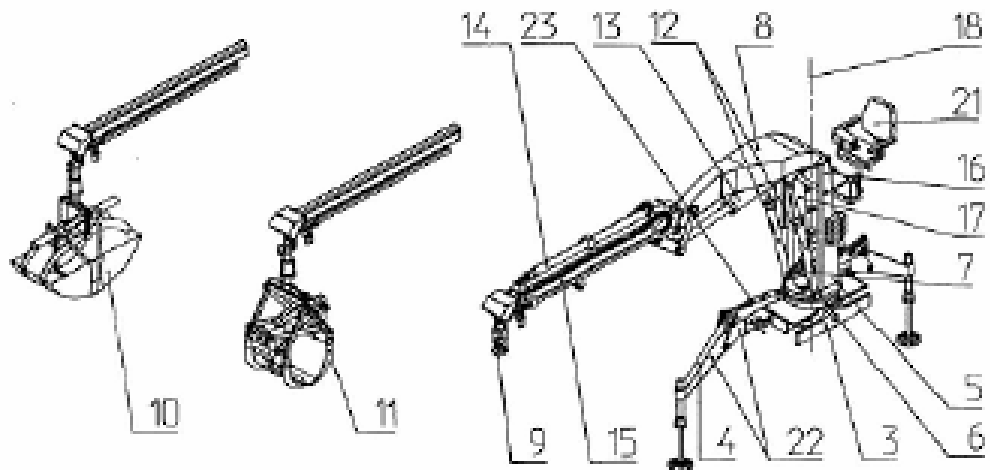


Рис. 1.17. Стрілова система в робочому положенні

Висновки до першого розділу

Приведена класифікація будівельних вантажів, які транспортуються автотранспортом, транспортних засобів та патентні пошуки аналогів. Найбільш близьким до теми роботи є авторське посвідчення № 69226 у якому представлений автомобіль із подібного типу маніпулятором і невеликою висувною стрілою встановленої на ньому, але установлений у кінці платформи базового автомобіля.

Таке рішення дозволило використовувати автомобіль із причепом які обслуговує один маніпулятор.

РОЗДІЛ 2

ДЮЧІ НАВАНТАЖЕННЯ ТА ЗУСИЛЛЯ

2.1. Визначення навантажень на колеса автомобіля у транспортному положенні

Визначення положення центра маси шасі спорядженого автомобіля.

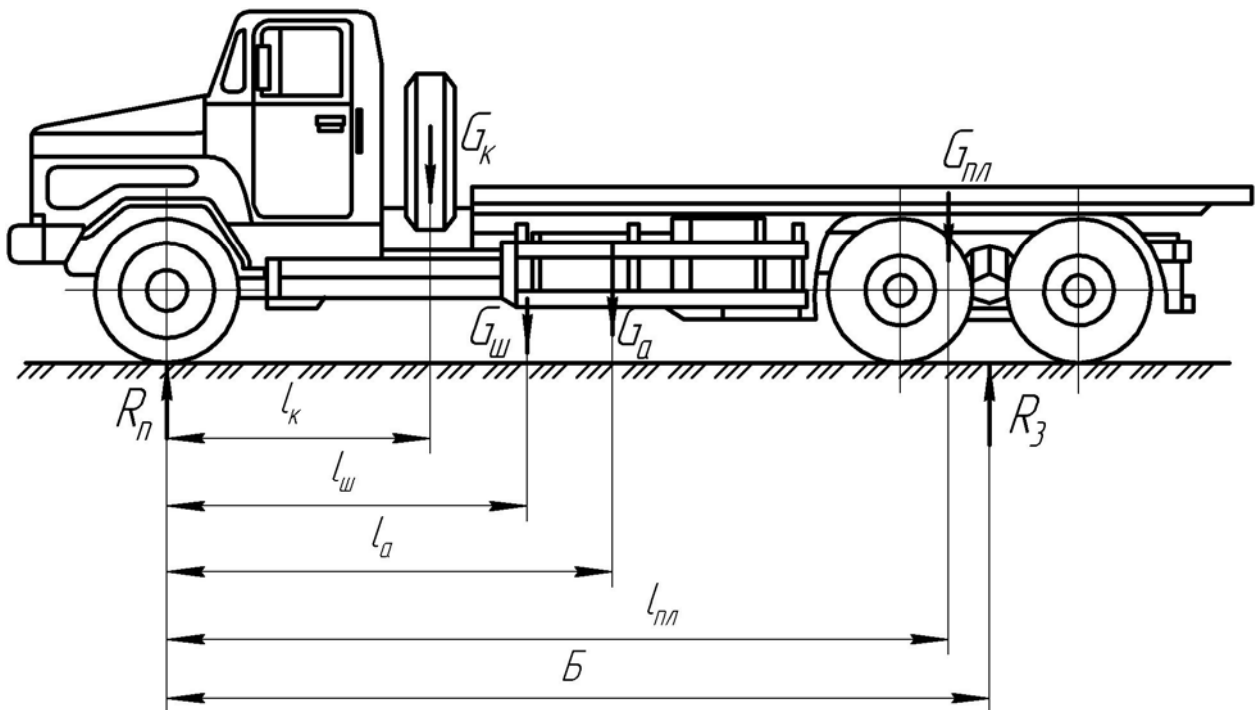


Рис. 2.1. Схема навантажень шасі

$G_a = 171,0$ кН – вага спорядженого автомобіля КрАЗ – 65053.

Розподіл ваги спорядженого автомобіля на передню вісь і задній візок:

$R_n = 80,0$ кН; $R_3 = 91,0$ кН;

Відстань центрів мас, відповідно, спорядженого автомобіля і шасі від осі передніх коліс, від опорної поверхні

$$l_a = \frac{R_3 \cdot B}{G_a} = \frac{91,0 \cdot 5580}{171,0} = 2969 \text{ мм}; \quad (2.1)$$

$$l_{ш} = \frac{R_n \cdot B}{G_{ш}} = \frac{80,0 \cdot 5580}{171,0} = 2610 \text{ мм}; \quad (2.2)$$

приймаємо $h_a = 1060$ мм; $h_{ш} = 980$ мм.

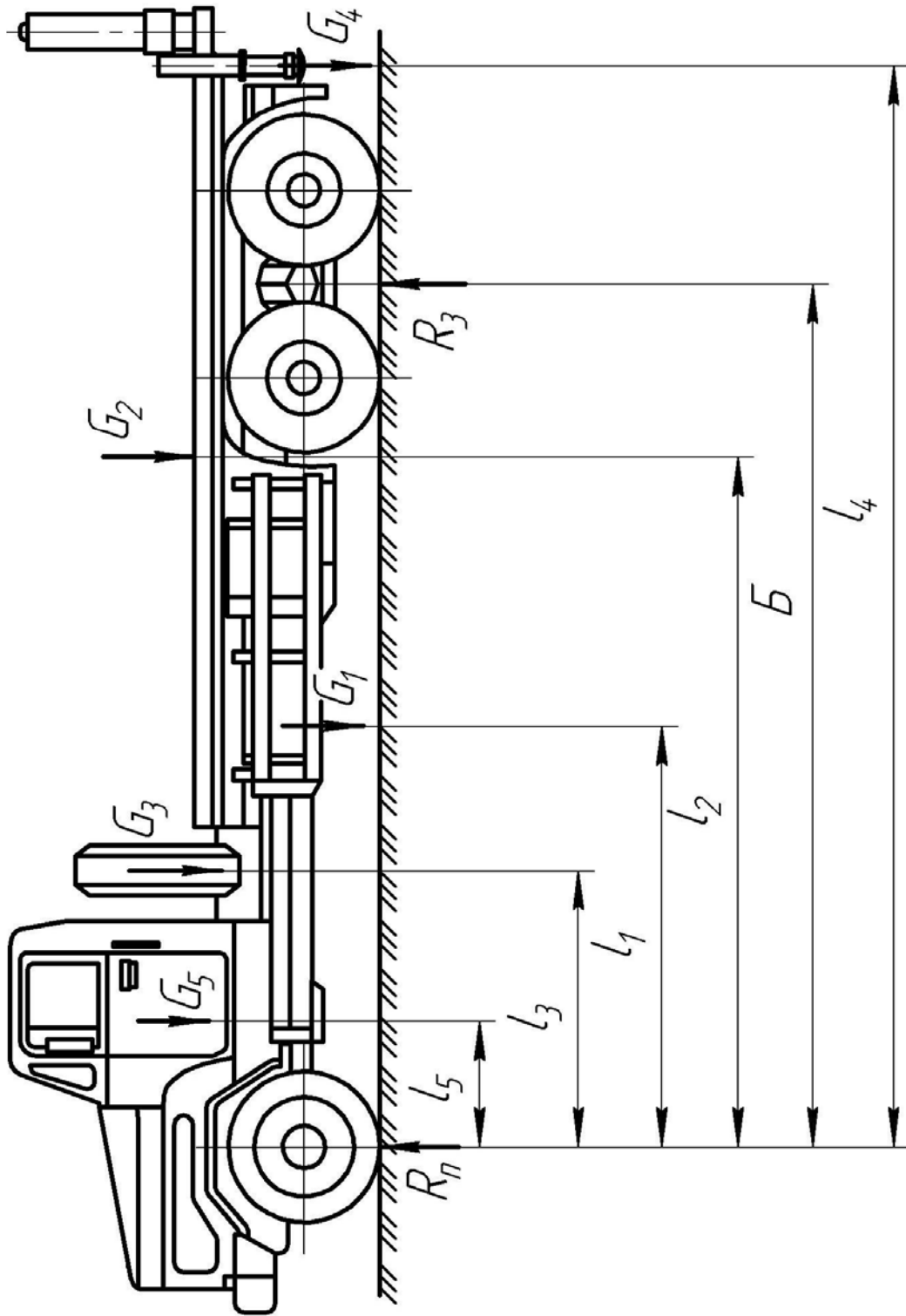


Рис. 2.2. Схема навантаження на колеса

Визначення навантажень на колеса й положення центра маси автомобіля зі стріловим обладнанням.

Автомобіль зі стріловим обладнанням показаний на рис. 2.2. Чисельні значення мас елементів G_i автомобіля і відстані їхніх центрів мас від осі передніх коліс і від опорної поверхні (для спорядженого автомобіля – h_{ic} , для автомобіля повної маси – h_{in}) наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Значення мас і відстаней

№	Найменування елемента	Вага G_i кН	Маса m_i кг	l_i мм	h_{ic} мм	h_{in} мм
1	Шасі автомобіля КрАЗ	109,7	10970	2969	980	965
2	Платформа, здвигнута на 400 мм	12	1200	4050	1790	1790
3	Стрілове обладнання в спорядженому стані	10.5	1050	9460	1850	1840
4	Запасне колесо	1.4	138	1770	815	780
5	Водій і два пасажери	2.4	240	400	–	1750
6	Вантаж на платформі	120	12000	4050	–	1760

Маса спорядженого автомобіля зі стріловим обладнанням

$$m_{ск} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 10970 + 1200 + 1050 + 138 = 13358 \text{ кг.} \quad (2.3)$$

Вага спорядженого автомобіля зі стріловим обладнанням $G_{сн.в} = 133,58$ кН.

Розподіл маси спорядженого автомобіля зі стріловим обладнанням на передню вісь і задній візок

$$R_n^{сн} = \frac{m_1 \cdot (B - l_1)}{B} + \frac{m_2 \cdot (B - l_2)}{B} + \frac{m_3 \cdot (B - l_3)}{B} - \frac{m_4 \cdot (l_4 - B)}{B} + \frac{m_5 \cdot (B - l_5)}{B}, \quad (2.4)$$

$$R_n^{сн} = \frac{10970 \cdot (5300 - 3195)}{5300} + \frac{1200 \cdot (5300 - 4050)}{5300} + \frac{1400 \cdot (5300 - 1770)}{5300} - \frac{1050 \cdot (9460 - 5300)}{5300} + \frac{138 \cdot (5300 - 550)}{5300} = 4357 + 283 + 932 - 824 + 128 = 4876 \text{ кг;}$$

$$R_3^{сн} = \frac{m_1 \cdot l_1}{B} + \frac{m_2 \cdot l_2}{B} + \frac{m_3 \cdot l_3}{B} + \frac{m_4 \cdot l_4}{B} + \frac{m_5 \cdot l_5}{B}, \quad (2.5)$$

$$R_3^{cn} = \frac{10970 \cdot 3195}{5300} + \frac{1200 \cdot 4050}{5300} + \frac{1400 \cdot 1770}{5300} + \frac{1050 \cdot 9460}{5300} + \frac{138 \cdot 550}{5300} =$$

$$= 6613 + 917 + 153 + 1874 + 14 = 9571 \text{ кг.}$$

Відстань центра маси спорядженого автомобіля зі стріловим обладнанням від осі передніх коліс і від опорної поверхні

$$l_{cn} = \frac{R_3^{cn} \cdot B}{G_{cn}} = \frac{7782 \cdot 5300}{13358} = 3088 \text{ мм;} \quad (2.6)$$

$$h_{cn} = \frac{G_1 \cdot h_{1c} + G_2 \cdot h_{2c} + G_3 \cdot h_{3c} + G_4 \cdot h_{4c}}{G_{cn}}, \quad (2.7)$$

$$h_{cn} = \frac{10970 \cdot 975 + 1200 \cdot 1790 + 1050 \cdot 1850 + 138 \cdot 815}{13358} = 1115 \text{ мм.}$$

Повна маса автомобіля зі стріловим обладнанням водієм і пасажирами та з вантажем

$$m_{\Pi} = m_{cn} + m_5 + m_6 = 13358 + 240 + 19000 = 32598 \text{ кг.} \quad (2.8)$$

Розподіл повної маси автомобіля з маніпулятором на передній і задній візок

$$R_n^n = R_n^{cn} + \frac{m_5 \cdot (B - l_5)}{B} + \frac{m_6 \cdot (B - l_6)}{B}, \quad (2.9)$$

$$R_n^n = 4983 + \frac{240 \cdot (5300 - 400)}{5300} + \frac{19000 \cdot (5300 - 4050)}{5300} = 10416 \text{ кг;}$$

$$R_3^n = R_3^{cn} + \frac{m_5 \cdot l_5}{B} + \frac{m_6 \cdot l_6}{B}, \quad (2.10)$$

$$R_3^n = 7782 + \frac{240 \cdot 400}{5300} + \frac{19000 \cdot 4050}{5300} = 7782 + 18 + 14519 = 22319 \text{ кг.}$$

Відстань центра повної маси автомобіля зі стріловим обладнанням від осі передніх коліс і від опорної поверхні

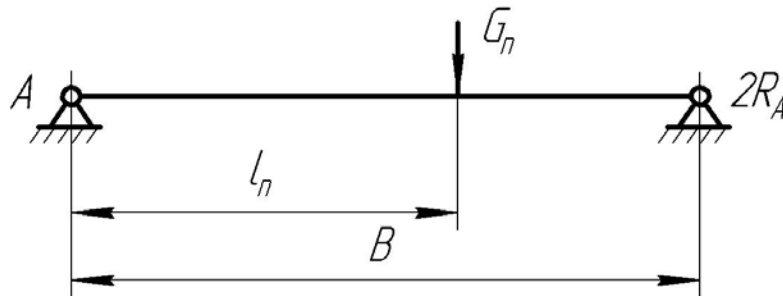
$$l_n = \frac{R_3^n \cdot B}{m_n} = \frac{22319 \cdot 5300}{32598} = 3629 \text{ мм;} \quad (2.11)$$

$$h_n = \frac{m_{cn} \cdot h_{cn} + m_5 \cdot h_{5n} + m_6 \cdot h_6}{m_n} = \frac{13358 \cdot 1115 + 240 \cdot 1750 + 19000 \cdot 1790}{32598} = 516 \text{ мм.} \quad (2.12)$$

2.2. Визначення навантажень на аутригери і передні колеса в робочому положенні

При визначенні навантажень на аутригери вважаємо, що задні колеса повністю розвантажені.

Навантаження на аутригери від маси спорядженого автомобіля зі стріловим обладнанням і вантажу масою $m_B = 19000$ кг на платформі.



G_n – повна вага автомобіля; $2R_a$ – навантаження на аутригери; B – відстань від осі аутригерів до осі передніх коліс візка

Рис. 2.3. Визначення навантажень на аутригери

Навантаження на аутригери.

$$2R_a = \frac{R_3^n \cdot B}{B} = \frac{223,19 \cdot 5300}{5850} = 202 \text{ кН.} \quad (2.13)$$

Навантаження на колеса при роботі з вантажем.

а) Навантаження на аутригери і задні колеса від маси спорядженого автомобіля з вантажем $G_B - Q$ на платформі

$Q_B = 6,4$ кН - вага вантажу на гаку стріли; $Q = 800$ кг - маса вантажу.

$G_B - Q = 192000 - 800 = 18200$ кг; $G_B - Q_B = 190 - 8,0 = 182,0$ кН.

Вважаємо, що вантаж на платформі рівномірно розподілений на передній ділянці платформи довжиною d .

$$d = \frac{11370}{12000} \cdot d_1, \quad (2.14)$$

де $d_1 = 4800$ мм – внутрішня довжина платформи,

$$d = \frac{11370}{12000} \cdot 4800 = 4548 \text{ мм.}$$

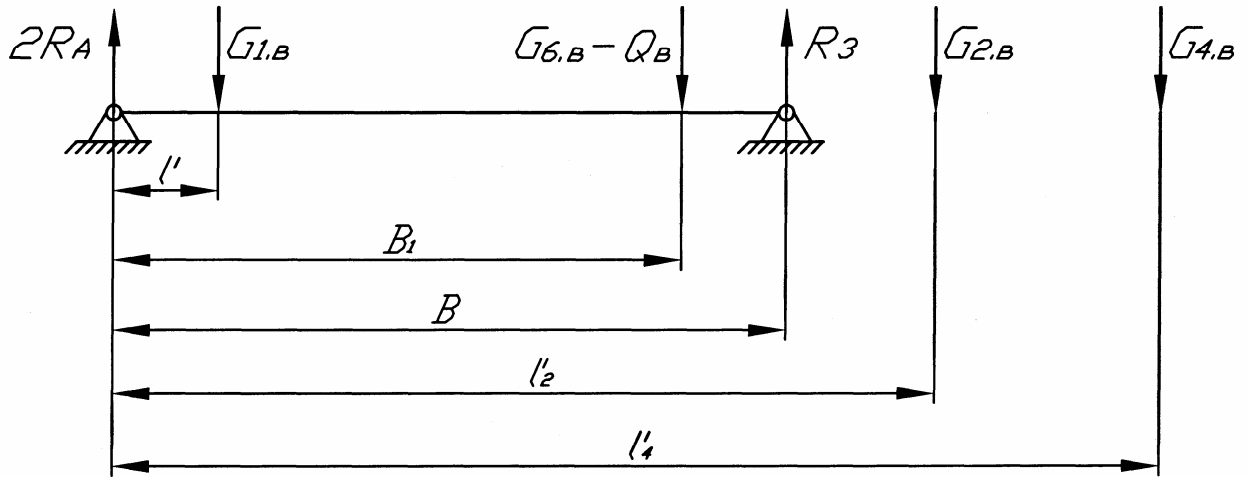


Рис. 2.4. Схема визначення навантажень на аутригери з вантажем

l'_1, B_1, l'_2, l'_4 – відстань від центрів відповідних мас:

$G_1, G_6 - Q, G_2, G_4$ – до осі аутригерів.

Навантаження на аутригери і задній візок

$$2R_a = \frac{G_{1,в} \cdot (B - l'_1)}{B} + \frac{(G_{6,в} - Q) \cdot (B - B_1)}{B} + \frac{G_{2,в} \cdot (B - l'_2)}{B} + \frac{G_{4,в} \cdot (B - l'_4)}{B}, \quad (2.15)$$

$$2R_a = \frac{109,7 \cdot (3000 - 1448)}{3000} + \frac{(120 - 6,4) \cdot (3000 - 2500)}{3000} + \frac{12 \cdot (3000 - 3100)}{3000} + \frac{1,4 \cdot (3000 - 4400)}{3000} =$$

$$= 57 + 19 - 0,4 - 0,7 = 75 \text{ кН};$$

$$R_3 = \frac{G_{1,в} \cdot l'_1}{B} + \frac{(G_{6,в} - Q) \cdot B_1}{B} + \frac{G_{2,в} \cdot l'_2}{B} + \frac{G_{4,в} \cdot l'_4}{B}, \quad (2.16)$$

$$R_3 = \frac{109,7 \cdot 1448}{3000} + \frac{113,6 \cdot 2500}{3000} + \frac{12 \cdot 3100}{3000} + \frac{1,4 \cdot 4400}{3000} = 162 \text{ кН}.$$

б) Навантаження на аутригери і задні колеса від маси стрілового обладнання і вантажу на стрілі.

Стріла з вантажем спрямована уздовж автомобіля

Навантаження на аутригери і задній візок

$$2R_a = \frac{G_{нн,в} \cdot (B + l_{нн})}{B} + \frac{G_{н,в} \cdot (B - l_n)}{B} + \frac{Q_v \cdot (B - l)}{B}, \quad (2.17)$$

$$2R_a = \frac{5,15 \cdot (3000 - 180)}{3000} + \frac{5,35 \cdot (3000 - 1160)}{3000} + \frac{6,2 \cdot (3000 - 4820)}{3000} = 4 \text{ кН};$$

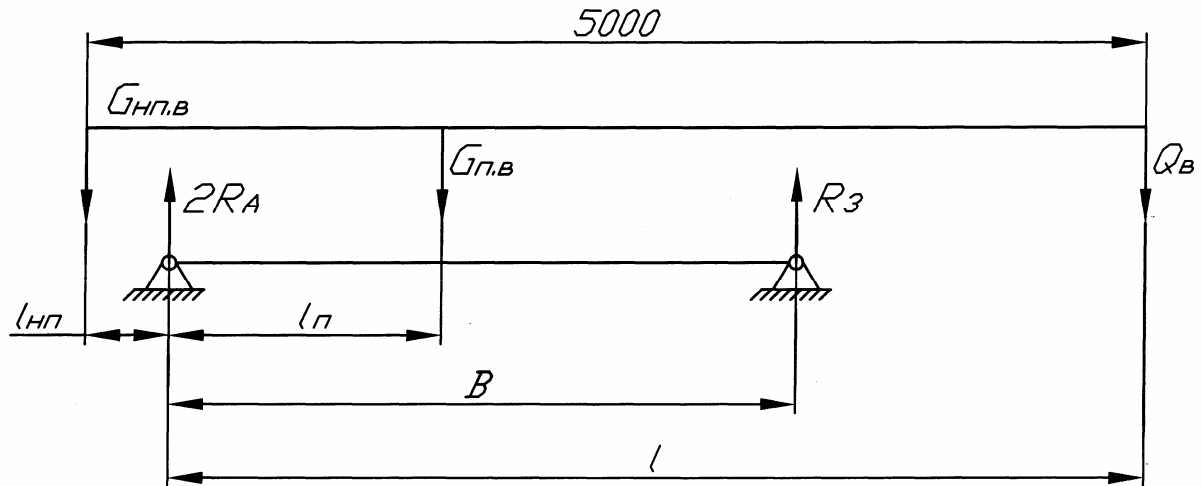


Рис. 2.5. Схема визначення навантажень на аутригери з вантажем

$G_{np,в} = 5,15$ кН – вага неповоротної частини стрілового обладнання;

$G_{п,в} = 5,35$ кН – вага поворотної частини стрілового обладнання;

l_{np}, l_n, l – відстань від центрів відповідних мас $G_{np,в}, G_{п,в}, Q_B$ до осі аутригерів.

$$R_3 = -\frac{G_{np,в} \cdot l_{np}}{B} + \frac{G_{п,в} \cdot l_n}{B} + \frac{Q_B \cdot l}{B} = -\frac{5,15 \cdot 180}{3000} + \frac{5,35 \cdot 1160}{3000} + \frac{6,4 \cdot 4820}{3000} = 18 \text{ кН.} \quad (2.18)$$

Тому що вісь колони зміщена на 180 мм щодо поздовжньої осі автомобіля, то зусилля в лівому і правому аутригерах становить

$$R_a^n = \frac{2 \cdot R_A \cdot l'_{nl}}{A} = \frac{4 \cdot 1305}{2250} = 2,3 \text{ кН;} \quad (2.19)$$

$$R_a^n = \frac{2 \cdot R_A \cdot (A - l'_{nl})}{A} = \frac{4 \cdot 945}{2250} = 2 \text{ кН.} \quad (2.20)$$

Стріла спрямована поперек автомобіля (вліво по ходу машини).

Навантаження на аутригери з врахуванням того, що вісь колони зміщена щодо осі аутригерів на 180 мм уперед до осі передніх коліс

$$R_A^n = \left(\frac{G_{nl,в} \cdot l'_{nl}}{A} + \frac{G_{л,в} \cdot l'_л}{A} + \frac{Q_B \cdot l'}{A} \right) \cdot \frac{B + 180}{B}, \quad (2.21)$$

$$R_A^n = \left(\frac{5,15 \cdot 1305}{2250} + \frac{5,35 \cdot 2645}{2250} + \frac{6,2 \cdot 6305}{2250} \right) \cdot \frac{3072 + 180}{3072} = 28 \text{ кН;}$$

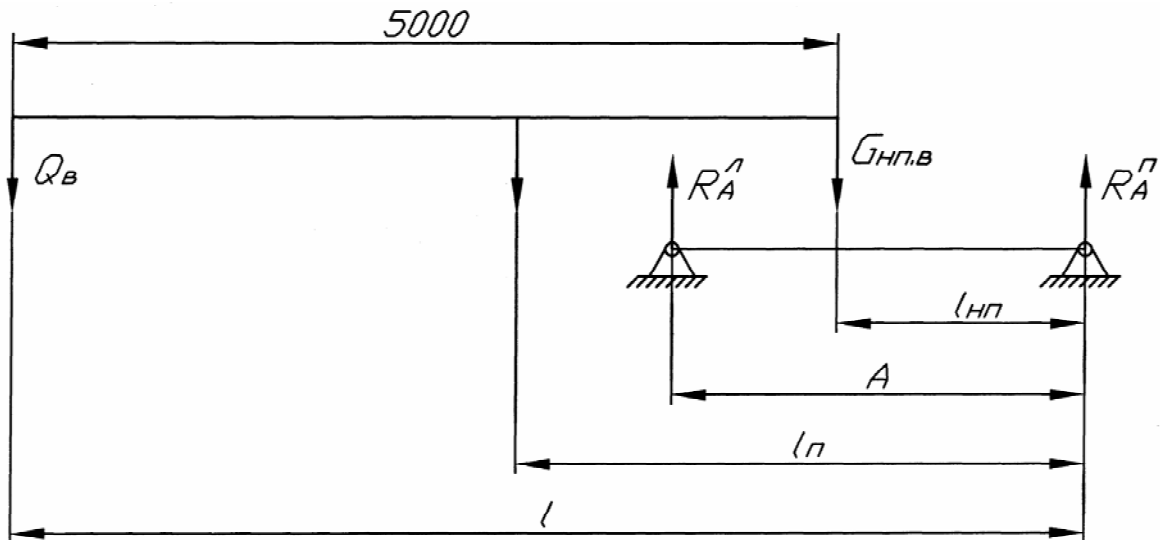


Рис. 2.6. Схема визначення навантажень на аутригери
с вантажем поперек машини

R_A^l – навантаження на лівий аутригер;

R_A^p – навантаження на правий аутригер;

$l'_{нл}, l'_{нп}, l'$ – відстань від центрів відповідних мас до осі правого аутригера;

A – відстань між аутригерами.

$$R_A^l = \left(\frac{G_{нл.с} \cdot (A - l'_{нл})}{A} + \frac{G_{нп.с} \cdot (A - l'_{нп})}{A} + \frac{Q_с \cdot (A - l')}{A} \right) \cdot \frac{B + 180}{B} = \quad (2.21)$$

$$= \left(\frac{5,15 \cdot (2250 - 1305)}{2250} + \frac{5,35 \cdot (2250 - 2645)}{2250} + \frac{6,2 \cdot (2250 - 6305)}{2250} \right) \cdot \frac{3072 + 180}{3072} = -10,3 \text{ кН.}$$

в) Сумарні навантаження на аутригери.

Стріла спрямована уздовж автомобіля

$$R_a^n = \frac{2 \cdot R_A^l}{2} + 2,3 = \frac{75}{2} + 2,3 = 39,8 \text{ кН;} \quad (2.22)$$

$$R_a^n = \frac{2 \cdot R_A^p}{2} + 2 = \frac{75}{2} + 2 = 39,5 \text{ кН.} \quad (2.23)$$

Стріла спрямована уздовж автомобіля

$$R_a^n = \frac{2 \cdot R_A^l}{2} + 28 = \frac{75}{2} + 28 = 65,5 \text{ кН;} \quad (2.24)$$

$$R_a^n = \frac{2 \cdot R_A^p}{2} - 10,3 = \frac{75}{2} - 10,3 = 27,2 \text{ кН.} \quad (2.25)$$

2.3. Визначення зусиль у стрілі

Стріла складається з наступних основних вузлів: кронштейн, маятник, рама, телескопічна стріла, циліндр підйому, циліндр зламу і циліндр переміщення (телескопічний).

Максимальний робочий тиск у гідроциліндрах $Q\Pi = 16$ МПа.

Максимальний хід циліндрів:

- циліндра підйому – $S_1 = 500$ мм;
- циліндра зламу – $S_2 = 450$ мм;
- циліндра переміщення – $S_3 = 2000$ мм.

Діаметри поршнів циліндрів підйому і зламу $D = 125$ мм.

Діаметри штоків циліндрів підйому і зламу $d = 80$ мм.

Діаметри переміщення:

1-ої секції - 80 мм;

2-ої секції - 50 мм.

Діаметр плунжера 1-ої секції - 70 мм.

Діаметр штока 2-ої секції - 32 мм.

2.3.1. Визначення зусиль у телескопічній стрілі при висуванні з вантажем. Приведена на рис 2.7. схема зусиль відповідає висуванню внутрішньої балки. Ця ж схема використовується для визначення зусиль при висуванні середньої балки.

Зазначені зусилля визначаються з однієї й тої ж системи рівнянь:

$$\begin{cases} R - G \cdot \sin \psi - N_1 \cdot f_1 - N_2 \cdot f_2 = 0; \\ N_1 - N_2 - G \cdot \cos \psi = 0; \\ N_2 \cdot (a + \vartheta - n) - N_1 \cdot (\vartheta - n) - N_1 \cdot f_1 \cdot m - N_2 \cdot f_2 \cdot c - G \cdot l \cdot \sin \psi - G \cdot n \cdot \cos \psi = 0. \end{cases} \quad (2.26)$$

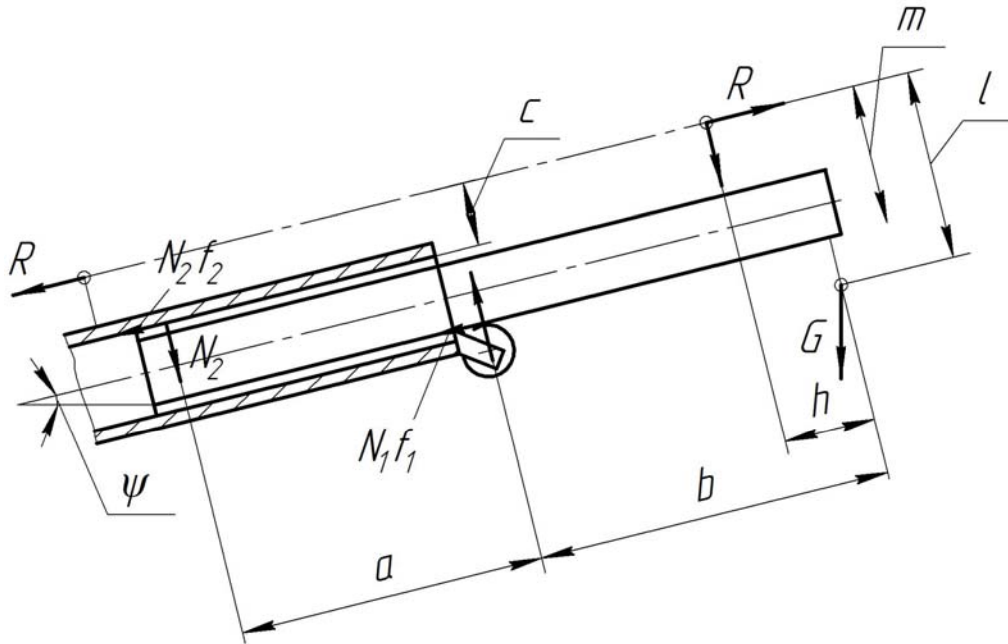
Тут: f_1 - коефіцієнт тертя котків по висунутих балках;

f_2 - коефіцієнт тертя ковзання бронзових пластин по балках.

$$f_1 = \frac{f \cdot d + 2 \cdot M}{D}; \quad (2.27)$$

де $f = 0,1$ - коефіцієнт тертя ковзання бронзових втулок по сталевих осях котків;

$M = 0,6$ мм - плече тертя катання котків по балках телескопічної стріли;
 d - діаметри осей котків;
 D - діаметри котків.



G - вага вантажу на гаку стріли;
 ψ - кут нахилу осі телескопічної стріли до горизонту;
 R - зусилля в циліндрі переміщення;
 N_1 - реакції котків, що діють на висунуту балку;
 N_2 - реакції пластин, що діють на висунуту балку.

Рис. 2.7. Схема визначення зусиль у телескопічній стрілі

Діаметри котків основи телескопічної стріли і середньої балки $D = 66$ мм,
діаметри осей цих котків $d = 50$ мм;

$$f_1 = \frac{0,1 \cdot 50 + 2 \cdot 0,6}{66};$$

$$f_2 = f = 0,1.$$

Рішення системи рівнянь дає

$$\begin{cases} N_1 = \frac{G \cdot [(a + \epsilon - c \cdot f_2) \cdot \cos \psi + l \cdot \sin \psi]}{a - m \cdot f_1 - c \cdot f_2}, \\ N_2 = \frac{G \cdot [(\epsilon + m \cdot f_1) \cdot \cos \psi + l \cdot \sin \psi]}{a - m \cdot f_1 - c \cdot f_2}, \\ R = G \cdot [a - m \cdot f_1 - c \cdot f_2 + (f_1 + f_2) \cdot l] \cdot \frac{\cos(\psi - \theta)}{(a - m \cdot f_1 - c \cdot f_2) \cdot \sin \theta}. \end{cases} \quad (2.28)$$

$$\text{де: } \operatorname{ctg} \theta = \frac{a \cdot f_1 + \epsilon \cdot (f_1 - f_2) + (m - c) \cdot f_1 \cdot f_2}{a - m \cdot f_1 - c \cdot f_2 + (f_1 + f_2) \cdot l}. \quad (2.29)$$

При фіксованих вантажопідйомності і ході зусилля в циліндрі переміщення досягає максимуму при $\psi = \theta$, а

$$N_1 \text{ при } \psi_1 = \operatorname{arctg} \frac{l}{a + \epsilon - c \cdot f_2}; \quad (2.30)$$

$$N_2 \text{ при } \psi_2 = \operatorname{arctg} \frac{l}{\epsilon + m \cdot f_1}. \quad (2.31)$$

Визначення зусиль при висуванні середньої балки виконується у випадках 1 і 2, а при висуванні внутрішньої втулки тільки у випадку 1.

У випадку 1 для середньої балки маємо: $a = 305$ мм, $\epsilon = 2235$ мм, $c = 110$ мм, $m = 267$ мм, $l = 343$ мм.

Реакція котка, пластини і зусилля в циліндрі переміщення

$$N_1 = G \cdot (9,37 \cdot \cos \psi + 1,27 \cdot \sin \psi); \quad (2.32)$$

$$N_2 = G \cdot (8,37 \cdot \cos \psi + 1,27 \cdot \sin \psi); \quad (2.33)$$

$$R = 1,24 \cdot G \cdot \frac{\cos(\psi - \theta)}{\sin \theta}. \quad (2.34)$$

Відповідні екстремальні кути

$$\psi_1 = \operatorname{arctg} 0,1356 = 7^\circ;$$

$$\psi_2 = \operatorname{arctg} 0,1518 = 8^\circ;$$

$$\theta = \operatorname{arcctg} 1,3532 = 36^\circ.$$

У випадку 2 для середньої балки маємо: $a = 305$ мм, $\epsilon = 1235$ мм, $c = 110$ мм, $m = 267$ мм, $l = 343$ мм.

Реакції котка, пластини і зусилля в циліндрі переміщення

$$N_1 = G \cdot (6,66 \cdot \cos \psi + 1,27 \cdot \sin \psi); \quad (2.35)$$

$$N_2 = G \cdot (4,66 \cdot \cos \psi + 1,27 \cdot \sin \psi); \quad (2.36)$$

$$R = 1,24 \cdot G \cdot \frac{\cos(\psi - \theta)}{\sin \theta}. \quad (2.37)$$

Відповідні екстремальні кути

$$\psi_1 = \arctg 0,2243 = 12^\circ;$$

$$\psi_2 = \arctg 0,2724 = 15^\circ;$$

$$\theta = \text{arcctg } 0,7863 = 52^\circ.$$

У випадку 1 для внутрішньої балки маємо: $a = 235$ мм, $v = 1105$ мм, $c = 121$ мм, $m = 260$ мм, $l = 243$ мм.

Реакції котка, пластини і зусилля в циліндрі переміщення

$$N_1 = G \cdot (6,66 \cdot \cos \psi + 1,72 \cdot \sin \psi); \quad (2.38)$$

$$N_2 = G \cdot (5,66 \cdot \cos \psi + 1,72 \cdot \sin \psi); \quad (2.39)$$

$$R = 1,33 \cdot G \cdot \frac{\cos(\psi - \theta)}{\sin \theta}. \quad (2.40)$$

Відповідні екстремальні кути

$$\psi_1 = \arctg 0,2583 = 14^\circ;$$

$$\psi_2 = \arctg 0,3040 = 17^\circ;$$

$$\theta = \text{arcctg } 0,8503 = 48^\circ.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_1 = \frac{G \cdot [(a + v - c \cdot f_2) \cdot \cos \psi + l \cdot \sin \psi]}{a + m \cdot f_1 + c \cdot f_2}, \\ N_2 = \frac{G \cdot [(v - m \cdot f_1) \cdot \cos \psi + l \cdot \sin \psi]}{a + m \cdot f_1 + c \cdot f_2}, \\ R = G \cdot [a \cdot f_1 + v \cdot (f_1 + f_2) - (m - c) \cdot f_1 \cdot f_2] \cdot \frac{\cos(\psi + \theta)}{(a + m \cdot f_1 + c \cdot f_2) \cdot \cos \theta}. \end{array} \right. \quad (2.41)$$

$$\text{де: } \text{ctg} \theta = \frac{a + m \cdot f_1 + c \cdot f_2 - l \cdot (f_1 + f_2)}{a \cdot f_1 + v \cdot (f_1 + f_2) - (m - c) \cdot f_1 \cdot f_2}. \quad (2.42)$$

При фіксованих вантажопідйомності і ході, зусилля в циліндрі переміщення досягає максимуму при $\psi = -\theta$, а

$$N_1 \text{ при } \psi_1 = \arctg \frac{l}{a + v + c \cdot f_2}; \quad (2.43)$$

$$N_2 \text{ при } \psi_2 = \arctg \frac{l}{v - m \cdot f_1}. \quad (2.44)$$

Визначення зусиль при втягуванні середньої балки виконується у випадках 1 і 2, а при втягуванні внутрішньої балки тільки у випадку 1.

У випадку 1 для середньої балки маємо: $a = 305$ мм, $e = 2235$ мм, $c = 11$ мм, $m = 267$ мм, $l = 343$ мм.

Реакція котка, пластини і зусилля в циліндрі переміщення

$$N_1 = G \cdot (7,5 \cdot \cos \psi + 1,01 \cdot \sin \psi); \quad (2.45)$$

$$N_2 = G \cdot (6,5 \cdot \cos \psi + 1,01 \cdot \sin \psi); \quad (2.46)$$

$$R = 1,32 \cdot G \cdot \frac{\cos(\psi + \theta)}{\cos \theta}. \quad (2.47)$$

Відповідні екстремальні кути

$$\psi_1 = \operatorname{arctg} 0,1345 = 7^\circ;$$

$$\psi_2 = \operatorname{arctg} 0,1539 = 9^\circ;$$

$$\theta = \operatorname{arctg} 0,5476 = 31^\circ.$$

У випадку 2 для середньої балки маємо: $a = 305$ мм, $e = 7255$ мм, $c = 11$ мм, $m = 267$ мм, $l = 343$ мм.

Реакція котка, пластини і зусилля в циліндрі переміщення

$$N_1 = G \cdot (7,56 \cdot \cos \psi + 1,01 \cdot \sin \psi); \quad (2.48)$$

$$N_2 = G \cdot (3,56 \cdot \cos \psi + 1,01 \cdot \sin \psi); \quad (2.49)$$

$$R = 0,77 \cdot G \cdot \frac{\cos(\psi + \theta)}{\cos \theta}. \quad (2.50)$$

Відповідні екстремальні кути

$$\psi_1 = \operatorname{arctg} 0,2211 = 12^\circ;$$

$$\psi_2 = \operatorname{arctg} 0,2832 = 16^\circ;$$

$$\theta = \operatorname{arctg} 0,0544 = 46^\circ.$$

Обчислення зусиль виконується при роботі з вантажем $G = 6,2$ кН для випадку 1 і $G = 8$ кН для випадку 2. Зусилля визначаються для горизонтального положення телескопічної стріли ($\psi = 0$), а також для кутів $\psi = \psi_1, \psi_2, \theta$. Результати обчислень наведені в таблиці 2.3.

У цій таблиці крім зусиль N_1, N_2 і R утримується необхідний для висування тиск у циліндрі

$$P = \frac{R}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}, \quad (2.51)$$

де D - діаметр поршня.

При висуванні середньої балки $D = 80$ мм.

$$\text{Звідси } P = \frac{R}{50,3}. \quad (2.52)$$

При висуванні внутрішньої балки $D = 50$ мм.

$$\text{Звідси } P = \frac{R}{19,6}. \quad (2.53)$$

Таблиця 2.3

Значення зусиль і тисків

		ψ (град)	N_1 (кН)	N_2 (кН)	R (кН)	P (МПа)
Висування середньої балки	$G = 6.2$ кН	0°	58	51.6	10.3	2
		7°	58.3	52.1		
		8°	58.2	52.2		
		36°			12.8	2.4
	$G = 8$ кН	0°	44.4	36.6	7.6	1.4
		12°	45.3	37.7		
		15°	45.4	37.8		
		52°			12.3	2.4
Висування внутріш- ньої балки	$G = 6.2$ кН	0°	41.1	35	7.2	4
		14°	42.3	36.5		
		17°	42.4	36.6		
		48°			11	6

2.3.2. Визначення зусиль у телескопічній стрілі при втягуванні з вантажем. Приведена на рис. 2.8 схема зусиль відповідає втягуванню внутрішньої балки. Ця ж схема використовується і для визначення зусиль при втягуванні середньої балки.

Зазначені зусилля визначаються з однієї і тої ж системи рівнянь:

$$\begin{cases} R + G \cdot \sin \psi - N_1 \cdot f_1 - N_2 \cdot f_2 = 0; \\ N_1 - N_2 - G \cdot \cos \psi = 0; \\ N_2 \cdot (a + v - n) - N_1 \cdot (v - n) - N_1 \cdot f_1 \cdot m + N_2 \cdot f_2 \cdot c - G \cdot l \cdot \sin \psi - G \cdot n \cdot \cos \psi = 0. \end{cases} \quad (2.54)$$

У випадку 1 для внутрішньої балки маємо: $a = 235$ мм, $v = 1105$ мм, $c = 121$ мм, $m = 260$ мм, $l = 343$ мм.

$$N_1 = G \cdot (5,0 \cdot \cos \psi + 1,27 \cdot \sin \psi); \quad (2.55)$$

$$N_2 = G \cdot (4,0 \cdot \cos \psi + 1,27 \cdot \sin \psi); \quad (2.56)$$

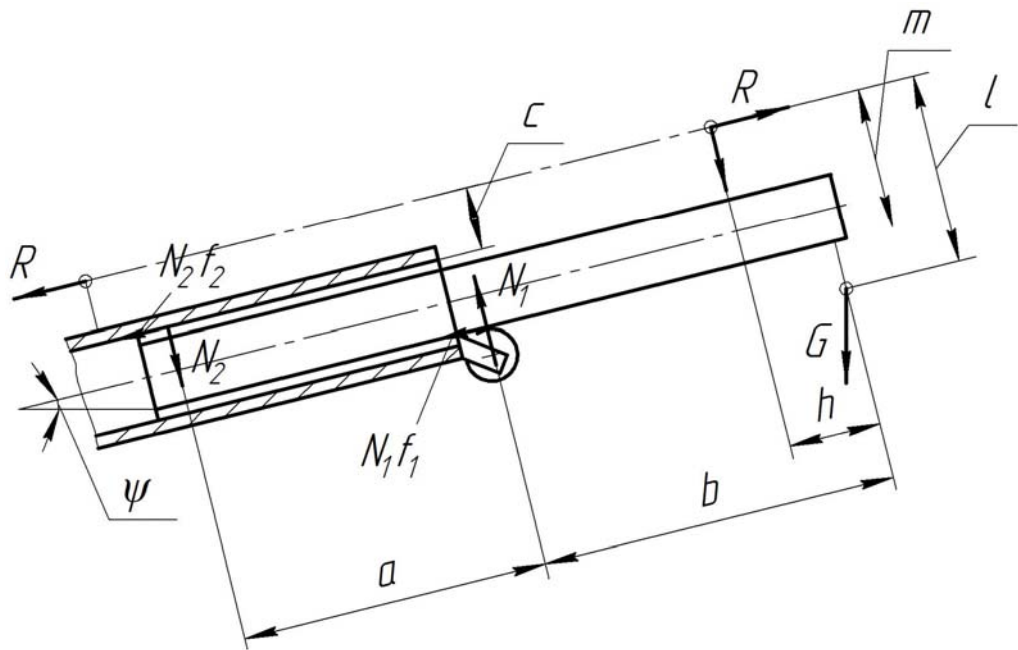
$$R = 0,85 \cdot G \cdot \frac{\cos(\psi + \theta)}{\cos \theta}. \quad (2.57)$$

Відповідні екстремальні кути

$$\psi_1 = \operatorname{arctg} 0,2537 = 14^\circ;$$

$$\psi_2 = \operatorname{arctg} 0,3171 = 17^\circ;$$

$$\theta = \operatorname{arctg} 0,8933 = 42^\circ.$$



ψ - кут нахилу осі телескопічної стріли до горизонту;

R - зусилля в циліндрі переміщення;

N_1 - реакції котків, що діють на балку, яка втягується;

N_2 - реакції пластин, що діють на балку, яка втягується;

G - вага вантажу на гаку стріли.

Рис. 2.8. Схема визначення зусиль у телескопічній стрілі

Обчислення виконується при роботі з вантажем $G = 630$ кг для випадку 1 і $G = 800$ кг для випадку 2. Зусилля визначаються для горизонтального положення телескопічної стріли ($\psi = 0^\circ$), а також для кутів $\psi = \psi_1, \psi_2 - \theta$.

Результати обчислень наведені в таблиці 3, у якій крім зусиль N_1, N_2 і R утримується тиск у циліндрі, необхідний для втягування вантажу

$$P = \frac{R}{\frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}},$$

де D і d - відповідні діаметри поршня і штока.

При втягуванні середньої балки $D = 80$ мм, $d = 70$ мм.

Звідси

$$P = \frac{R}{\frac{\pi \cdot (8^2 - 7^2)}{4}} = \frac{R}{11,8}.$$

При втягуванні внутрішньої балки $D = 50$ мм, $d = 32$ мм.

Звідси

$$P = \frac{R}{\frac{\pi \cdot (5^2 - 3,2^2)}{4}} = \frac{R}{11,6}.$$

Таблиця 2.4

Значення зусиль і тисків

		ψ (град)	N_1 (кН)	N_2 (кН)	R (кН)	P (МПа)
Втягування середньої балки	$G = 6,2$ кН	0°	46,2	40	8,1	7
		7°	46,7	40,5		
		9°	46,5	40,6		
		31°			9,5	8
	$G = 8$ кН	0°	35,7	28	6	5
		12°	36,7	29		
		16°	36,6	29		
		40°			8,7	7,2
Втягування внутріш- ньої балки	$G = 6,2$ кН	0°	30,8	24,8	5,2	4,2
		14°	31	25,8		
		17°	31,8	26		
		42°			7	6

Висновки до другого розділу

Визначені навантаження на колеса автомобіля у транспортному положенні, положення центра ваги із стріловим обладнанням; навантаження на аутригери та передні колеса в робочому положенні при роботі із вантажем для різних положень відносно повздовжньої вісі автомобіля.

Визначені зусилля у стрілі при її висуванні та втяганні із вантажем.

РОЗДІЛ 3**РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ СТІЛИ ТА МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ**

Вид стріли при повністю висунутих внутрішній і середній балках показаний на рис. 3.1.

Тут:

- 1 - внутрішня балка;
- 2 - середня балка;
- 3 - основа стріли;
- 4 - циліндр переміщення;
- 5 - кронштейн внутрішньої балки;
- 6 - кронштейн середньої балки;
- 7 - кронштейн основи стріли;
- 8 - кронштейн гакової підвіски;
- 9 - кронштейн котка;
- 10 - кронштейн циліндра зламу;
- К - шарнір кріплення рами стріли;
- L - шарнір кріплення циліндра зламу;
- G - маса вантажу на гаку.

Розрахунок балок, кронштейнів балок, кронштейнів котків виконується при повністю висунутих внутрішній і середній балках.

3.1. Розрахунок балки внутрішньої

Балка.

Небезпечним перерізом балки є перетин 1-1 над котком середньої балки (див. рис. 3.2). У цьому перетині діє згинальний момент

$$M = G \cdot l_1, \quad (3.1)$$

$l_1 = 1105$ мм - максимальний виліт вантажу відносно перетину 1-1.

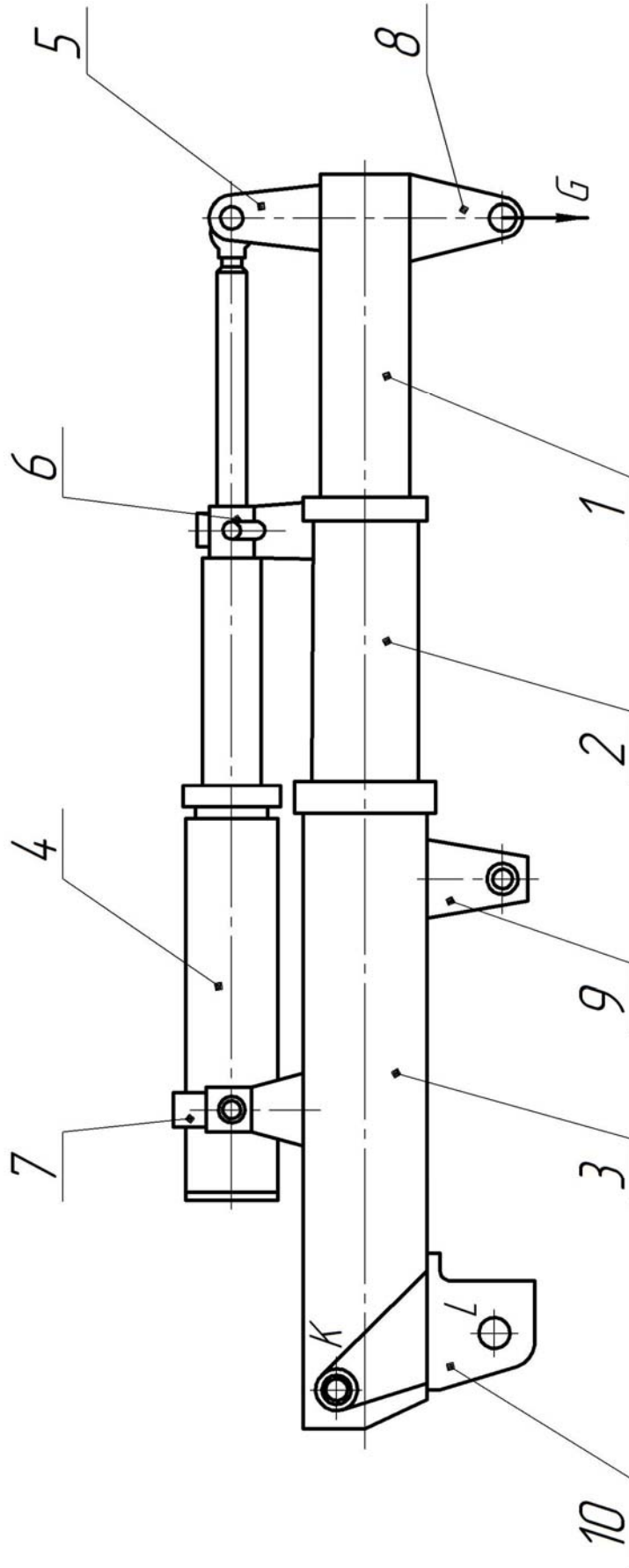


Рис. 3.1. Стріла телескопічна

Напруга вигину

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_y \cdot \gamma_c, \quad (3.2)$$

де W - момент опору вигину цього перетину.

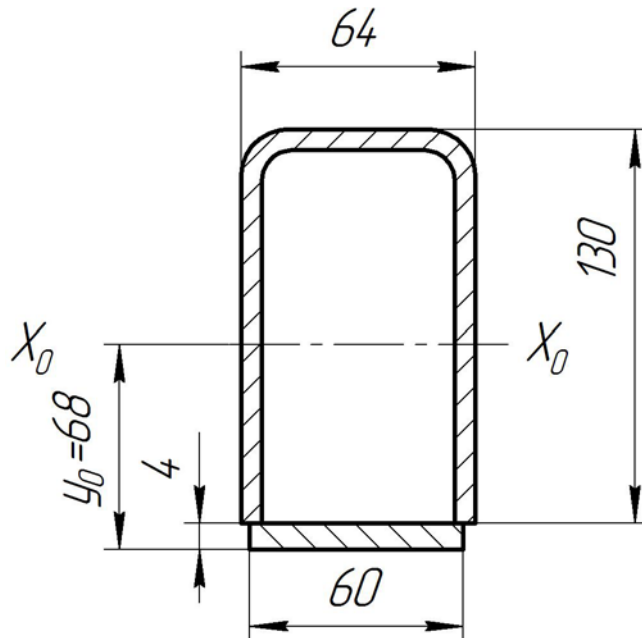


Рис. 3.2. Перетин балки

Площа перетину

$$F = 0,06 \cdot 0,004 + 0,064 \cdot 0,004 + 2 \cdot 0,126 \cdot 0,004 = 0,0015 \text{ м}^2.$$

Положення нейтральної осі

$$y_0 = \frac{0,06 \cdot 0,004 \cdot 0,002 + 0,064 \cdot 0,004 \cdot 0,132 + 2 \cdot 0,126 \cdot 0,004 \cdot 0,067}{0,0015} = 0,068 \text{ м}.$$

Момент інерції перетину щодо осі $X_0 - X_0$

$$\begin{aligned} J &= \frac{0,06 \cdot 0,004^3}{12} + 0,06 \cdot 0,004 \cdot (0,002 - 0,068)^2 + \frac{0,064 \cdot 0,004^3}{12} + \\ &+ 0,064 \cdot 0,004 \cdot (0,132 - 0,068)^2 + 2 \cdot \frac{0,004 \cdot 0,126^3}{12} + \\ &+ 2 \cdot 0,126 \cdot 0,004 \cdot (0,067 - 0,068)^2 = 0,00000345 \text{ м}^4. \end{aligned}$$

Момент опору вигину для нижніх волокон перетину

$$W_H = \frac{0,00000345}{0,068} = 0,00005 \text{ м}^3.$$

Момент опору вигину для верхніх волокон перетину

$$W_b = \frac{0,00000345}{0,134 - 0,068} = 0,00005 \text{ м}^3.$$

Напруги вигину визначаємо для маси вантажу на гаку стріли

$$G = 630 \text{ кг}, 800 \text{ кг}.$$

$$a) G = 6,2 \text{ кН}$$

$$M = 6,8 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad \sigma = \frac{6,8}{0,00005} = 136 \text{ МПа};$$

$$б) G = 7,8 \text{ кН}$$

$$M = 8,6 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad \sigma = \frac{8,6}{0,00005} = 172 \text{ МПа}.$$

Максимальні напруги в балці з урахуванням коефіцієнта динаміки $k_d = 1,3$.

$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma = 1,3 \cdot 172 = 223 \text{ МПа}. \quad (3.3)$$

Балка виготовлена зі сталі 09Г2С ГОСТ 19282 - 73 із границею текучості

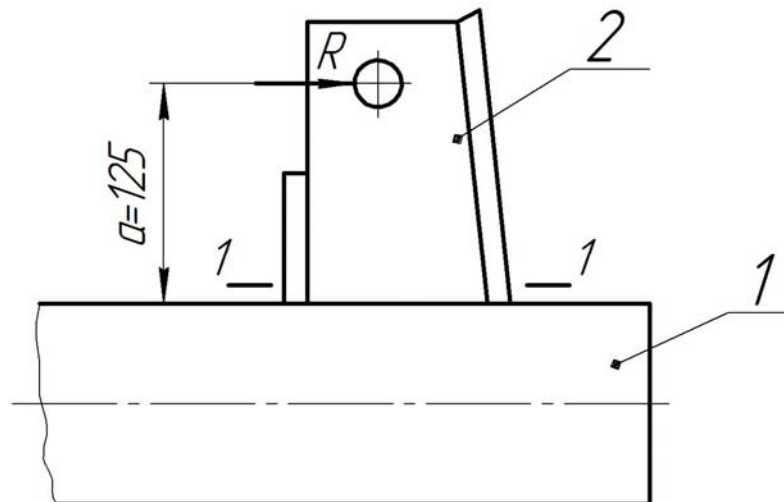
$$\sigma_m = 343 \text{ МПа}.$$

Запас міцності по границі текучості

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_d} = \frac{343}{223} = 1,5 \quad (3.4)$$

є достатнім.

Кронштейн внутрішньої балки зображено на рис. 3.3.



1 - балка; 2 - кронштейн

Рис. 3.3. Схема кронштейна

На кронштейн діє зусилля R у циліндрі переміщення. Значення цього зусилля при куті нахилу телескопічної стріли до горизонту для маси вантажу на гаку визначене в пункті 3.2 (див. таблицю 3.2).

$$R = 11 \text{ кН.}$$

Небезпечним перерізом кронштейна є перетин 1-1 (див. рис. 3.3). Розрахунок цього перетину виконується під дією згинального моменту

$$M = R \cdot a = 11 \cdot 0,125 = 1,4 \text{ кН}\cdot\text{м.} \quad (3.5)$$

Перетин 1-1 показаний на рис. 3.4.

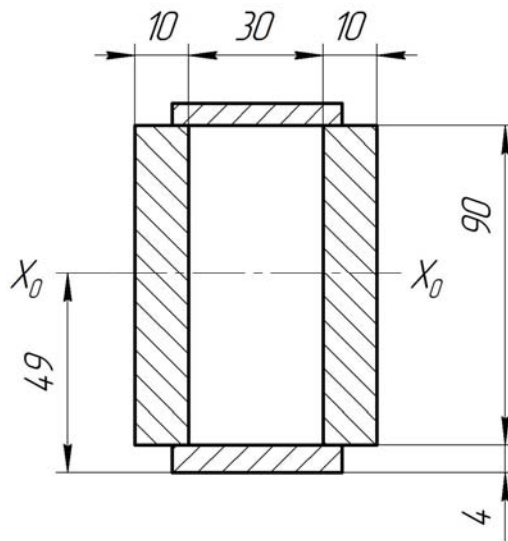


Рис. 3.4. Перетин кронштейна

Площа перетину

$$F = 2 \cdot 0,035 \cdot 0,004 + 2 \cdot 0,09 \cdot 0,1 = 0,00208 \text{ м}^2.$$

Момент інерції перетину щодо осі $X_0 - X_0$

$$J = 2 \cdot \frac{0,035 \cdot 0,004^3}{12} + 2 \cdot 0,035 \cdot 0,004 \cdot 0,047^2 + 2 \cdot \frac{0,01 \cdot 0,09^3}{12} = 0,0000018 \text{ м}^4.$$

Момент опору вигину перетину

$$W = \frac{0,0000018}{0,049} = 0,00004 \text{ м}^3.$$

Напруги в перетині 1 - 1

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{1,4}{0,00004} = 35 \text{ МПа.}$$

Максимальні напруги в кронштейні з урахуванням коефіцієнта динаміки

$$\kappa_d = 1,3$$

$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma = 1,3 \cdot 35 = 45,5 \text{ МПа.}$$

Матеріал кронштейна - В Ст 3 сп 2. ГОСТ 146337 - 79 із границею текучості

$$\sigma_m = 250 \text{ МПа.}$$

Запас міцності по границі текучості

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma_d} = \frac{250}{45,5} = 5,5$$

є достатнім.

Зварене з'єднання кронштейна з балкою.

Розрахунок звареного з'єднання виконується під дією згинального моменту

$M = R \cdot a$ і перерізуючого моменту R (див. рис. 3.3).

Вид звареного з'єднання показаний на рис. 3.5.

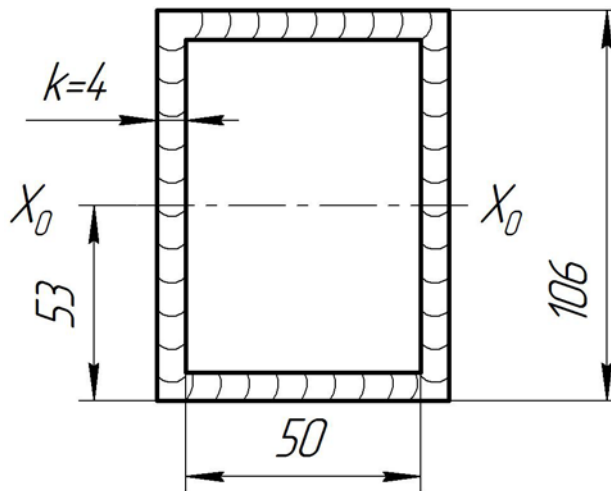


Рис. 3.5. Схема звареного з'єднання балки

Момент опору вигину

$$W = \frac{0,058 \cdot 0,106^3 - 0,05 \cdot 0,098^3}{0,06 \cdot 0,106} = 0,000035 \text{ м}^3.$$

Площа вертикальних швів

$$F = 2 \cdot 0,098 \cdot 0,004 = 0,000784 \text{ м}^2.$$

Напруга від моменту

$$\tau_M = \frac{M}{0,7 \cdot W} \quad (3.6)$$

Напруги від перерізуючого зусилля

$$\tau_a = \frac{R}{0,7 \cdot F} \quad (3.7)$$

Визначення напруг виконується при куті нахилу телескопічної стріли до горизонту $\psi = 48^\circ$ для маси вантажу на гаку

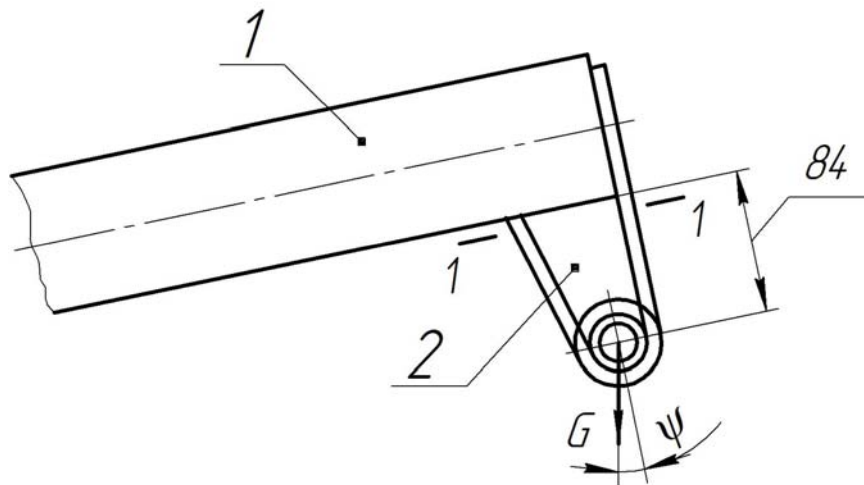
$$G = 630 \text{ кг}$$

$$R = 11 \text{ кН} \quad \tau_M = \frac{1,4}{0,7 \cdot 0,000035} = 57 \text{ МПа};$$

$$M = 1,4 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad \tau_a = \frac{11}{0,7 \cdot 0,000784} = 20 \text{ МПа.}$$

Напруги у швах не перевершують напруг, які допускаються.

Кронштейн гакової підвіски зображено на рис. 3.6.



1 - балка; 2 - кронштейн

ψ - кут нахилу осі телескопічної стріли до горизонту (див. п. 2.3.1)

Рис. 3.6. Схема кронштейна гакової підвіски

На кронштейн діє вантаж на гаку масою G . Небезпечним перерізом кронштейна є перетин 1 - 1 (див. рис. 3.6).

Розрахунок цього перетину виконується під дією згинального моменту

$$M = G \cdot a \cdot \sin\psi \quad (3.8)$$

і розтяжного зусилля

$$N = G \cdot \cos\psi. \quad (3.9)$$

Перетин 1 - 1 показаний на рис. 3.7.

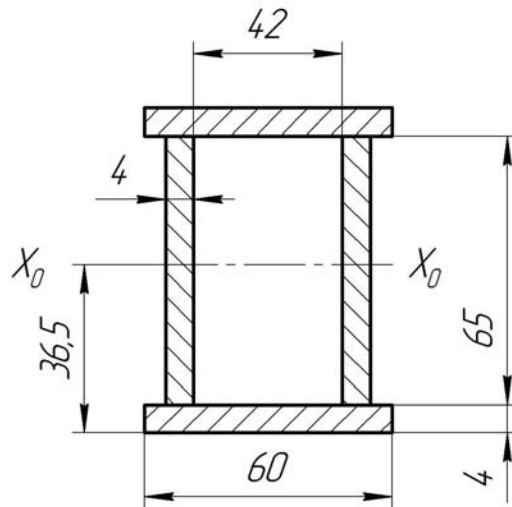


Рис. 3.7. Схема перетину кронштейна гакової підвіски

Площа перетину

$$F = 2 \cdot 0,06 \cdot 0,004 + 2 \cdot 0,065 \cdot 0,004 = 0,001 \text{ м}^2.$$

Момент інерції перетину щодо осі $X_0 - X_0$

$$J = 2 \cdot \frac{0,06 \cdot 0,004^3}{12} + 2 \cdot 0,004 \cdot 0,06 \cdot 0,0365^2 + 2 \cdot \frac{0,004 \cdot 0,065^3}{12} = 0,00000075 \text{ м}^4.$$

Момент опору вигину

$$W = \frac{0,00000075}{0,0365} = 0,00002 \text{ м}^3.$$

Статичні напруги в перетині 1-1

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{F}. \quad (3.10)$$

Визначення напруг виконується при максимальному куті нахилу телескопічної стріли $\psi = 67^\circ$ для мас вантажу на гаку $G = 630 \text{ кг}; 800 \text{ кг}$.

$$G = 6 \text{ кН},$$

$$M = 464 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$\sigma = \frac{464}{0,00002} + \frac{2,3}{0,001} = 26 \text{ МПа};$$

$$N = 2,3 \text{ кН},$$

$$G = 8 \text{ кН},$$

$$M = 619 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad \sigma = \frac{619}{0,00002} + \frac{3,1}{0,001} = 34 \text{ МПа};$$

$$N = 3,1 \text{ кН}.$$

Максимальні напруги в кронштейні з урахуванням коефіцієнту динаміки $k_d = 1,3$

$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma = 1,3 \cdot 34 = 44 \text{ МПа}.$$

Матеріал кронштейна - 09Г2С ГОСТ 19282 - 73 із границею текучості $\sigma_m = 350 \text{ МПа}$.

Запас міцності по границі текучості

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma_d} = \frac{350}{44} = 7,9$$

є достатнім.

3.2. Розрахунок основи телескопічної стріли

Балка основи. Небезпечним перерізом балки є перетин 2-2 у переднього краю кронштейна циліндра зламу (див. рис. 3.6). У цьому перетині діє згинальний момент

$$M = G \cdot l_3, \quad (3.11)$$

де $l_3 - 3,385 \text{ м}$ - максимальний виліт вантажу щодо перетину 2-2.

Напруга вигину в перетині 2-2

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_y \cdot \gamma_c, \quad (3.12)$$

де W - момент опору вигину цього перетину.

Площа перетину

$$F = 0,076 \cdot 0,006 + 0,082 \cdot 0,006 + 2 \cdot 0,14 \cdot 0,006 = 0,0038 \text{ м}^2.$$

Положення нейтральної осі

$$y_0 = \frac{0,094 \cdot 0,006 \cdot 0,003 + 0,102 \cdot 0,006 \cdot 0,167 + 2 \cdot 0,158 \cdot 0,006 \cdot 0,085 + 0,011 \cdot 0,004 \cdot 0,172 + 2 \cdot 0,036 \cdot 0,004 \cdot 0,152}{0,0038} = 0,101 \text{ м}.$$

Перетин 2-2 показаний на рис. 3.8.

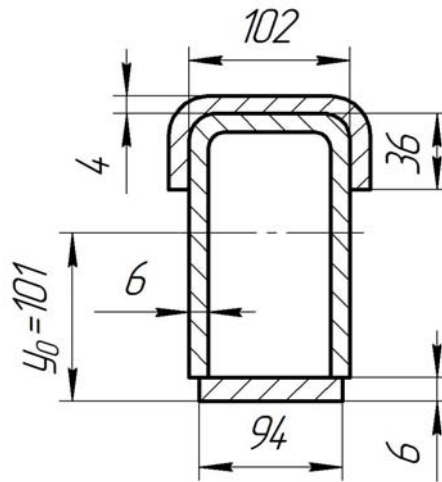


Рис. 3.8. Схема перетину балки

Момент інерції перетину щодо осі $X_0 - X_0$

$$\begin{aligned}
 J &= \frac{0,094 \cdot 0,006^3}{12} + 0,094 \cdot 0,006 \cdot (0,003 - 0,101)^2 + \frac{0,102 \cdot 0,006^3}{12} + \\
 &+ 0,102 \cdot 0,006 \cdot (0,167 - 0,101)^2 + 2 \cdot \frac{0,006 \cdot 0,158^3}{12} + \\
 &+ 2 \cdot 0,158 \cdot 0,006 \cdot (0,085 - 0,101)^2 + 2 \cdot \frac{0,11 \cdot 0,004^3}{12} + \\
 &+ 11 \cdot 0,004 \cdot (0,172 - 0,101)^2 + 2 \cdot \frac{0,004 \cdot 0,036^3}{12} + 2 \cdot 0,036 \cdot 0,004 \cdot (0,152 - 0,101)^2 = \\
 &= 0,0000155 \text{ м}^4.
 \end{aligned}$$

Момент опору вигину для нижніх волокон перетину

$$W_H = \frac{0,0000155}{0,101} = 0,000155 \text{ м}^3.$$

Момент опору вигину для верхніх волокон перетину

$$W_B = \frac{0,0000155}{0,174 - 0,101} = 0,00021 \text{ м}^3.$$

Напруги вигину визначаємо для маси вантажу на гаку стріли $G = 6 \text{ кН}$

$$M = 20,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma = -\frac{20,3}{0,000155} = -131 \text{ МПа};$$

$$\sigma = -\frac{20,3}{0,00021} = 96 \text{ МПа}.$$

Максимальні напруги в балці з урахуванням коефіцієнта динамічності $k_d = 1,3$

$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma_n = 1,3 \cdot 131 = 170 \text{ МПа.}$$

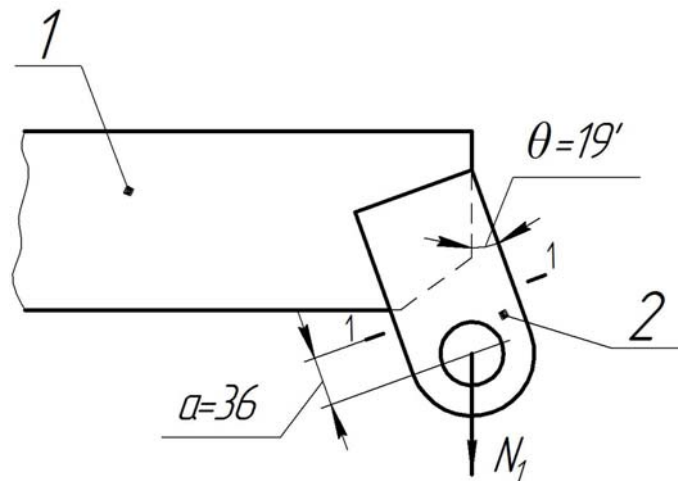
Балка виготовлена зі сталі 09Г2С ГОСТ 19282 - 73 із границею текучості $\sigma_T = 350 \text{ МПа.}$

Запас міцності по границі текучості

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_d} = \frac{350}{170} = 2,05$$

є достатнім.

Кронштейн котка зображено на рис. 3.9.



1 - балка основи телескопічної стріли; 2 - щока кронштейна

Рис. 3.9. Схема кронштейна котка

На кронштейн діє зусилля котка основи телескопічної стріли N_1 (див. 2.3.2.). небезпечним перерізом кронштейна є перетин 1 – 1 (див. рис. 3.9.).

Розрахунок цього перетину виконується під дією згинального моменту

$$M = N_1 \cdot a \cdot \sin \theta = N_1 \cdot 0,036 \cdot \sin 19^\circ, \quad (3.13)$$

і розтяжного зусилля

$$M = N_1 \cdot \cos \theta = N_1 \cdot \cos 19^\circ. \quad (3.14)$$

Перетин 1-1 показаний на рис. 6.10.

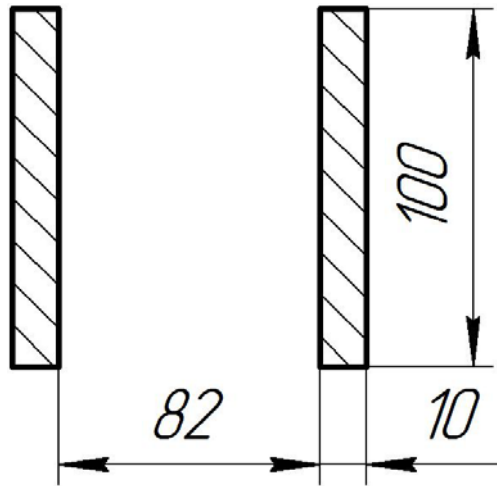


Рис. 3.10. Розрахунковий перетин

Площа перетину

$$F = 2 \cdot 0,001 \cdot 0,1 = 0,002 \text{ м}^2.$$

Момент опору вигину

$$W = 2 \cdot \frac{0,001}{6} = 0,00003 \text{ м}^3.$$

Напруги в перетині 1-1

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{F}. \quad (3.15)$$

Визначення напруг виконується при куті нахилу телескопічної стріли до горизонту $\psi = 7^\circ$ для маси вантажу на гаку $G = 800$ кг, (див. таблицю 2.4.).

$$N_l = 58,4 \text{ кН},$$

$$M = 648 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad \sigma = \frac{648}{0,00003} + \frac{55,2}{0,002} = 50,4 \text{ МПа};$$

$$N = 55,2 \text{ кН}.$$

Максимальні напруги в кронштейні з урахуванням коефіцієнта динамічності $k_d = 1,3$

$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma_n = 1,3 \cdot 50,4 = 65,5 \text{ МПа}.$$

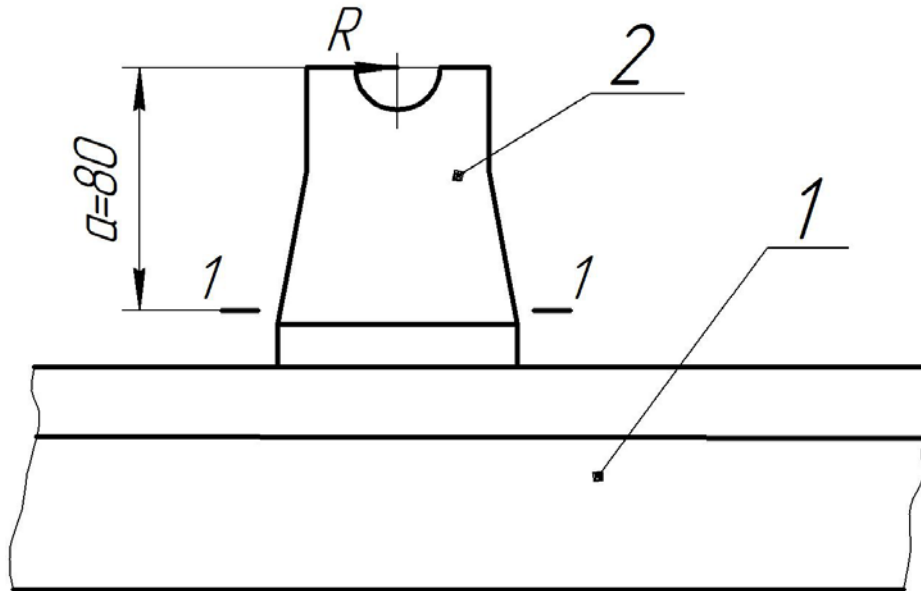
Матеріал кронштейна - сталь ВСт пс. - 5 ГОСТ 14637 - 79 із границею текучості $\sigma_m = 250$ МПа.

Запас міцності по границі текучості

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_d} = \frac{250}{65,5} = 3,8$$

є достатнім.

Кронштейн основи стріли зображено на рис. 3.11.



1 - балка основи стріли; 2 - кронштейн

Рис. 3.11. Кронштейн основи стріли

На кронштейн діють зусилля R у циліндрі переміщення.

Значення цього зусилля при максимальному куті нахилу телескопічної стріли горизонту $\psi = 36^\circ$ для маси вантажу на гаку $G = 630$ кг визначене в 5.2. (див. таблицю 2.4.).

$$R = 13 \text{ кН.}$$

Небезпечним перерізом кронштейна є перетин 1 - 1 (див. рис. 3.11). Розрахунок цього перетину виконується під дією згинального моменту

$$M = R \cdot a = 13 \cdot 0,008 = 1,04 \text{ кН}\cdot\text{м.} \quad (3.16)$$

Перетин 1 - 1 показаний на рис. 3.12.

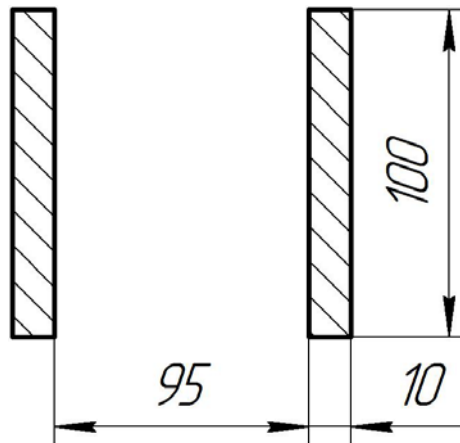


Рис. 3.12. Небезпечний переріз кронштейна середньої балки

Момент опору вигину перетину

$$W = 2 \cdot \frac{0,001 \cdot 0,1^2}{6} = 0,00003 \text{ м}^3.$$

Напруги в перетині 1-1

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{1,04}{0,00003} = 35 \text{ МПа.}$$

Максимальні напруги в кронштейні з урахуванням коефіцієнта динамічності $k_d = 1,3$

$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma_n = 1,3 \cdot 35 = 45,5 \text{ МПа.}$$

Матеріал кронштейна - виливка 35 Л ГОСТ 977 - 75 із границею текучості $\sigma_m = 280 \text{ МПа.}$

Запас міцності по границі текучості

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_d} = \frac{280}{45,5} = 6,2$$

є достатнім.

3.3. Визначення напруг змінання

Напруги змінання, які виникають між балками і котками, визначаються по формулі

$$\sigma_{см} = a_1 \cdot \sqrt{\frac{N}{b \cdot r}}, \quad (3.17)$$

де N - розрахункове навантаження на коток;

b - ширина робочої поверхні обода котка в м;

r - радіус котка в м.

Котки виготовлені зі сталі 35 ГОСТ 1050 - 74 із твердістю HRC 28...32.

Для котка середньої балки: $a_1 = 600$, $b = 68$ мм, $r = 33$ мм.

Для котка основи стріли: $a_1 = 600$, $b = 86$ мм, $r = 33$ мм.

У таблиці 3.1 наведені значення напруг змінання для маси вантажу на гаку стріли $G = 800$ кг. Значення N_I узяті з таблиці 2.4.

Таблиця 3.1.

Значення напруг змінання

	Коток середньої балки		Коток основи стріли	
	0°	14°	0°	7°
N_I (кН)	41,1	42,3	58	58,3
$\sigma_{см}$ (МПа)	805	818	849	853

3.4. Розрахунок механізму повороту

3.4.1. Визначення навантажень. Згинальний момент і поздовжнє зусилля.

Стріла з вантажем навантажують механізм повороту згинальним моментом M_3 і вертикальним зусиллям A .

$$M_3 = G \cdot L + G_c \cdot l_c, \quad (3.18)$$

де $G = 6,2$ кН - маса вантажу;

$L = 5000$ мм - виліт вантажу відносно осі обертання;

G_c - маса стріли із циліндрами.

$$G_c = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5. \quad (3.19)$$

де $G_1 = 2$ кН - маса телескопічної стріли;

$G_2 = 0,75$ кН - маса циліндра зламу;

$G_3 = 1$ кН - маса рами стріли з маятником;

$G_4 = 0,8$ кН - маса циліндра підйому;

$G_5 = 0,8$ кН - маса кронштейна стріли.

$$G_c = 2 + 0,75 + 1 + 0,8 + 0,8 = 5,35 \text{ кН.}$$

I_3 - виліт центра ваги стріли відносно осі обертання

$$l_c = \frac{G_1 \cdot l_1 + G_2 \cdot l_2 + G_3 \cdot l_3 + G_4 \cdot l_4 + G_5 \cdot l_5}{G_c}, \quad (3.20)$$

де $l_1 = 3140$ мм, $l_2 = 700$ мм, $l_3 = 340$ мм, $l_4 = 70$ мм, $l_5 = 40$ мм – вильоти центрів ваги відповідних елементів відносно осі обертання

$$l_c = \frac{2 \cdot 3,14 + 0,75 \cdot 0,7 + 1 \cdot 0,34 + 0,8 \cdot 0,07 + 0,8 \cdot 0,004}{5,34} = 1,34 \text{ м.}$$

$$M_3 = 6,2 \cdot 5 + 5,35 \cdot 1,34 = 38,2 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

$$A = 6,2 + 5,35 = 11,7 \text{ кН.}$$

Крутний момент.

Повний крутний момент зовнішніх опорів повороту в період пуску (розгону) крана.

$$M_{3н} = M_6 + M_{yx} + M_{ин} + M_{тр}, \quad (3.21)$$

де M_6 - момент опору повороту від сил вітру;

M_{yx} - момент опору при роботі на ухилі;

$M_{ин}$ - момент опору повороту від сил інерції;

$M_{тр}$ - момент опору повороту від сил тертя в опорах.

а) Момент опору повороту від вітрового навантаження;

$$M_6 = M_{ван} + M_k, \quad (3.22)$$

де $M_{ван}$ - момент опору повороту вантажу;

M_k - момент опору повороту конструкції вантажопідйомного агрегату;

$$M_{ван} = W_{ван} \cdot F_{ван} \cdot P_{ван}, \quad (3.23)$$

де $F_{ван}$ - площа навітряної поверхні вантажу (відповідно до

$$\text{ГОСТ 1451 65 } F_{ван} = 2,2 \text{ м}^2);$$

$W_{ван}$ - розподілене вітрове навантаження на вантаж;

$$W_{ван} = q_0 \cdot n \cdot c. \quad (3.24)$$

де q_0 - швидкісний напір;

$$q_0 = \frac{v^2}{16} = \frac{47^2}{16} = 140 \text{ Па.} \quad (3.25)$$

n - коефіцієнт висоти ($n = 1$);

$c = 1,2$ - аеродинамічний коефіцієнт вантажу;

$$W_{ван} = 140 \cdot 1 \cdot 1,2 = 170 \text{ Па.}$$

$$M_{ван} = 170 \cdot 2,2 \cdot 5 = 1,87 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Момент опору повороту конструкції крана

$$M_{\kappa} = \Sigma W_i \cdot F_i \cdot p_i, \quad (3.26)$$

де F_i - навітряна площа і^{го} елемента крана;

p_i - виліт центра ваги навітряної площі;

W_i - розподілене вітрове навантаження;

$$W_i = g_o \cdot n \cdot c \cdot j \cdot \beta; \quad (3.27)$$

g_o - швидкісний напір робочого стану крана, як і для вантажу $g_o = 140$ Па;

n - поправочний коефіцієнт на зростання швидкісного напору в залежності від висоти над поверхнею землі (на висоті до 10 м $n = 1$ див. ГОСТ 1451 - 65);

j - коефіцієнт перевантаження при визначенні вітрового навантаження в робочому стані (відповідно до ДГОСТ 1451 – 65 $j = 1$);

β - коефіцієнт, який враховує динамічний вплив, який визивається пульсаціями швидкісного напору вітру ($\beta = 1$);

c_i - аеродинамічний коефіцієнт (його значення вибираються по ГОСТ 1451 - 65).

При підсумовуванні впливу вітрового навантаження на елементи крана враховується:

Циліндр переміщення

$$F_1 = 0,11 \text{ м}^2, p_1 = 3 \text{ м}, c_2 = 0,85;$$

Стріла телескопічна без циліндра переміщення

$$F_2 = 0,792 \text{ м}, p_2 = 3,2 \text{ м}, c_2 = 1,4;$$

Рама стріли

$$F_3 = 0,28 \text{ м}^2, p_3 = 0,8 \text{ м}, c_3 = 1,24;$$

$$M_k = 140 \cdot (0,11 \cdot 3 \cdot 0,85 + 0,792 \cdot 3,2 \cdot 1,4 + 0,28 \cdot 0,8 \cdot 1,24) = 0,578 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

$$M_e = 1,87 + 0,578 = 2,448 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

б) момент опору повороту від складової маси вантажопідйомного агрегату і вантажу при роботі на ухилі $\alpha = 3^\circ$;

$$M_{yx} = Mi \cdot \sin \alpha; \quad (3.28)$$

$$M_{yx} = 38,2 \cdot 0,0523 = 2 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

в) момент опору повороту в період пуску від сил інерції маси вантажу і поворотної частини вантажопідйомного агрегату;

$$M_{in} = J_o \cdot \frac{\omega}{t}, \quad (3.29)$$

де ω - кутова швидкість вантажопідйомного агрегату;

t - час пуску (розгону);

J_o - момент інерції маси вантажу і стріли;

Час розгону t приймаємо рівним 2 сек., швидкість повороту стріли $n = 2 \text{ хв}^{-1}$.

Кутова швидкість

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = 0,21 \text{ сек}^{-1}. \quad (3.30)$$

Момент інерції

$$J_o = \frac{G}{g} \cdot L^2 + \frac{G_c}{g} \cdot l_c^2. \quad (3.31)$$

$G = 6,2 \text{ кН}$ - маса вантажу.

$$J_o = \frac{6,2}{9,8} \cdot 5^2 + \frac{5,5}{9,8} \cdot 1,34^2 = 17 \text{ кН}\cdot\text{м}\cdot\text{сек}^{-2}.$$

$$M_{in} = 17 \cdot \frac{0,21}{2} = 1,8 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

г) момент опору від сил тертя в підшипниках;

$$M_{mp} = H_1 \cdot \mu_2 \cdot r_1 + H_2 \cdot \mu_2 \cdot r_2 + V_2 \cdot \mu_1 \cdot r_2, \quad (3.32)$$

де H_2 і V_2 - горизонтальне і вертикальне зусилля, які діють на нижній підшипник з урахуванням ваги стійки, $V_2 = 11,7$ кН;

H_1 - горизонтальне зусилля, яке діє на верхній підшипник;

$r_1 = r_2 = r$ - середній радіус підшипника;

μ - коефіцієнт тертя в підшипнику при радіальному навантаженні.

Значення коефіцієнтів тертя $\mu_1 = 0,02$ і $\mu_2 = 0,008$.

$$H_1 = H_2 = 184,3 \text{ кН},$$

$$V_2 = 11,7 \text{ кН},$$

$$M_{mp} = 184,3 \cdot 0,008 \cdot 0,075 + 184,3 \cdot 0,008 \cdot 0,075 + 11,7 \cdot 0,02 \cdot 0,075 = 0,239 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

д) Сумарний момент зовнішніх опорів при повному вітровому навантаженні

$$M_{вн} = 2,448 + 2 + 1,8 + 0,239 = 6,5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Сумарний момент зовнішніх опорів для розрахунку потужності механізмів (вітрове навантаження приймається рівним 60% від повного вітрового навантаження).

$$M_{вн} = 1,5 + 2 + 1,8 + 0,239 = 5,5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Тиск масла в циліндрі, необхідний для створення крутного моменту, визначається зі співвідношення

$$P = \frac{M_{вн}}{r_g \cdot \pi \cdot d^2}, \quad (3.33)$$

де P - тиск масла;

$d = 80$ мм - діаметр поршня;

$r_g = 96$ мм - радіус ділильної окружності шестірні.

$$\text{При } M_{вн} = 6,5 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad P = \frac{6,51}{0,096 \cdot 3,14 \cdot 0,08^2} = 13,5 \text{ МПа};$$

$$\text{При } M_{вн} = 5,5 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad P = \frac{5,5}{0,096 \cdot 3,14 \cdot 0,08^2} = 11 \text{ МПа}.$$

З огляду на, що максимальний робочий тиск у системі досягає (з урахуванням втрат) величини $P = 13,5$ МПа, розрахунок деталей на міцність

механізму повороту виконується під дією крутного моменту $M_u^{\max} = 6,51 \text{ кН}\cdot\text{м}$, яке відповідає тиску $P = 13,5 \text{ МПа}$.

3.4.2. Розрахунок підшипників. У механізмі повороту встановлено два конічних роликотпідшипники 7224.

Число обертів при обертанні стріли з вантажем $n < 2 \text{ хв}^{-1}$.

При такій швидкості обертання перевіряємо підшипники по статичній вантажопідйомності. Для підшипників 7224, $C_o = 252 \text{ кН}$.

Приведене статичне навантаження визначається по формулі

$$Q_o = X_o \cdot H + Y_o \cdot V, \quad (3.34)$$

де X_o - коефіцієнт радіального навантаження;

Y_o - коефіцієнт осьового навантаження;

$$X_o = 0,5; Y_o = 0,895.$$

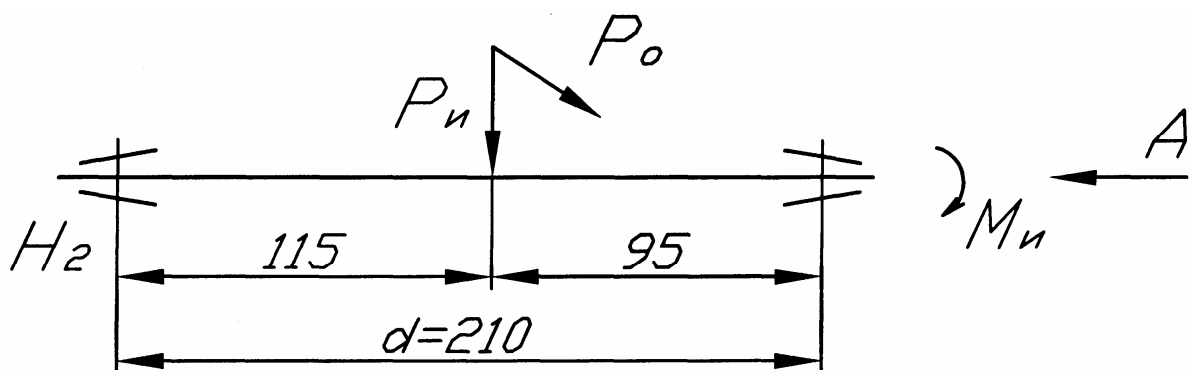
H - радіальне зусилля;

$V-V$ – осьове зусилля.

Перевірка підшипників виконується для двох випадків:

- 1) для повороту стріли з вантажем $G = 6,2 \text{ кН}$ на вильоті $L = 5000 \text{ мм}$;
- 2) для випадку підйому - опускання вантажу.

Схема зусиль діючих на підшипники, у випадку повороту, показана на рис. 7.1.



M_s - згинальний момент з боку стріли з вантажем, $M_s = 38,7 \text{ МПа}$;

A - вертикальне зусилля. З урахуванням ваги кронштейна стріли і стійки,

$$A = 11,7 \text{ кН}$$

Рис. 3.13. Схема зусиль на підшипники

Радіальні зусилля в підшипниках від моменту M_3

$$H'_1 = H'_2 = \frac{M_3}{d} = \frac{38,7}{0,21} = 184,3 \text{ кН.} \quad (3.35)$$

Радіальні зусилля в підшипниках від зусилля в зачепленні

$$H''_1 = \frac{M_{KP} \cdot 11,5}{r \cdot \cos \alpha \cdot d} = \frac{6,51 \cdot 11,5}{0,096 \cdot 0,9397 \cdot 0,21} = 39,5 \text{ кН;} \quad (3.36)$$

$$H''_2 = \frac{M_{KP} \cdot 9,5}{r \cdot \cos \alpha \cdot d} = \frac{6,51 \cdot 9,5}{0,096 \cdot 0,9397 \cdot 0,21} = 32,6 \text{ кН.} \quad (3.37)$$

Сумарне радіальне навантаження на верхній підшипник

$$H_1 = H'_1 + H''_1 = 184,3 + 39,5 = 223,8 \text{ кН;} \quad (3.38)$$

на нижній підшипник

$$H_2 = H'_2 + H''_2 = 184,3 + 32,6 = 217 \text{ кН.} \quad (3.39)$$

Осьове навантаження на нижній підшипник

$$V_2 = A + H_2 \cdot \operatorname{tg} \beta = 11,7 + 217 \cdot 0,2309 = 61,7 \text{ кН.} \quad (3.40)$$

Приведене статичне навантаження на нижній підшипник

$$Q_o = 0,5 \cdot 217 + 0,893 \cdot 61,7 = 161,3 \text{ кН,}$$

приймаємо $Q_o = H_1 = 223,8 \text{ кН.}$

$$Q_o < C_o.$$

У випадку підйому - опускання вантажу радіальні зусилля в підшипниках

$$H_1 = H_2 = \frac{M_3 \cdot k_g}{d} = \frac{38,7 \cdot 1,3}{0,21} = 239,5 \text{ кН;} \quad (3.41)$$

$$Q_o = 0,5 \cdot 239,5 + 0,893 \cdot (239,5 \cdot 0,2309 + 11,7) = 177 \text{ кН,}$$

приймаємо $Q_o = H_1 = 239,5 \text{ кН.}$

$$Q_o < C_o.$$

3.4.3. Розрахунок болтів кришки верхнього підшипника. Кришка з'єднується з корпусом 8-ми болтами М12, номінальний діаметр різьби $d_0 = 12$ мм, внутрішній діаметр різьби $d_1 = 10,106$ мм.

Механічні характеристики матеріалу болтів $\sigma_m = 480$ МПа, $\sigma_m = 600$ МПа.

Визначення зовнішнього навантаження.

Болти кришки верхнього підшипника навантажуються осьовим зусиллям від дії радіального навантаження на підшипник.

Сили на тіла кочення при радіальному навантаженні підшипника розподіляються рівномірно.

Найбільш навантаженим є ролик, розташований в осевій площині дії сили на підшипник.

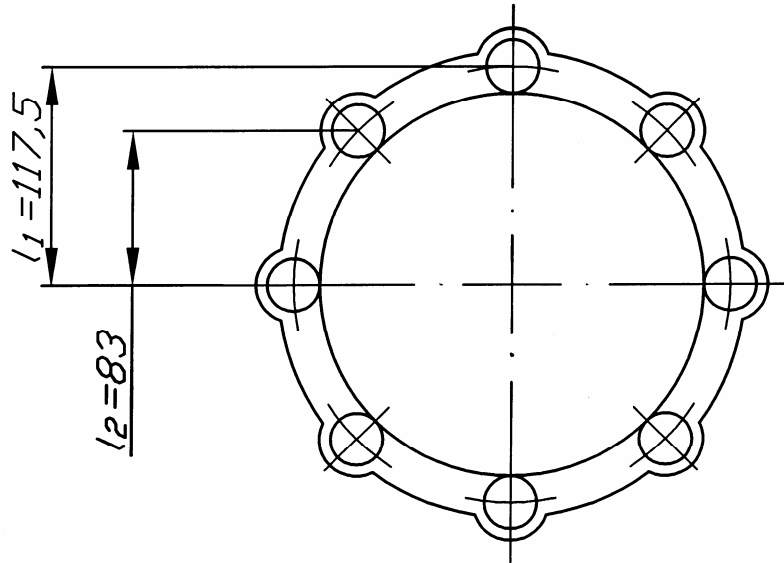


Рис. 3.14. Болтове з'єднання

Зусилля на ролик

$$N_0 = \frac{K \cdot H_1}{z}, \quad (3.42)$$

де $H_1 = 184,3$ кН – радіальне навантаження на верхній підшипник;

$$K = \frac{z}{1 + 2 \cdot \sum_{i=1}^{n-1} \cos \frac{5}{2} \cdot i \cdot j}; \quad (3.43)$$

z – число роликів у підшипнику;

n – половина тіл кочення в навантаженій зоні ($n = 5$);

$j = \frac{360^\circ}{19} = 18,9$ – кутовий крок;

Звідси

$$K = \frac{19}{1 + 2 \cdot \sum_{i=1}^4 \cos \frac{5}{2} \cdot 18^\circ \cdot j} = 4,4; \quad (3.44)$$

$$N_0 = \frac{4,4 \cdot 184,3}{19} = 42,7 \text{ кН.}$$

$$N_1 = N_0 \cdot \cos \frac{5}{2} \cdot j = 42,7 \cdot 0,8706 = 37,2 \text{ кН}; \quad (3.45)$$

$$N_2 = N_0 \cdot \cos \frac{5}{2} \cdot j = 42,7 \cdot 0,555 = 23,7 \text{ кН}; \quad (3.46)$$

$$N_3 = N_0 \cdot \cos \frac{5}{2} \cdot j = 42,7 \cdot 0,2283 = 9,5 \text{ кН}; \quad (3.47)$$

$$N_4 = N_0 \cdot \cos \frac{5}{2} \cdot j = 42,7 \cdot 0,0308 = 1,3 \text{ кН.} \quad (3.48)$$

Осьова складова зусилля в підшипнику навантажує болтовий стик відриваючим зусиллям P та згинальним моментом M .

$$P = H_1 \cdot \operatorname{tg} \beta = 184,3 \cdot 0,2309 = 42,6 \text{ кН}; \quad (3.49)$$

$$M = N_0 \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot d_0 + \sum_{i=1}^8 N_i \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot d_i, \quad (3.50)$$

де d_0, d_1 – плечі відповідних зусиль N_0, N_1 відносно осі вигину.

$$M = 42,7 \cdot 0,2309 \cdot 0,083 + 2 \cdot 0,2309 \cdot (37,2 \cdot 0,078 + 23,7 \cdot 0,065 + 9,5 \cdot 0,045 + 1,3 \cdot 0,02) = 3,07 \text{ кНм.}$$

Сумарне зусилля, яке приходиться на найбільш навантажений болт

$$Q_0 = \frac{P}{m} + \frac{M \cdot l_1}{2 \cdot (l_1^2 + l_2^2)}, \quad (3.51)$$

де $m = 8$ – число болтів;

l_1, l_2 – відстань від осі вигину відповідно до першого і другого рядів болтів (див. рис. 3.14).

$$Q_0 = \frac{42,6}{8} + \frac{3,07 \cdot 0,117}{2 \cdot (0,117^2 + 0,083^2)} = 14 \text{ кН.}$$

З урахуванням динаміки при підйомі - опусканні вантажу

$$Q_0 = Q_0 \cdot K_0 = 14 \cdot 1,3 = 18,2 \text{ кН.} \quad (3.52)$$

Визначення зусиль затягування.

Крутний момент на ключі

$$M_{кл} = M_p + M_m, \quad (3.53)$$

де M_p – крутний момент у різьбі, яки виникає при затягуванні

$$M_p = V \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho); \quad (3.54)$$

M_m – момент тертя в стику, який виникає при затягуванні

$$M_m = \frac{V \cdot f_1 \cdot (D^3 - d_c^3)}{3 \cdot (D^2 - d_c^2)}, \quad (3.55)$$

де V – зусилля затягування;

$d_{cp} = 10,86$ мм – середній діаметр різьби;

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{S}{\pi \cdot d_{cp}}; \quad (3.56)$$

$S = 1,75$ – крок різьби,

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{1,75}{3,14 \cdot 10,86} = 0,0513;$$

$\operatorname{tg} \rho = f$ – коефіцієнт тертя, для з'єднання без змащення оцинкованими болтами $f = 0,22$.

Звідси
$$M_p = V \cdot \frac{0,01086}{2} \cdot \frac{0,0173 + 0,99}{1 - 0,0513 \cdot 0,22} = 0,00149 V.$$

$$M_m = \frac{V \cdot 0,1 \cdot (0,00196^3 - 0,0014^3)}{3 \cdot (0,00196^2 - 0,0014^2)} = 0,00084 V.$$

При $M_{кл} = 54$ Нм (відповідає $\sigma_{зам} = 0,6 \cdot \sigma_m$)

$$54 = V(0,00149 + 0,00084)$$

$$V = 54/0,00233 = 23 \text{ кН.}$$

Перевірка міцності болтів.

Розрахункове зусилля на найбільш навантажений болт

$$P_0 = V + \chi \cdot Q_0, \quad (3.57)$$

де χ – коефіцієнт основного навантаження ($\chi = 0,2$).

$$P_0 = 23 + 0,2 \cdot 18,2 = 26,6 \text{ кН.}$$

Напруги розтягання в нарізаній частині болта

$$\sigma = P_0/F = 26,6/0,0000802 = 332 \text{ МПа.} \quad (3.58)$$

Дотичні напруження в нарізаній частині болта

$$\tau = \frac{M_p}{0,2 \cdot d_1^3} = \frac{0,00149 \cdot 23}{0,2 \cdot 0,0101} = 166 \text{ МПа.} \quad (3.59)$$

Приведені напруги в нарізаній частині болта

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{332^2 + 3 \cdot 166^2} = 439 \text{ МПа.} \quad (3.60)$$

Коефіцієнти запасу по пластичних деформаціях і по статичній міцності

$$n_T = \sigma_m / \sigma_{np} = 480 / 439 = 1,09; \quad (3.61)$$

$$n_\epsilon = \sigma_\epsilon / \sigma_{np} = 600 / 439 = 1,37. \quad (3.62)$$

Висновки до третього розділу

Виконані розрахунки міцності балки та основи стріли, а саме: перетину балки; кронштейна внутрішньої балки; з'єднання кронштейна із балкою; кронштейна гакової підвіски; основи балки; кронштейна котка; та основи стріли із визначеними виникаючих напружень у розрахункових перетинах елементів.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Розрахунок економічного ефекту.

Розрахунок річного економічного ефекту від використання маніпулятора встановленого у задній частині платформи базового шасі та додаткового причепа виконуються на ЕОМ по програмі «Ефект – М» алгоритмічною мовою «Бейсік».

4.1. Виявлення призначення і області застосування нової техніки

Як було викладено вище, використання додаткового вантажопідіймального крана або іншої техніки при віддалених навантажувально-розвантажувальних роботах набагато підвищує їхню собівартість і терміни особливо дорожнього будівництва. Тому, доцільно у таких умовах використовувати техніку, яка могла б виконувати функції одночасно вантажного автомобіля і крана.

Така універсальна техніка могла б виконувати функції навантажувальня-розвантажувальня запованих або штучних вантажів на свою платформу, на причеп або поруч із стоячим автомобілем.

Це значно знижує експлуатаційні затрати, дає можливість оперативно доставляти вантажі на розрізнені об'єкти, підвищити продуктивність праці.

$$B_{зм} = 12000 \cdot 6 \cdot 0,8 \cdot 0,4 = 23040 \text{ кг} / \text{зм} = 23,04 \text{ т} / \text{зм} .$$

4.2. Вибір базового зразка

За базовий варіант приймається автомобіль КрАЗ – 65053 оснащений маніпулятором вантажопідйомністю 800 кг, який розміщений за кабіною автомобіля, рис. 24.1. Вага спорядженого автомобіля 139,45 кН, у тому числі: шасі автомобіля 109,7 кН, платформи 12,0 кН, стрілового маніпуляторного

обладнання 10,5 кН, пасажирів і водія 1,38 кН, вантажу на платформі шасі 120 кН, запасного колеса 1,4 кН робота в одну зміну за сутки протягом 8 годин.

Продуктивність базового зразка:

зміна

$$B_{зм} = Q \cdot z \cdot \kappa_g \cdot \kappa_z = 12 \cdot 6 \cdot 0,8 \cdot 0,4 = 23,04 \text{ т / зміну} . \quad (4.1)$$

де $Q = 12$ т – вантажопідіймальність автомобіля;

$z = 6$ – число циклів за зміну;

$\kappa_g = 0,8$ – коефіцієнт використання за часом;

$\kappa_z = 0,4$ – коефіцієнт використання за вантажопідіймальністю.

річна

$$B = B_{зм} \cdot n = 23,04 \cdot 208 = 4792,3 \text{ т / рік} . \quad (4.2)$$

де $n = 208$ – число роботи змін за рік, без змін на обслуговування та вихідних.

4.3. Виявлення конструктивно-експлуатаційних особливостей нової техніки

В результаті оснащення автомобіля маніпулятором із розміщенням у кінці платформи вантажопідіймальністю 800 кг та обладнання його причепом у автопоїзд збільшується тривалість навантаження значно більшим вантажем, та перевозиться 12 т на автомобілі та 9,5 т на причепі.

4.4. Ідентифікатори для опису вихідної інформації до програми «Ефект-М»

Ідентифікатори для опису вихідних даних до програми «Ефект-М» наведені в таблиці 4.1.

Ідентифікатори для опису вихідної інформації до програми «Ефект-М»

№	Параметри	Одиниці виміру	Програмний ідентифікатор
1	2	3	4
1	Ціна техніки	грн.	CC
2	Маса техніки	т	G
3	Річна експлуатаційна продуктивність	т/рік	B
4	Термін служби техніки	років	TCL
5	Тариф на залізничні перевезення	грн./т	GP
6	Норма амортизаційних відрахувань на капітальний ремонт	частка	BNAO
7	Коефіцієнт, що враховує витрати на утримання доріг	—	KSD
8	Коефіцієнт який враховує доплати	—	KQ
9	Кількість відпрацьованих за рік годин	годин	TG
10	Годинна тарифна ставка всього екіпажа машини	грн./год.	SUMCT
11	Коефіцієнт накладних витрат від інших статей витрат на експлуатацію машини	—	KHI
12	Ціна палива	грн./кг	СТОП
13	Номінальна потужність ДВС	кВт	BNEH
14	Питомі витрати палива	г/кВт-год.	QEH
15	Коефіцієнт, який враховує зміни витрат палива від ступеня використання двигуна за потужністю	—	KN
16	Коефіцієнт використання машини за часом	—	KDV
17	Коефіцієнт використання машини за потужністю	—	KDM
18	Установлена потужність електродвигунів	кВт	BNM
19	ККД мережі	—	KPS
20	ККД двигуна	—	KPD
21	Тариф на електроенергію	грн./кВт-год.	TE
22	Коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні і обтиральні матеріали	—	KOM
23	Міжремонтний цикл	маш. год.	TC
24	Коефіцієнт накладних витрат від основної зарплати екіпажа	—	KHZ

Продовження таблиці 4.1

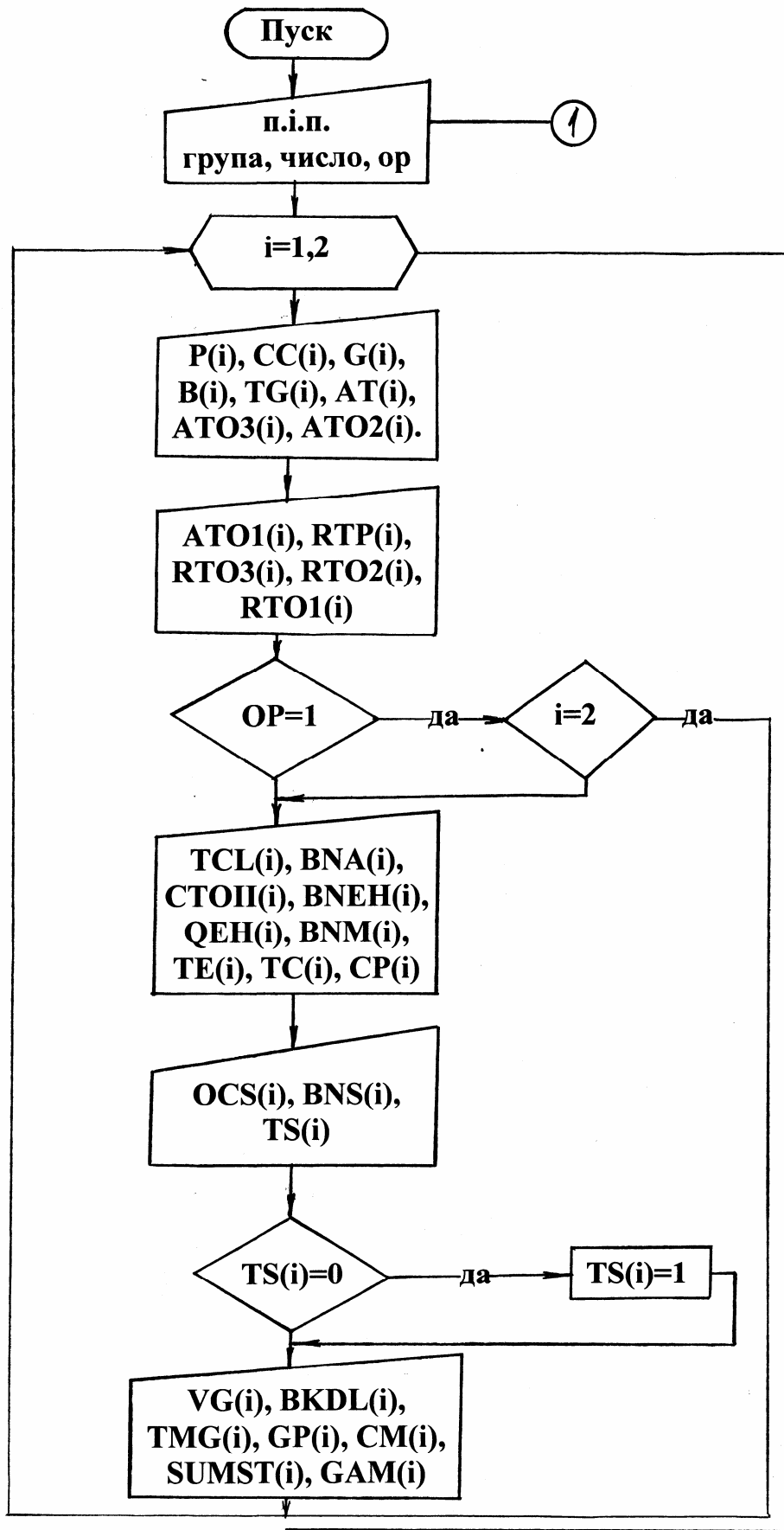
1	2	3	4
25	Коефіцієнт, що враховує премії ремонтників	—	LAMP
26	Середня тарифна ставка робітників з ремонту	грн./зміну	CP
27	Кількість ПР за міжремонтний цикл	—	AT
28	Кількість ТО-3 за міжремонтний цикл	—	ATO3
29	Кількість ТО-2 за міжремонтний цикл	—	ATO2
30	Кількість ТО-1 за міжремонтний цикл	—	ATO1
31	Трудомісткість ТР	чол. год.	RTP
32	Трудомісткість ТО-3	—	RTO3
33	Трудомісткість ТО-2	—	RTO2
34	Трудомісткість ТО-1	—	RTO1
35	Коефіцієнт переходу від зарплати до витрат на ТО і ПР	—	KEP
36	Оптова ціна шини	грн.	OCS
37	Кількість шин (без запасних)	шт.	BNS
38	Термін служби шини	год.	TS
39	Ємкість гідросистеми	л.	VG
40	Об'ємна маса масла для гідросистеми	кг/дм. ³	GAM
41	Оптова ціна масла для гідросистеми	грн./кг	CM
42	Коефіцієнт доливок масла в гідросистему	—	BKDL
43	Періодичність зміни масла в гідросистемі	год.	TMG
44	Частка відрахувань від балансової вартості на реновацію техніки	—	P
45	Нормативний коефіцієнт економічної ефективності	—	EN

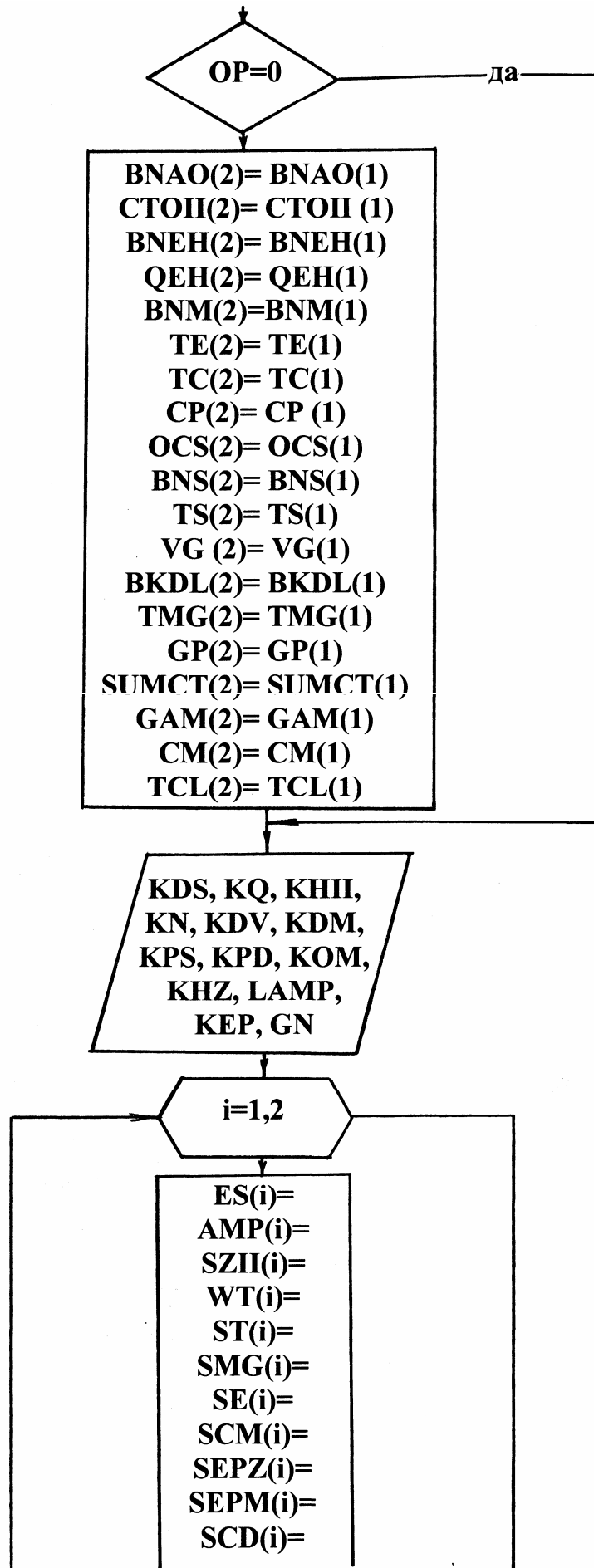
Ідентифікатори для опису розрахункових величин наведені в таблиці 4.2.

Ідентифікатори для опису розрахункових величин

№	Параметри	Одиниця виміру	Програмний ідентифікатор
1	2	3	4
1	Одноразові витрати	грн.	ES
2	Амортизаційні відрахування на капремонт	грн.	AMK
3	Річні поточні амортизаційні витрати	грн.	TP
4	Заробітна плата екіпажа	грн.	SZII
5	Вартість палива	грн.	ST
6	Годинна витрата палива	г/год.	WT
7	Вартість електроенергії	грн.	SE
8	Вартість обтиральних і мастильних матеріалів	грн.	SCM
9	Витрати на ТО і ТР	грн.	SEP
10	Витрати на зарплату ремонтників	грн.	SEPZ
11	Витрати на матеріали і запчастини	грн.	SEPM
12	Вартість змінного оснащення	грн.	SCO
13	Витрати на масло для гідросистеми	грн.	SMG
14	Річні експлуатаційні витрати споживача	грн.	U
15	Річний економічний ефект	грн.	EG

Блок-схема программы «Эффект-М».





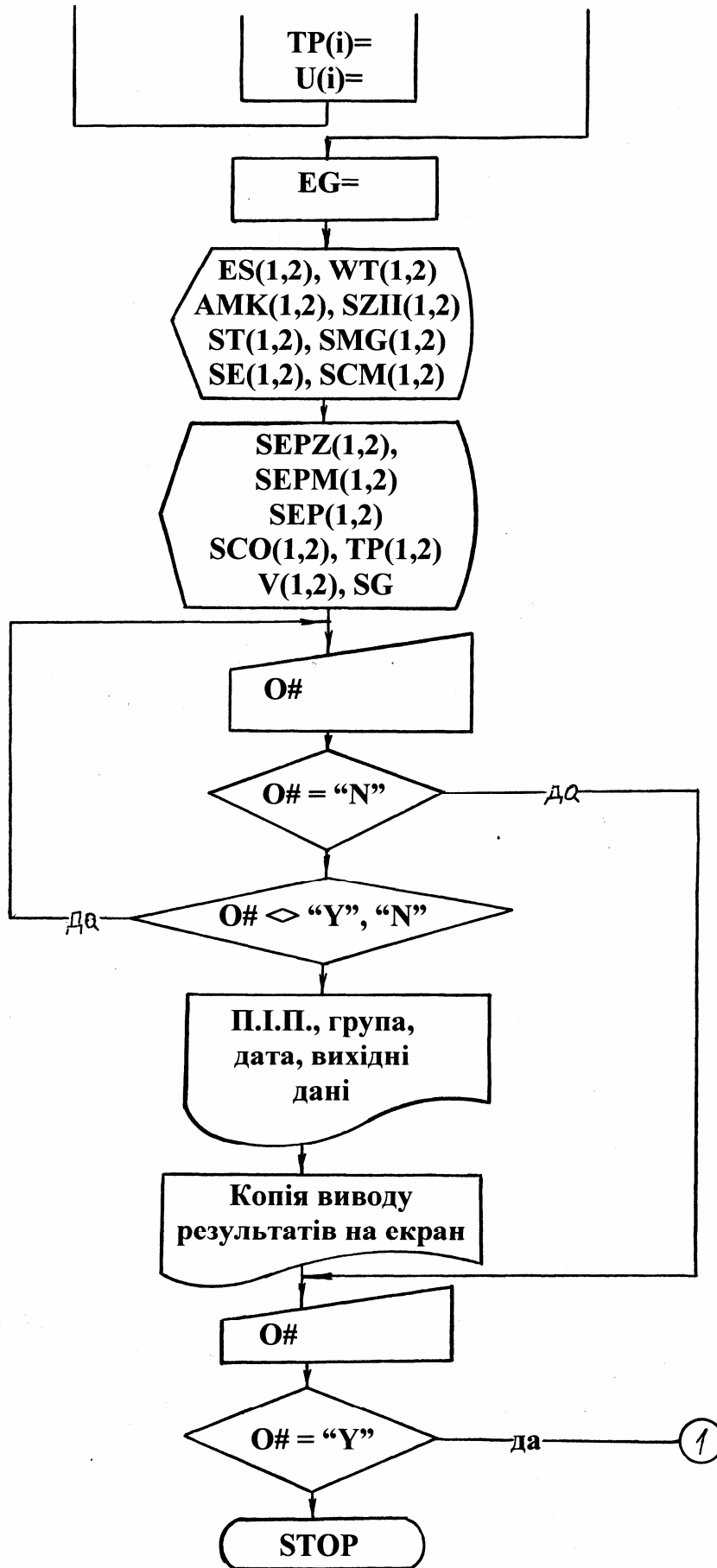


Рис. 4.1. Блок-схема програми «Ефект-М»

Таблиця 4.3

Базова техніка

CC	G	B	TCL	BNAO	TG	СТОII		
1034300,0	11,000	4792,3	10,0	0,05	1664,0	24,0		
BNEH	QEH	BNM	TE	TC	CP	AT	ATO3	
330,0	300,0	0,0	0,0	5000,0	40,0	4,0	0,0	
ATO2	ATO1	RTP	RTO3	RTO2	RTO1	OCS	BNS	
15,0	80,0	540,0	0,0	20,0	5,0	3000,0	6,0	
TS	VG	BKDL	TMG	P	GP	SUMCT	GAM	CM
7000,0	80,0	1,2	1500,0	0,2	1000,0	83,2	0,8	80,0

Таблиця 4.4

Нова техніка

CC	G	B	TCL	BNAO	TG	СТОII		
1634300,0	15,0	7155,2	10,0	0,05	1664,0	24,0		
BNEH	QEH	BNM	TE	TC	CP	AT	ATO3	
330,0	330,0	0,0	0,0	5000,0	40,0	4,0	0,0	
ATO2	ATO1	RTP	RTO3	RTO2	RTO1	OCS	BNS	
15,0	80,0	540,0	0,0	20,0	5,0	3000,0	10,0	
TS	VG	BKDL	TMG	P	GP	SUMCT	GAM	CM
7000,0	160,0	1,2	1500,0	0,2	1000,0	83,2	0,8	80,0

КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ. Эффект - М

18.11.20 Порожня А.М. группа АТэ-19мп

Исходные данные :	базовая	новая
Доли отчислений от балансовой стоим. на реновацию =	0,2	0,2
Цена техники =	1034300	1634300
Масса техники =	11,0	15,0
Годовая эксплуатационная производительность =	4792,3	71553,2
Срок службы техники =	10	10
Норма амортизационных отчислений =	0,05	0,05
Количество отработанных в год часов =	1664	1664
Цена топлива =	24	24
Номинальная мощность ДВС =	330	330
Удельный расход топлива =	300	330
Установленная мощность электродвигателей =	0	0
Тариф на электроэнергию =	0	0
Межремонтный цикл =	5000	5000
Средняя ставка рабочих по ремонту машин =	70,66	70,66
Количество ТР за межремонтный цикл =	4	4
Количество ТО-3 за межремонтный цикл =	0	0
Количество ТО-2 за межремонтный цикл =	15	15
Количество ТО-1 за межремонтный цикл =	80	80
Трудоемкость ТР =	540	540
Трудоемкость ТО-3 =	0	0
Трудоемкость ТО-2 =	20	20
Трудоемкость ТО-1 =	5	5
Оптовая цена шины =	3000	3000
Количество шин (без запасных) =	6	10
Срок службы шины =	7000	7000
Емкость гидросистемы =	80	80
Коэффициент долива масла в гидросистему =	1,2	1,2
Периодичность смены масла в гидросистеме =	1500	1500
Тариф на железнодорожные перевозки =	1000	1000
Часовая тарифная ставка всего экипажа машины =	83,2	83,2
Объемная масса масла для гидросистемы =	0,8	0,8
Оптовая цена масла для гидросистемы =	80	80

Результаты расчета :	базовая	новая
----------------------	---------	-------

Единовременные затраты -	11000	15000
Амортизационные отчисления на капитальный ремонт -	57455,37	70785,37
Заработная плата рабочим, управляющим машиной -	224972,8	224972,8
Часовой расход топлива -	54,60494	58,06543
Стоимость топлива -	2398773	2538651
Затраты на масло для гидросистемы -	7497,792	14994,64
Стоимость электроэнергии -	0	0
Стоимость обтирочных и смазочных материалов -	719632	791595,2
Затраты на заработную плату ремонтным рабочим -	104917,4	104917,4
Затраты на материалы и запасные части -	119848	119848
Затраты на ТО и ТР -	224765,4	224765,4
Стоимость сменной оснастки -	2726,743	2726,743
Текущие эксплуатационные затраты -	3578368	3897705
Годовые эксплуатационные издержки потребителя -	3646823	3803491

Годовой экономический эффект - 109077

ВИСНОВКИ

Загальна мета, поставлена в завданні роботи, виконана; а саме:

- проведена розробка та конструювання бортового маніпулятора;
- проведений вибір та аналіз даних будівельних вантажів;
- аналіз технічних засобів для перевезення будівельних вантажів автотранспортом;
- виконаний патентний пошук та дослідження засобів навантаження та розвантаження вантажів;
- вибір та аналіз конструктивних даних маніпулятора та місця його розміщення на шасі автомобіля;
- істотно розширена область застосування машини.

Виконані всі необхідні розрахунки міцності й стійкості несучих конструкцій, гідрообладнання, механізму повороту, що підтвердило правильність прийнятих технічних рішень.

Визначені умови забезпечення поздовжньої й поперечної стійкості руху автомобіля по прямій дорозі й по кривих ділянках.

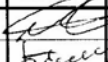
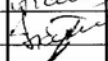
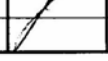
Виконані техніко-економічні дослідження, визначений річний економічний ефект від впровадження обладнання на шасі автомобіля КраЗ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.1 – 9-е изд., перераб. и доп. / Под. ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.2 – 9-е изд., перераб. и доп. / Под. ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 960 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.3 – 9-е изд., перераб. и доп. / Под. ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.
4. Гидравлическое оборудование: Каталог-Справ. В 2-х ч. – М.: НИИНМаш, 1987. – Ч. 2.
5. Григоров О.В. Гідравлічний привід підйомно-транспортних, будівельних та дорожніх машин: Навч. посібник. – Харків: НТУ(ХП), 2003. – 264 с.
6. Колісник М.П. та ін. Гідравлічне та пневматичне обладнання стрілових самохідних кранів. Атлас конструкцій. Дніпропетровськ: ІБФО ПДАБА, 2008. – 80 с.
7. Краткий автомобильный справочник. – 8-е изд., перераб и доп. – М.: Транспорт, 1979. – 464 с.
8. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.: Под. общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
9. Правила побудови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. К.: Основа, 2007. – 263 с.
10. Розрахунки будівельних стрілових кранів: Навчальний посібник. / М.П. Колісник, А.Ф. Шевченко, С.В. Ракша, В.В. Мелашич. – Дніпропетровськ: Пороги, 2015. – 816 с.

11. РД 22-145-85. Краны стреловые самоходные. Нормы расчета устойчивости против опрокидывания.
12. Сафонов В.В., Діденко Л.М. Інженерні рішення з охорони праці. К.: Основа. 2001. – 227 с.
13. Сафонов В.В., Диденко Л.М., Мелашич В.В. Охорона праці при виготовленні та монтажі будівель та споруд з металевих конструкцій. К.: Основа. 2004. – 345 с.
14. Технология подъемно-транспортного машиностроения: Учебник / Н.П. Колесник, С.И. Козарь, А.А. Лабазов и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 280 с.
15. Хмара Л.А., Колісник М.П., Голубченко О.І. Крани будівельні. Конструкція та експлуатація. – К.: «Техніка», 2001. – 294 с.
16. Хмара Л.А., Колісник М.П., Станєвський В.П. Модернізація та підвищення продуктивності будівельних машин. – К.: Будівельник, 1992. – 152 с.
17. <https://truck.ironhorse.ru/kraz-m16-1x.html> © IronHorse.ru.
18. <http://www.cdminfo.ru/biblioteka-stroitelnoy-tehniki/biblioteka-kranov-manipulyatorov/preimuschestva-kranov-manipulyatorov.html>.

Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			MKP.KMM.TC58.00.00.00.000.B3	Збірне креслення		
				<u>Збірні одиниці</u>		
		1	MKP.KMM.TC58.00.01.00.000.	Стріла телескопічна	1	
		2	MKP.KMM.TC58.00.02.00.000.	Рама автомобіля	1	
		3	MKP.KMM.TC58.00.03.00.000.	Кабіна	1	
		4	MKP.KMM.TC58.00.04.00.000.	Вантажна платформа	1	
		5	MKP.KMM.TC58.00.05.00.000.	Механізм повороту	1	
		6	MKP.KMM.TC58.00.06.00.000.	Аутригери	2	
MKP.KMM.TC58.00.00.00.000						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Порохня А.М.			Лит	Арк.
Перевір.		Колісник М.П.				88
Керівник		Колісник М.П.			Аркушів	
Н. контр.		Колеснікова Т.			1	
Затверд.		Лиходій О.С.			ПДАБА – АТз-19мп	
Автомобіль з маніпулятором						

Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			МКР.КММ.ТС58.00.0100.0003К	Збірне креслення		
				<u>Збірні одиниці</u>		
		1	МКР.КММ.ТС58.00.0101.000	Відвіс	1	
		2	МКР.КММ.ТС58.00.0102.000	Секція стріли	1	
		3	МКР.КММ.ТС58.00.0103.000	Гідроциліндр	1	
		4	МКР.КММ.ТС58.00.0104.000	Гідроциліндр	1	
		5	МКР.КММ.ТС58.00.0105.000	Гакова підвіска	1	
		6	МКР.КММ.ТС58.00.0106.000	Корамисло	1	
		7	МКР.КММ.ТС58.00.0107.000	Гідроциліндр	1	
		8	МКР.КММ.ТС58.00.0108.000	Гак в сборі	1	
		9	МКР.КММ.ТС58.00.0109.000	Секція стріли	1	
		10	МКР.КММ.ТС58.00.0110.000	Стійка	1	
		11	МКР.КММ.ТС58.00.0111.000	Упор	1	
				<u>Деталі</u>		
		12	МКР.КММ.ТС58.00.0109.012	Вісь	2	
		13	МКР.КММ.ТС58.00.0106.013	Вісь	3	
		14	МКР.КММ.ТС58.00.0106.014	Палець	2	
		15	МКР.КММ.ТС58.00.0109.015	Палець	2	
		16	МКР.КММ.ТС58.00.0109.016	Палець	2	
		17	МКР.КММ.ТС58.00.0102.017	Палець	2	
			МКР.КММ.ТС58.00.0100.000			
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Порохня А.М.			Лит.	Арк.
Перевір.		Колісник М.П.				89
Керівник		Колісник М.П.				2
Н. контр.		Колеснікова Т.			ПДАБА – АТЗ-19мп	
Затверд.		Лиходіє О.С.				
					Стріла	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			МКР.КММ.ТС58.00.00.00.000.3К	Збірне креслення		
				<u>Збірні одиниці</u>		
		1	МКР.КММ.ТС58.00.01.01.000.	Стойка	1	
		2	МКР.КММ.ТС58.00.01.02.000.	Циліндр	4	
		3	МКР.КММ.ТС58.00.01.03.000.	Пробка	1	
				<u>Деталі</u>		
		4	МКР.КММ.ТС58.00.01.02.004.	Паршень	2	
		5	МКР.КММ.ТС58.00.01.02.005.	Рейка	1	
		6	МКР.КММ.ТС58.00.01.01.006.	Шестерня	1	
		7	МКР.КММ.ТС58.00.00.00.007.	Прокладка регулювальна	3	
		8	МКР.КММ.А08.00.00.00.008.	Прокладка регулювальна	4	
		9	МКР.КММ.ТС58.00.00.00.009.	Прокладка регулювальна	4	
		10	МКР.КММ.ТС58.00.00.00.010.	Кришка	1	
		11	МКР.КММ.ТС58.00.01.02.011.	Палець	1	
		12	МКР.КММ.ТС58.00.01.02.012.	Корпус	1	
		13	МКР.КММ.ТС58.00.01.02.013.	Кольцо захисне	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		15		Підшипник 7530 ГОСТ 733 - 79	2	
			МКР.КММ.ТС58.00.00.00.000			
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		
Разраб.		Порожня А.М.			Лит.	Арк.
Перевір.		Колесник М.П.				91
Керівник		Колесник М.П.				2
Н. контр.		Колеснікова Т.			ПДАБА — АТз-19ст	
Затверд.		Лиходій О.С.				
				Механізм повороту		

№ сторінки	формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	№ екземп.	Примітки
		<u>Загальна</u>	<u>документація</u>			
A4		МКР.КММ.ТС58.00.00.00.000ПЗ	Пояснювальна записка	93	1	
A4		МКР.КММ.ТС58.00.00.00.0001	Заголовний слайд	1	1	Слайд №1
A4		МКР.КММ.ТС58.00.00.00.0002	Актуальність теми кваліфікаційної роботи	1	1	Слайд №2
A4		МКР.КММ.ТС58.00.00.00.0003	Загальні положення кваліфікаційної роботи	1	1	Слайд №3
A4		МКР.КММ.ТС58.00.00.00.0004	Будівельні вантажі що транспортуються автотранспортом	1	1	Слайд №4
A4		МКР.КММ.ТС58.00.00.00.0005	Патентний пошук	1	1	Слайд №5
A4		МКР.КММ.ТС58.00.00.00.0006	Робочі зони маніпулятора	1	1	Слайд №6
A4		МКР.КММ.ТС58.00.00.00.0007	Висновки	1	1	Слайд №7
		<u>Складальні</u>	<u>креслення</u>			
A1		МКР.КММ.ТС58.00.00.00.000ВЗ	Автомобіль з маніпулятором	1	1	
A1		МКР.КММ.ТС58.00.01.00.000ЗК	Стріла	1	1	
A1		МКР.КММ.ТС58.00.05.00.000ЗК	Механізм повороту	1	1	
МКР.КММ.ТС58.00.00.00.000ВКР						
Змн.	Л	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Порожня А.М.			Лит.	Арк.
Перед.		Колісник М.П.				Аркушів
Керув.		Колісник М.П.				93
Н. кон.		Колеснікова Т.М.			ПДАБА,	
Затв.		Лиходій О.С.			зр. АТз-19мп	
					Розробка та дослідження конструкції маніпулятора для вантажного автомобіля. Відомість КР у формі ДП.	