

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

на тему: «Розробка вантажопідійомної установки автомобільного крана»

Виконав: студент 2 курсу за ОПП «Магістра»,
групи 1ГМ-22м

спеціальності 133

Галузеве машинобудування

(шифр і назва напрямку підготовки)

Дмитро КАТЕРИНЧУК

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

Андрій СЛАБКІЙ

(прізвище та ініціали)

Опонент: к.т.н., доцент

Олександр ГАЛУЩАК

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ГМ

д.т.н., професор Леонід ПОЛІЩУК

«12» грудня 2023р.

Вінниця ВНТУ – 2023 року

АНОТАЦІЯ

УДК 621.86/87(075)

Дмитро КАТЕРИНЧУК. Розробка вантажопідйомної установки автомобільного крана. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 133 – галузеве машинобудування, освітня програма – галузеве машинобудування. Вінниця: ВНТУ, 2023. 125 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 24 назв; рис.: 21; табл. 13.

За результатами виконання магістерської кваліфікаційної роботи розроблена нова конструкція шістнадцятитонної вантажопідйомної установки автомобільного крана на базі українського шасі КрАЗ 6511Н4. У цілому, розробка вантажно-підйомної установки для автомобільного крана може мати значний практичний інтерес, спрямований на покращення різних аспектів його функціонування, забезпечуючи більш безпечну, продуктивну та ефективну роботу.

Конструкція вантажопідйомної установки автомобільного крана виконана на базі стандартизованих елементів, що пришвидшить її впровадження у виробництво.

Ключові слова: кран, шасі, вантажопідйомна установка, конструкція, розрахунки.

ABSTRACT

Dmytro KATERYNCHUK. Development of a lifting device of a mobile crane. Master's qualification thesis on specialty 133 - industrial mechanical engineering, educational program - industrial mechanical engineering. Vinnytsia: VNTU, 2023. 125 p.

In Ukrainian language Bibliography: 24 titles; Fig.: 21; table 13.

Based on the results of the master's qualification work, a new design of a sixteen-ton truck crane based on the Ukrainian KrAZ 6511N4 chassis was developed. In general, the development of a truck crane can be of significant practical interest, aimed at improving various aspects of its operation, ensuring a safer, productive and efficient work.

The design of the truck crane lifting device is made on the basis of standardized elements, which will speed up its introduction into production.

Keywords: crane, chassis, lifting device, design, calculations.

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Галузь знань – 13 Механічна інженерія

Спеціальність – 133 – Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна програма – Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

А. Левицький **ПОЛІЩУК** Леонід

“18” вересня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Дмитру КАТЕРИНЧУКУ

1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи: **«Розробка вантажопідійомної установки автомобільного крана».**

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи: к.т.н. доц. СЛАБКІЙ Андрій, затверджені наказом вищого навчального закладу від “18” вересня 2023 року №247

2. Строк подання студентом магістерської кваліфікаційної роботи: 12.12. 2023р.

3. Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: 1) Вантажопід'ємність, т: на виносних опорах – 16; без виносних опор – 3; під час переміщення з вантажем на гаку – 3; 2) Висота підйому гаку, м – 21,7м; 3) Виліт, м – 18,5; 4) Максимальна швидкість підйому-опускання гаку без вантажу, м/с – 0,14; 5) Частота обертання поворотної частини, об/хв. – 1,75; 6) Швидкість переміщення крана, км/год: транспортна – 80; робоча з вантажем на гаку – 5; 7) Повна маса крана не більше, кг – 25000.


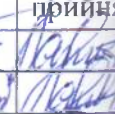
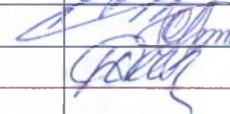
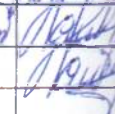
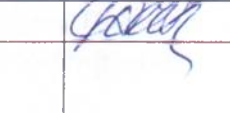
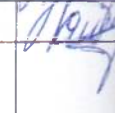
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1) Вступ; 2) Теоретичний аналіз проблематики теми МКР; 2) Патентно-інформаційний огляд по темі МКР; 3) Розробка нової конструкції вантажопідійомної установки автомобільного крана на вітчизняному шасі; 5) Виконання проектних та перевірочних розрахунків елементів конструкції; 7) економічне оцінювання доцільності розробки; 8) аналіз умов праці та розробка заходів безпеки життєдіяльності, зокрема заходів віброзахисту під час роботи установки.

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




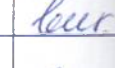


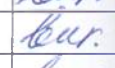




1) Огляд представлених на вітчизняному ринку автокранів на шасі українського виробництва та автокранів вантажопід'ємністю 16т та результати патентно-інформаційного пошуку (пл. ф.А1); 2) Вид загальний крану автомобільного на базі КрАЗ 651Н4 (кресл. ф.А1) 3) Межі небезпечної зони під час роботи крана (кресл. ф. А1) 4) Складальний кресленик лебідки вантажної (кресл. ф.А1 – 1 арк.); 5) Складальний кресленик механізму повороту (кресл. ф.А1 – 1 арк.); 6) Складальний кресленик гакової підвіски (кресл. ф.А1 – 1 арк.); 7) Складальний кресленик рами і платформи поворотної (кресл. ф.А1 – 1 арк.); 8) Складальний кресленик стріли (кресл. ф.А1 – 1 арк.); 9) Складальний кресленик механізму сумувального обмежувача вантажопід'ємності (кресл. ф.А1 – 1 арк.); 10) Схема гідравлічна принципова (кресл. ф.А1 – 1 арк.).

6. Консультанти розділів магістерської кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основний	к.т.н., доц. СЛАБКІЙ Андрій		
Економічний	к. т. н., доц. Ольга РАТУШНЯК.		
Охорона праці	д. п. н., проф. Софія ДЕМБІЦЬКА		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	д.т.н., проф. Олег БЕРЕЗЮК		

7. Дата видачі завдання 19.09.2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів МКР	Приміт
1	Вступ	01.10.2023р	
2	Теоретичний аналіз проблематики теми МКР, патентно-інформаційний огляд	15.10.2023р	
3	Розробка конструкції вантажопідйомної установки автомобільного крана	2.11.2023р	
4	Конструкторські розрахунки	19.11.2023р	
5	Економічний аудит розробки	22.11.2023р	
6	Розрахунок кількості коштів на впровадження розробки, та строку їх окупності	24.11.2023р	
7	Аналіз умов праці під час використання нової	26.11.2023р	
8	Розробка заходів безпеки життєдіяльності та надзвичайних ситуаціях конструкції вантажопідйомної установки автомобільного крана	28.11.2023р	
9	Підготовка графічної частини МКР	10.12.2023р	
10	Попередній захист на кафедрі	12.12.2023р	
11	Захист МКР ЕК	20.12.23 – 22.12.23р	

Студент  Дмитро КАТЕРИНЧУ
(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи  Андрій СЛАБКІЙ
(підпис)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ

ABSTRACT

ВСТУП	4
1 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД ТЕМИ РОБОТИ.....	6
1.1 Загальні відомості	6
1.2 Автомобільні стрілові крани.....	12
1.3 Патентно-інформаційний огляд	16
2 ВИМОГИ ДО РОБОТИ ВАНТАЖОПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ АВТОМОБІЛЬНОГО КРАНА.....	29
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	36
3.1 Розрахунок вантажної лебідки.....	36
3.2 Розрахунок механізму повороту	45
3.3 Розрахунок стріли телескопічної	54
3.4 Розрахунок гідравлічного привода підйомної установки	62
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	71
4.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки	71
4.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи	77
4.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки ..	85
4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	86
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	90
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	90
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	98
ВИСНОВКИ.....	102
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	104
ДОДАТКИ	108

ДОДАТОК А – ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	109
ДОДАТОК Б – ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА.....	115
ДОДАТОК В – СПЕЦИФІКАЦІЇ.....	126
ДОДАТОК Г – ПРОТОКОЛ ПЕРЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ.....	137

ВСТУП

З розвитком будівельної техніки та стрімким зростанням обсягів найрізноманітніших будівельних робіт на повне зростання постала проблема потреби у спеціальній мобільній техніці такою, що дозволяє швидко переміщатися до місця проведення аварійно-відновлювальних та рятувальних робіт.

Характерним представником сімейства мобільних будівельних машин сьогодні став автокран. В даний час ці машини дуже активно використовуються на будівництві різних об'єктів. Автомобільний кран є мобільним краном підйомним з електричним або гідравлічним приводом. При цьому гідравлічний привід має цілу низку незаперечних переваг таких, наприклад, як великий діапазон швидкостей роботи та можливість суміщення в одній машині кількох кранових функцій. Саме це дозволяє використовувати гідравлічні автокрани в різних умовах для виконання робіт різних категорій.

Найбільше застосування автокрани виявили при виконанні різних будівельно-монтажних операцій. Велика вантажопідйомність сучасних автокранів дозволяє за їх допомогою у багатьох випадках проводити вантажно-розвантажувальні роботи. Додатковою перевагою автокрана є його висока мобільність, що дозволяє в короткий термін доставляти вантажопідйомну техніку в найдоступніші райони. Сьогодні просто неможливо уявити наше життя та виробничу діяльність без використання автокранів. Ці мобільні та потужні машини сьогодні використовуються повсюдно: у містах та сільській місцевості, на промислових підприємствах та у сільському господарстві, при виробництві ремонтних робіт та у будівництві.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи (далі МКР) – розробка вантажопідйомної установки автомобільного крана, з покращеними техніко-економічними показниками

Під час виконання МКР необхідно вирішити такі задачі:

- Дослідити наявні зразки алогічних вантажопідійомних установок автомобільних кранів, зокрема на вітчизняному ринку;
- Виконати патентно-інформаційний пошук аналогічних зразків техніки, виокремити доцільні напрями удосконалення та створення нових зразків підіймальної техніки на вітчизняних шасі;
- Розробити конструкцію вантажопідійомної установки автомобільного крана використовуючи стандартизовані машинобудівні елементи конструкції ;
- Виконати проектні та перевірочні розрахунки елементів конструкції;
- Розрахувати економічну доцільність розробки вантажопідійомної установки автомобільного крана;
- Запропонувати заходи з охорони праці для безпечної експлуатації нової конструкції вантажопідійомної установки автомобільного крана.

Об’єкт дослідження – процеси, що використовуються для визначення та аналізу найбільш раціональної конструкції вантажопідійомної установки автомобільного крана.

Предмет дослідження – вантажопідійомної установки автомобільного крана.

Новизна одержаних результатів. Введенням нових технічних рішень з використанням стандартизованих машинобудівних елементів покращені техніко-економічні показники в порівнянні до аналогів..

Практична цінність роботи – розроблено вантажопідійомну установку автомобільного крана на базі вітчизняного шасі – КрАЗі-6511Н4.

1 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД ТЕМИ РОБОТИ

1.1 Загальні відомості

Автомобільні стрілові самохідні крани загального призначення служать для підйому та опускання вантажів та переміщення їх на невеликі відстані у горизонтальному напрямку під час виконання будівельно-монтажних та перевантажувальних робіт на розосереджених об'єктах.

Повний цикл роботи крана складається з ряду послідовних операцій: захоплення вантажу, його підйом та переміщення до місця призначення, опускання та відчіплення вантажу, підйом та переміщення вантажозахоплювального пристрою або пристосування у вихідне положення для захоплення наступного вантажу та його наступного підйому та переміщення.

Так як робота крана складається з циклів, що повторюються, то автомобільні стрілові самохідні крани відносяться до підйомно-транспортних машин циклічного (періодичного) дії на відміну від машин безперервної дії (наприклад, транспортерів), в яких переміщення вантажів відбувається безперервним потоком.

Підйомно-транспортні машини періодичної дії поділяються на кілька груп машин, з яких найчисельнішою є група стрілових самохідних кранів. Відмінною особливістю цієї групи кранів є власний привід для вільного переміщення місцевістю. До цієї групи і відносяться автомобільні стрілові самохідні крани, ходовий пристрій яких включає шасі автомобіля, його силову установку, трансмісію і систему управління.

Стрілові самохідні крани, в порівнянні з іншими групами машин періодичної дії (наприклад, баштовими будівельними кранами), відрізняють такі експлуатаційні переваги [1 – 9]:

- велика рухливість і незалежність пересування в межах будівельного майданчика;

– монтаж та демонтаж кранів, підготовка майданчиків для їх експлуатації та пересування, а також перебазування крана з об'єкта на об'єкт здійснюються простіше, швидше та дешевше;

– наявність комплекту змінного стрілового обладнання, що дозволяє використовувати кран на різних видах робіт і порівняно швидко змінювати його основні параметри.

У групу стрілових самохідних кранів, крім автомобільних входять пневмоколісні та гусеничні крани (ходовий пристрій містить пневмоколісне або гусеничне шасі, що рухається від силової установки, розташованої на поворотній частині крана), а також крани на спеціальному шасі (шасі автомобільного типу, спеціально пристосоване для умов роботи кранів).

Самохідні стрілові крани складаються з двох основних частин - неповоротної та поворотної. Неповоротна частина є несівною ходовою рамою у вигляді зварної металевої конструкції, з ходовим пристроєм. Ця частина крана передає робочі навантаження на основі через шасі або виносні опори, що забезпечує стійкість крана і можливість його пересування.

Поворотна частина крана (поворотна платформа) складається зі зварної рами, на якій змонтовано силову установку, вантажну (дві) і стрілову лебідку, механізм повороту крана, кабіна з пультом керування та двонога стійка. Підстава (корінь) стрілового робочого обладнання шарнірно кріплять до рами платформи. Поворотна платформа за допомогою опорно-поворотного пристрою (кулькового або роликового кола) спирається на неповоротну (ходову) частину, що дає можливість робочому обладнанню крана обертатися щодо його вертикальної осі.

Найбільшого поширення при виробництві самохідного стрілового крану набули пневмоколісні та гусеничні стрілові крани, що мають загальні класифікаційні характеристики і відрізняються конструкцією ходового пристрою. Згідно з вимогами ГОСТ 22827-85 випускають стрілові самохідні крани: автомобільні, пневмоколісні, на спеціальних шасі автомобільного типу, на короткобазових шасі і гусеничні загального призначення

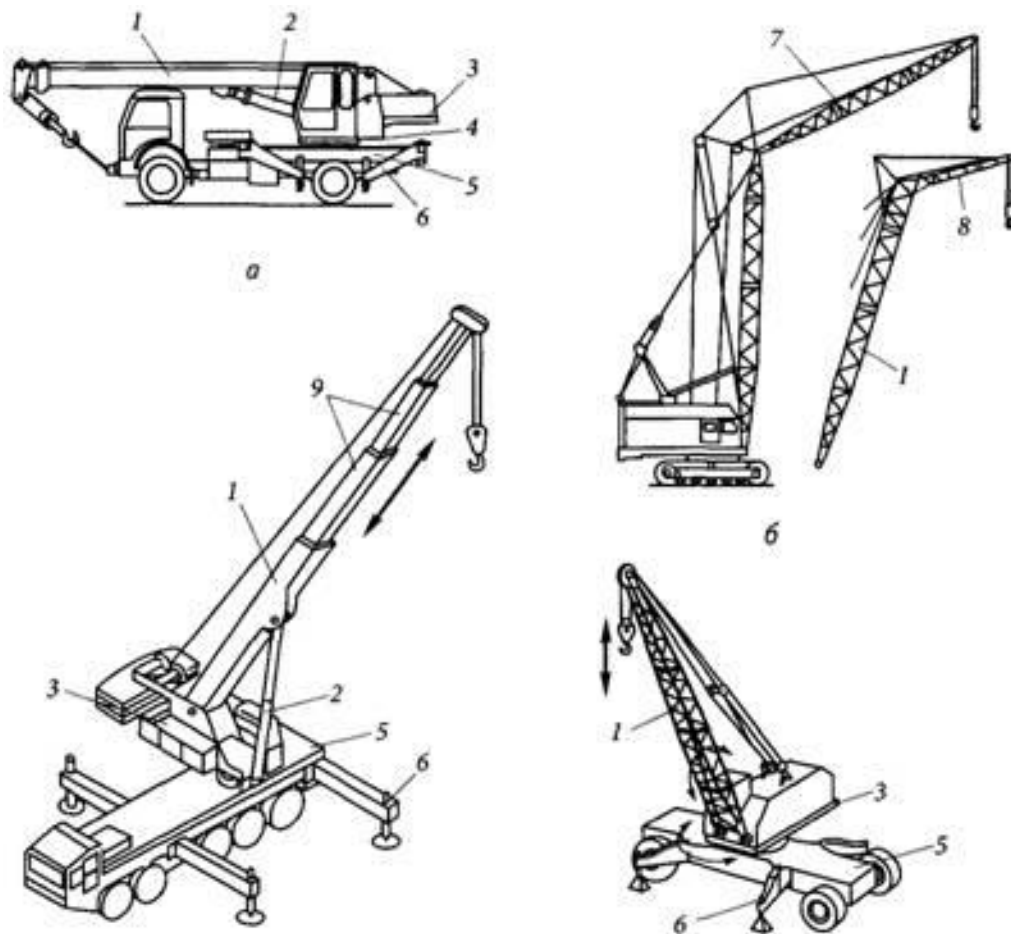
вантажопідйомністю 16...250 т і за ГОСТ 17343—83 екскаватори 0,4...2,5 м³, які при роботі з вантажним гаком мають вантажопідйомність 10...63 т. Для більш повного використання вантажів сотних характеристик стрілових пневмоколісних кранів їх встановлюють на виносні опори, що збільшують опорний контур крана, що вимагає додаткових витрат праці та часу, зменшує їх маневреність і виключає можливість пересування крана з вантажем на гаку. Усі крани оснащені необхідними приладами та пристроями безпеки.

Всі стрілові самохідні крани (рисунок 1.1) мають власне джерело енергії (силову установку) – дизельний двигун, тому вони можуть працювати там, де відсутня електроенергія. Стрілові самохідні крани розрізняються за виконанням стрілового устаткування (з гнучкою і жорсткою підвіскою), типом приводу механізмів (з електричним і гідравлічним), виглядом ходового пристрою (автомобільний; гусеничний; пневмоколісний; кран на спеціальному шасі) [1 – 3].

Стріла 1 таких кранів шарнірно закріплена на поворотній платформі 3, яка за допомогою опорно-поворотного пристрою 4 розміщується на ходовому пристрої 5. На поворотній платформі розміщуються механізми крана: механізм підйому вантажу, механізм зміни вильоту, механізм повороту. Крани великої вантажопідйомності можуть обладнатися основним і допоміжним механізмами підйому. Автомобільні крани (рисунок 1.1, а) – це крани на спеціальному шасі (рисунок 1.1, в), короткобазові крани є найбільш мобільними, вони переміщуються по автомобільних дорогах в транспортному положенні, але можуть виконувати підйом вантажу тільки на виносних опорах. Гусеничні (рисунок 1.1, б) і пневмоколісні (рисунок 1.1, г) крани можуть переміщуватися по будівельному майданчику з вантажем на крюку, при цьому вантажопідйомність пневмоколісних кранів приблизно в 2 рази менша, ніж на виносних опорах. Стріла кранів з гнучкою підвіскою утримується і змінює кут нахилу за допомогою канатів. У цьому випадку застосовується стріла ґратчастої конструкції. Для збільшення зони

обслуговування стріла забезпечується гуськом 8 або застосовується баштово-стріловидне устаткування 7.

Стріла кранів з жорсткою підвіскою утримується і змінює кут нахилу за допомогою гідроциліндрів 2. У цьому випадку застосовується телескопічна стріла, що складається з основної секції і двох-чотирьох висувних секцій 9. Зміна вильоту у кранів з жорсткою підвіскою здійснюється за рахунок зміни кута нахилу стріли, а також за рахунок висунення секцій стріли (телескопірування).



а – автомобільний кран; *б* – гусеничний кран; *в* – кран на спеціальному шасі; *г* – пневмоколісний кран; 1 – стріла; 2 – гідроциліндр; 3 – платформа; 4 – опорно-поворотний пристрій; 5 – ходова рама; 6 – виносна опора; 7 – баштово-стріловидне устаткування; 8 – гусьок; 9 – висувні секції

Рисунок 1.1 – Стрілові самохідні крани

Гусеничні і пневмоколісні крани мають зазвичай електричний привід механізмів і гнучку підвіску стрілового устаткування. Гідравлічний привід механізмів і жорстку підвіску стрілового устаткування мають автомобільні крани, короткобазові крани і крани на спеціальному шасі автомобільного типу [4].

Основні параметри самохідного крана: вантажопідйомність, висота підйому і глибина опускання, виліт стріли, швидкість підйому (опускання) вантажу, вантажна характеристика та ін.

Індексація кранів. Для короткого позначення характеристики кожному крану присвоюють індекс (марку), який складається з цифр і літер, що проставляються в певній послідовності.

Термінологія і класифікація кранів визначені ГОСТом 22827-85. Всім стріловим самохідним кранам присвоюється індекс, що складається з двох букв (НО; КП; КС; КШ; КГ; КК) і цифр. Індексація стрілових самохідних кранів загального призначення (рисунок 1.2) прийнята згідно з ГОСТом 22827-85.

Після літерного позначення КС (кран стріловий) ідуть:

1- ша цифра – розмірна група (1...9), якій відповідає вантажопідйомність крана (4...160 т);

2-га цифра – вид ходового пристрою: 1 – гусеничний з мінімально допустимою площею поверхні гусениць; 2 – те саме, з розширеною площею поверхні гусениць; 3 – пневмоколісний; 4 – шасі автомобільного типу; 5 – автомобільний; 6 – тракторний; 7 – причіпний і напівпричіпний; 8 – короткобазовий; 9 – пневмоколісно-гусеничний;

3-тя цифра – виконання стрілового обладнання:

6 – з гнучкою підвіскою; 7-а жорсткою підвіскою;

4-та цифра – порядковий номер моделі (1...9);

1-ша літера – черговість модернізації: перша – А; друга – Б; третя – В;

2-га літера – кліматичне виконання: для холодного клімату – ХЛ; для тропічного – Т; для тропічного вологого – ТВ.

Якщо немає 2-ї літери, то це означає, що у крана виконання У – для помірного клімату.

Приклади умовного позначення:

КС-5363Б – кран стріловий вантажопідйомністю 25 т, пневмоколісний, з гнучкою підвіскою, третьої моделі, другої модернізації;

КС-8165 – кран стріловий вантажопідйомністю 100 т, гусеничний, з гнучкою підвіскою, п'ятої моделі.

Індексція баштових кранів прийнята згідно з ГОСТ 13556-91. У марки крана, крім літер КБ (кран баштовий), входять цифри (всього чотири) і літери (всього три).

Перша цифра означає порядковий номер розмірної групи згідно з вантажним момен том. Дві наступні цифри – порядковий номер реєстрації кранів: 01...69 – крани з поворотною баштою; 71...99 – крани з неповоротною баштою.

Після крапки показують номер виконання, що відрізняється від базової моделі, наприклад, довжиною стріли, висотою підймання, максимальною вантажопідйомністю. Для базових моделей призначена цифра «нуль», яка зазвичай не пишеться.

Далі йде позначення чергової модернізації (А, Б, В), потім кліматичне виконання (ХЛ – для холодного, Т – тропічного, ТВ – тропічного вологого клімату); для помірного клімату літера не пишеться.

Приклади умовного позначення:

КБ-308А – кран баштовий третьої розмірної групи, з поворотною баштою, першої модернізації, для помірного клімату;

КБ-674А – кран баштовий шостої розмірної групи, з неповоротною баштою, першої модернізації, для помірного клімату.

Букви, що стоять після цифр, позначають чергову модернізацію (А, Б, В...) або кліматичне виконання крана (ХЛ – північне, Т – тропічне; ТВ – тропіки вологі (див. рисунок 1.2).

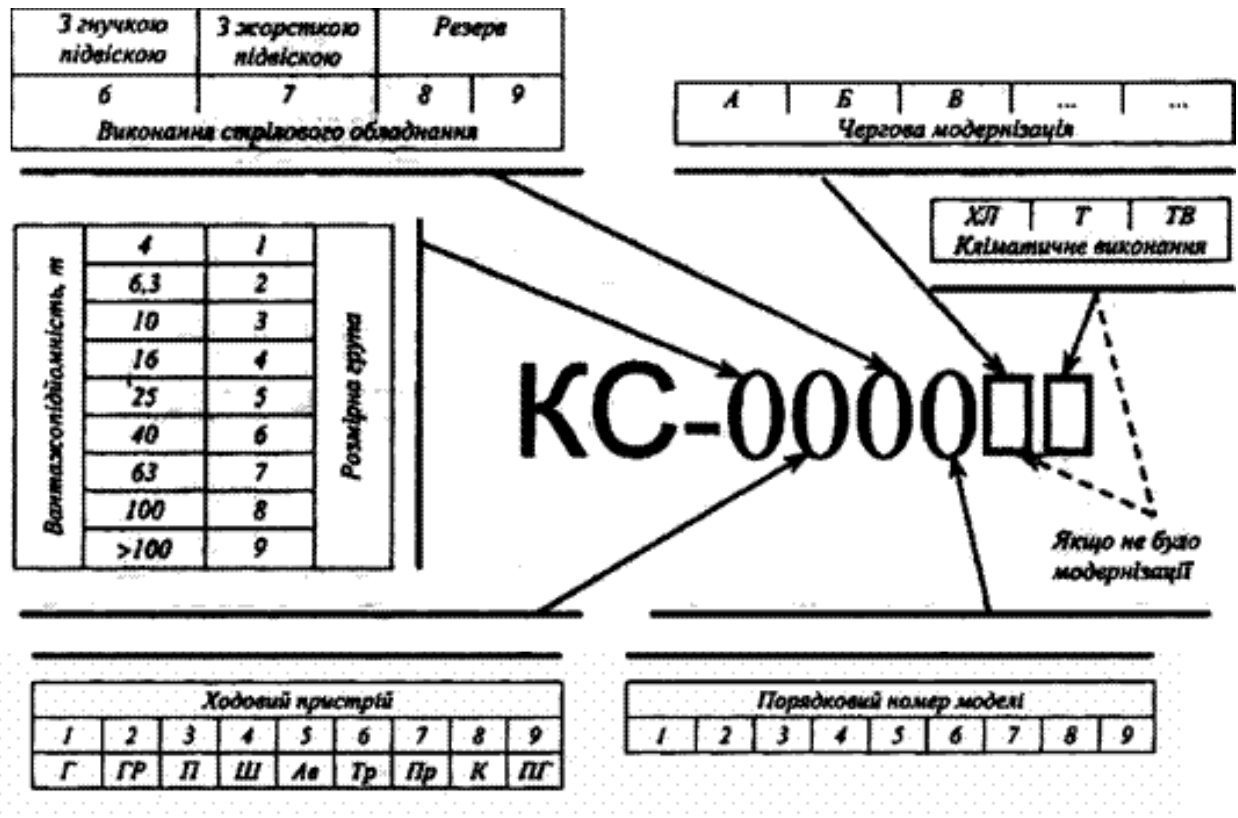
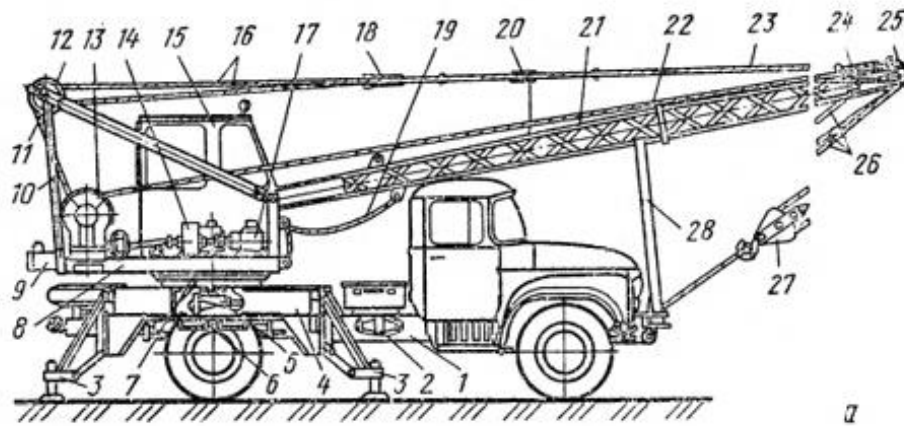


Рисунок 1.2 – Індексація стрілових самохідних кранів загального призначення

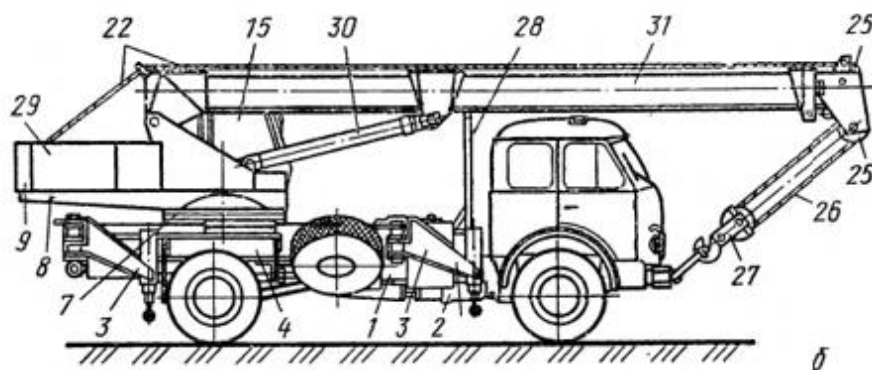
1.2 Автомобільні стрілові крани

Серед стрілових самохідних кранів широко поширені автомобільні крани – КА, у яких функцію ходового пристрою виконує шасі вантажного (базового) автомобіля (рисунок 1.3) [5].

Так як навантаження на шасі від кранової установки перевищують навантаження, що допускаються на автомобіль, застосовують шасі посиленої конструкції, на якому замість кузова закріплюють ходову раму і опорну стійку. При установці автомобільного крана на виносні опори пружні під ваги (ресори) шасі прогинаються під дією ваги моста і останньою не відривається від основи, що зменшує відновлюючий момент, що утримує кран від перекидання, і знижує стійкість крана. Працюючи без виносних опор права і ліва пружні підвіски моста деформуються нерівномірно, що веде до нахилу крана у поперечній площині та зниження його стійкості.



а)



б)

а – КС-2561Е з механічним приводом (кожух механізмів знятий);

б – КС-3571 з гідроприводом;

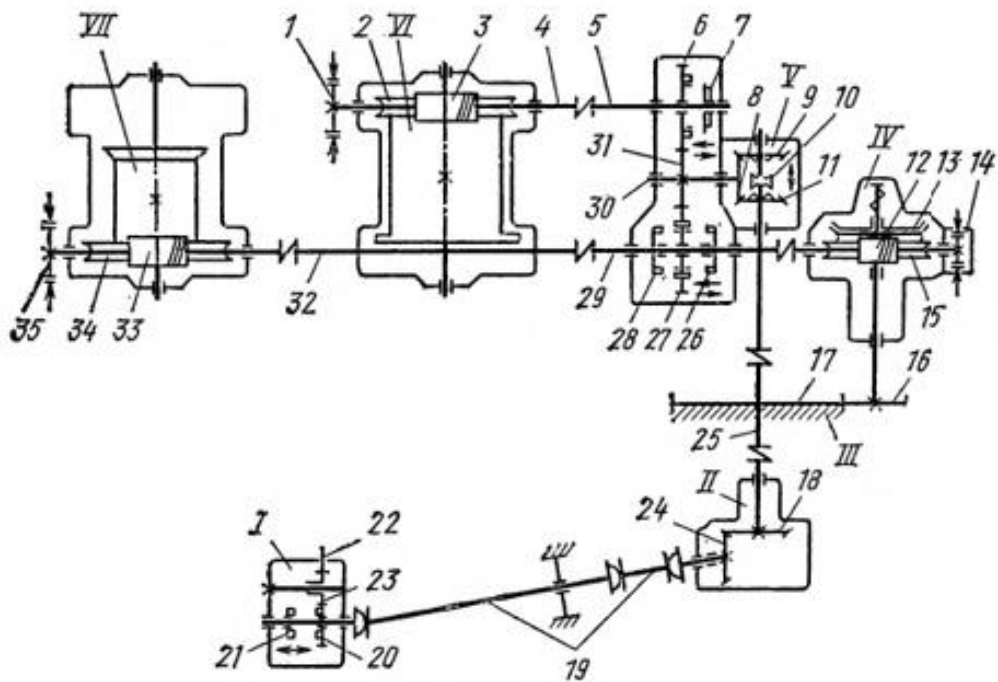
1 – шасі базового автомобіля; 2 – коробка відбору потужності; 3 – виносні опори; 4 – ходова рама; 5 – нижній конічний редуктор; 6 – стабілізатор; 7 – опорно-поворотний пристрій; 8 – поворотна платформа; 9 – противагу; 10, 28 – двонога і опорна стійки; 11, 22 – стріловий і вантажний канати; 12, 25 – блоки; 13 – лебідка механізму зміни вильоту стріли; 14 – реверсивно-розподільний механізм; 15 – кабіна управління; 16, 26 – стріловий і вантажний поліспасти; 17 – механізм повороту крана; 18 – траверса; 19 – канатний пристрій, що оберігає стрілу від закидання; 20 – ОГП; 21 – основна стріла; 23 – канатні тяги; 24 – АСОН; 27 – гакова підвіска; 29 – кожух; 30 – гідроциліндр механізму підйому стріли; 31 – телескопічна стріла

Рисунок 1.3 – Загальний вид автомобільного крана

Для підвищення стійкості автомобільних кранів у процесі роботи застосовують вимикачі пружних підвісок, що жорстко з'єднують шасі з ходовою рамою за допомогою важелів, і стабілізатори, що зрівнюють деформації підвісок з різного боку базового шасі. За потреби змінюють місця розташування паливних баків та запасних коліс. Крани випускають трьох груп - вантажопідйомністю до 6,3, 10 і 16 т. Розрізняють крани з одномоторним механічним приводом від ДВЗ базового автомобіля і багатомоторним комбінованим, в якому індивідуальні (електричні, гідравлічні) двигуни приводять у дію окремі механізми. Механічний привод – найбільш простий і дешевий, тому що в основному використовує трансмісію базового шасі, до якої додають коробку відбору потужності, нижній конічний редуктор і реверсивно-розподільний механізм (рисунк 1.4). Швидкості робочих рухів регулюють за рахунок зміни частоти обертання валу двигуна та перемикання коробки зміни передач базового автомобіля.

При пересуванні напівмуфти 21 вправо крутний момент передається через нижній конічний редуктор II на вертикальний вал 25 реверсивно-розподільного механізму V. При зачепленні муфти 10 з шестернею 9 або 11 відбувається реверсування крутного моменту на валу 30 і шестерні 31, яка встановлена на цьому валу, через напівмуфти 7, 26, 28 передає момент, що крутить, до черв'ячним передач механізмів крана. На веденому валу механізму повороту крана IV встановлена фрикційна муфта граничного моменту 13, яка захищає деталі механізму від пошкоджень під час його перевантаження (упирання стріли в конструкцію). Розглянута кінематична схема забезпечує суміщення основних робочих рухів крана – підйому вантажу зі зміною вильоту стріли або поворотом крана. При цьому реверсування чи зміна швидкості будь-якого робочого руху викликає зміну параметрів інших робочих рухів. З метою усунення зазначених недоліків у кінематичну схему вводять додаткові складальні одиниці (передачі, муфти, гальма), що ускладнює та здорожує конструкцію крана.

Незалежний привід усіх механізмів крана, що забезпечує необхідне



I – коробка відбору потужності; *II* – Нижній кінцевий редуктор; *III* – опорно поворотний пристрій; *IV* – механізм повороту крана; *V* – реверсивно-розподільчий механізм; *VI*, *VII* – лебідки механізмів підйому вантажу та зміни вильоту стріли; 1, 14, 35 – стрічкові гальма; 2, 15, 34 – черв'ячні колеса; 3, 12, 33 – черв'яки черв'ячних передач; 19 – карданний вал; 4, 5, 29, 30, 32 – вали; 6, 16, 20, 22, 23, 27, 31 – циліндричні шестерні; 7, 21, 26, 28 – напівмуфти; 8, 9, 11, 18, 24 – кінцеві шестерні; 10 – кулачкова муфта; 13 – муфта граничного моменту; 17 – зубчастий вінець; 25 – вертикальний вал

Рисунок 1.4 – Кінематична схема крана КС-2561Е з механічним приводом

поєднання робочих рухів і необхідні швидкості їх виконання, забезпечує багатомоторний комбінований привід, в якому кожним двигуном керують окремо. Такий привід дозволяє впроваджувати уніфікацію деталей та забезпечує можливість заміни практично будь-якої складальної одиниці трансмісії без розбирання інших, що важливо при виконанні ремонту в

умовах монтажного майданчика. Тому в даний час комбінований привід широко впроваджують на автомобільних кранах.

Вантажовисотні характеристики кранів різні для кожного виду стрілового обладнання, довжини стріли та наведені в їх паспортах. Працюючи з виносними опорами вантажопідйомність кранів на 80 % вище, ніж виносних опор. В окремих випадках дозволено пересування крана з основною стрілою та вантажем обмеженої маси на гаку з підготовленої основи. При цьому стріла крана повинна бути розташована в секторі задніх коліс шасі в площині його поздовжньої осі [8, 9].

1.3 Патентно-інформаційний огляд

На рисунку 1.5 представлена кранова установка з пришвидшеним переміщенням вантажів (патент України на корисну модель №1231184) [10]. В основу корисної моделі поставлена задача підвищення продуктивності праці і ефективності використання установки шляхом зменшення тривалості виконання навантажувально-розвантажувальних операцій та металоємності конструкцій.

Поставлена задача вирішується тим, що стріла кранової установки змонтована на повноповоротній в горизонтальній площині колонці і виконана у вигляді просторової ферми з послідовно установлених і шарнірно з'єднаних паралелепіпедів, бокові ребра яких шарнірно зв'язані між собою за допомогою неприводних циліндрів, причому один кінець стріли з'єднаний з повноповоротною колонкою поворотною у вертикальній площині приводною балкою, з розташованими на ній гідроциліндрами привода шарнірних паралелепіпедів просторової ферми, а другий кінець стріли обладнаний механічним гідрозахоплювачем.

Таке технічне рішення конструкції кранової установки забезпечить пришвидшене переміщення вантажів при навантажувально-розвантажувальних роботах, збільшить зону обслуговування, спростить

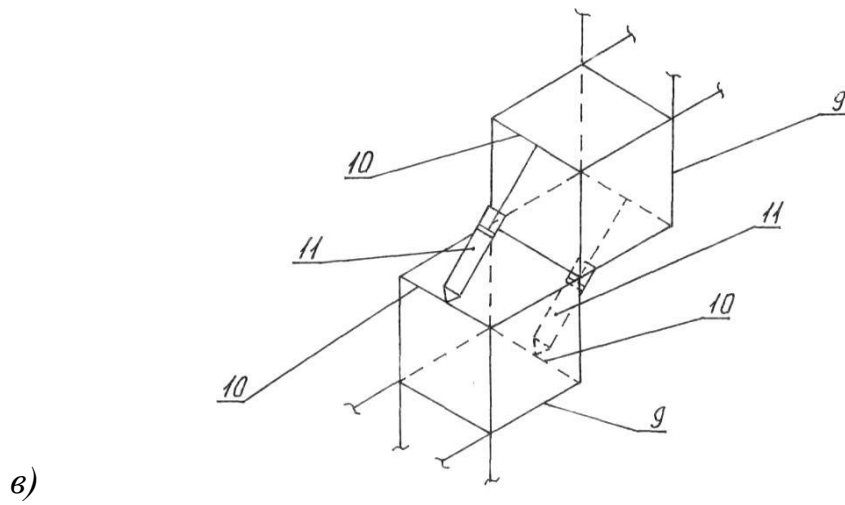
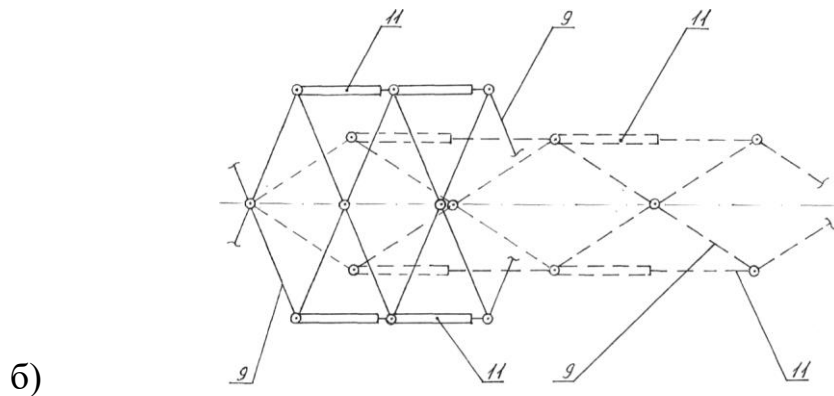
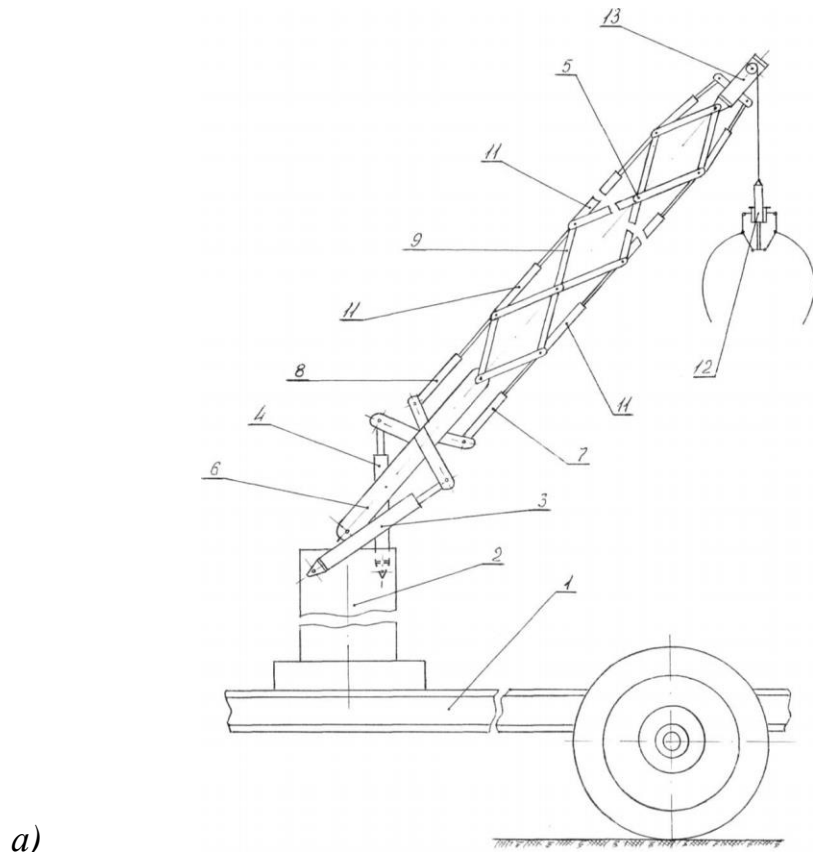


Рисунок 1.5 – Кранова установка з пришвидшеним переміщенням вантажів

процес наведення робочого органа (гідро захоплювача) на вантаж, зменшить металоємність і габарити технологічного устаткування і збільшить продуктивність праці при виконанні названих робіт.

На рисунку 1.5: *а)* – показаний загальний вигляд кранової установки з пришвидшеним переміщенням вантажів, вигляд збоку; на *б)* – ділянка фермової стріли кранової установки (кінематична схема), вигляд збоку; на *в)* – шарнірні паралелепіпеди з неприводними циліндрами (просторова схема).

Кранова установка з пришвидшеним переміщенням вантажів установлена на самохідному шасі 1 і включає повноповоротну колонку 2 і шарнірно змонтовану на ній, поворотну у вертикальній площині за допомогою гідроциліндрів 3 і 4, фермову просторову стрілу 5. Гідроциліндри 3 і 4 шарнірно зв'язані з повноповоротною колонкою 2 і балкою 6, яка шарнірно з'єднана за допомогою гідроциліндрів 7 і 8 з ребрами шарнірного паралелепіпеда фермової стріли 5.

Фермова просторова стріла 5 шарнірно змонтована на балці 6 і включає послідовно установлені шарнірно з'єднані паралелепіпеди 9, бокові ребра 10 яких зв'язані між собою неприводними циліндрами 11. Другий кінець фермової стріли 5 обладнаний механічним гідро захоплювачем вантажів 12, який змонтований на траверсі 13.

Прямолінійність поздовжньої осі і жорсткість просторової конструкції фермової стріли 5 досягається шарнірним з'єднанням бокових ребер 10 шарнірних паралелепіпедів неприводними циліндрами 11. Кранова установка працює наступним чином. З пульта керування крановою установкою поворотом колонки 2 фермову стрілу 5 переводять з транспортного в робоче положення.

Включають гідроциліндри 7 і 8, штоки яких діють на бокові ребра найближчого шарнірного паралелепіпеда, збільшуючи відстань між його крайніми шарнірами відносно поздовжньої осі фермової стріли 5, одночасно зменшуючи відстань між шарнірами в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі стріли 5.

Рух ланок найближчого до гідроциліндрів 7 і 8 шарнірного паралелепіпеда передається іншим послідовно установленим шарнірним паралелепіпедам, збільшуючи довжину (виліт) 5 фермової стріли 5.

Поворотом фермової стріли 5 у вертикальній площині за допомогою гідроциліндрів 3 і 4 та повноповоротної колонки 2 в горизонтальній площині наводять гідрозахоплювач 12 на вантаж.

В подальшому включенням відповідних приводів фермової стріли 5 виконують навантажувально-розвантажувальні операції. Пришвидшене переміщення вантажів пов'язане з пришвидшеним змінюванням довжини (вильоту) фермової стріли 5, тому що тривалість руху поршнів (зі штоками) в гідроциліндрах 7 і 8 відповідає тривалості руху з'єднаних з ними всіх шарнірних паралелепіпедів фермової стріли 5.

Тобто, при переміщенні поршнів в гідроциліндрах 7 і 8 на довжину циліндра a (відстань між 15 мертвими точками поршня) за час t , фермова стріла 5 за цей же час t збільшується по довжині на величину вильоту L . При цьому швидкість руху гідрозахоплювача 12 на стрілі 5 складе L/t , а швидкість руху поршнів в гідроциліндрах 7 і 8 – a/t . Звідси, швидкість руху гідрозахоплювача (L/t) перевищує швидкість руху поршнів (a/t) на величину L/a .

Використання запропонованої кранової установки з пришвидшеним переміщенням вантажів у порівнянні з відомими дасть можливість за задумкою авторів патенту:

- скоротити тривалість процесу навантаження (розвантаження), монтажу (демонтажу) завдяки застосуванню як маніпулятора фермової стріли з пришвидшеним змінюванням довжини (вильоту), замість маніпулятора, виконаного у вигляді шарнірно з'єднаних стріли і хобота з гаком, в існуючих машинах;

- збільшити зону обслуговування крановою установкою через збільшення кута повороту маніпулятора (фермової стріли) в горизонтальній

площині до 2π радіан за допомогою моментного гідроциліндра в приводі поворотної колонки;

– спростити процес наведення гідрозахоплювача на вантаж завдяки застосуванню одноланкового маніпулятора (фермової стріли) замість дволанкового (стріла і хобот) маніпулятора в існуючих машинах;

– зменшити металоємність (вагу) стріли та енергозатрати на виконання операцій з одночасним збільшенням швидкості руху робочого органа (гідрозахоплювача) завдяки використанню просторової фермової стріли з пришвидшеною зміною її довжини (вильоту);

– автоматизувати процес наведення гідрозахоплювача на вантаж і його переміщення до рухомого складу або місця складування;

– зменшити габарити технологічного устаткування самохідного шасі;

– збільшити продуктивність праці і ефективність використання кранової установки при навантажувально-розвантажувальних роботах.

На рисунку 1.6 представлено установку кранову згідно патенту України №97487 [11]. В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення відомої кранової установки з метою забезпечення більш високих вантажно-висотних характеристик, зменшення часу на приведення кранової установки до робочого стану, забезпечення більш надійної роботи та ремонтпридатності установки кранової в цілому.

Технічний результат полягає у збільшенні вантажопідйомності кранової установки до 20 т при мінімальному вильоті стріли та до 9,5 т при максимальному вильоті стріли при куті підйому стріли до 70° , зменшення часу на приведення кранової установки до робочого стану за рахунок встановлення незнімної гакової підвіски з вбудованим в неї поліспастом, збільшення рівня 5 ремонтпридатності установки кранової за рахунок зменшення кількості гідроциліндрів висування стріли та встановлення стрілового оголовка на висувному кінці рухомої секції телескопічної секції.

Поставлена задача вирішується тим, що до конструктивної схеми кранової установки внесені наступні зміни та доповнення:

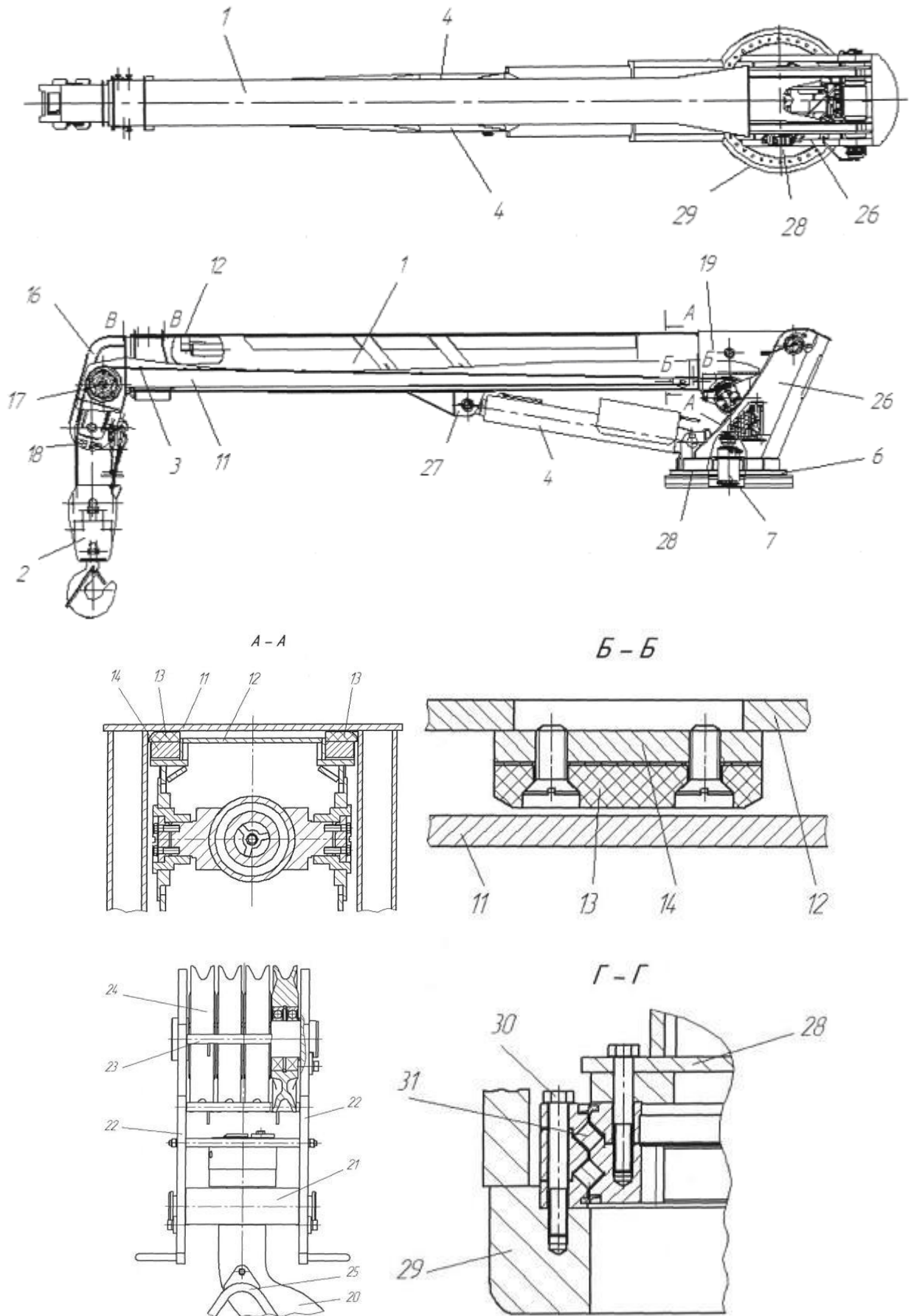


Рисунок 1.6 – Конструктивна схема установка кранова (патент України №97487)

- стріла установки кранової виконана з двох секцій: основної (телескопічної) секції та висувної секції;
- механізм піднімання (опускання) гаку виконано у вигляді гідромотора з приєднаним до нього редуктором;
- робочі механізми установки кранової обладнані індивідуальними приводами: вантажна лебідка та механізм повертання – гідромоторами, механізми підймання стріли та висування її секції – гідроциліндрами, які приводяться в рух робочою рідиною з гідробака машини-носія;
- із складу механізмів вилучено два гідроциліндри переміщення пересувного візка з поліспаком зворотної дії для підймання (опускання) гаку, що покращує експлуатаційні показники кранової установки;
- основа телескопічної стріли (невисувна секція) виконана прямокутного профілю з закритою нижньою площиною та підсиленням місця встановлення кронштейна штока закріплення гідроциліндра підйому стріли, що підвищує механічні характеристики установки кранової;
- як механізм підйому стріли використовують два гідроциліндри з номінальним зусиллям не менше 596 кН та номінальним тиском не менше 20 МПа, що сприяє збільшенню кута підйому та утримання вантажів до 70° і покращує вантажно-висотну характеристику кранової установки;
- як висувна секція стріли застосовано металоконструкцію із замкнутого прямокутного профілю з розміщеним у її внутрішньому просторі гідроциліндром висування додаткової висувної секції стріли;
- як опору висувної секції телескопічної стріли при її висуванні використовують підшипники 30 ковзання, виконані у вигляді суцільних плит з поліамідного матеріалу, що не потребує великого обсягу для виготовлення їх та додаткових налагоджувальних або ремонтних робіт;
- у складі механізму висування телескопічної секції стріли використовують один гідроциліндр з номінальним зусиллям не менше 226 кН та номінальним тиском не менше 20 МПа з ходом поршня гідроциліндра 3,82 м, що встановлений у внутрішньому просторі основи телескопічної

стріли по її поздовжній осі, що підвищує вантажопідйомність, спрощує конструктивне виконання установки кранової та збільшує її ремонтпридатність;

– до складу стрілового обладнання додатково додано стріловий оголовок, який закріплено на зовнішньому кінці висувної телескопічної секції, причому усередині оголовка розміщено вантажний блок та нерухому секцію поліспасту, що спрощує конструктивне виконання стрілового обладнання та запобігає впливу бруду та метеорологічних опадів на роботу установки кранової;

– замість поліспасту зворотної дії до складу стрілового обладнання додатково додано незнімний поліспаст з восьмикратним запакуванням вантажного канату, що спрощує конструктивне виконання установки кранової та підвищує її експлуатаційні показники;

– як гакову підвіску використовують незнімну гакову підвіску з вбудованими в неї рухомою секцією поліспасту та гаком, що не потребує часу на встановлення поліспасту та зменшує термін підготовки до робочого режиму;

– гідравлічна система установки кранової виконана з можливістю її підключення до керування обладнанням машини-носія, що дозволяє керувати роботою гідравлічної системи машини-носія з одного пульта керування, для цього до складу гідророзподільвача додатково додано дві секції керування спеціальним обладнанням машини-носія (наприклад відвалом БРЕМ або БТС-5Б) – керування гальмом тягової лебідки та керування гідроциліндрами відвалу.

На кресленні установки кранової (див. рисунок 1.6) (далі - кран) цифрами позначені телескопічна стріла 1, гакова підвіска 2, вантажний канат 3, гідроциліндри 4 підйому телескопічної стріли 1, гідроциліндр 5 переміщення телескопічної секції стріли 1, опорно- поворотний пристрій 6.

Телескопічна стріла 1) містить основу 11 та рухому секцію 12, що виконані прямокутного профілю із закритою нижньою поверхнею. Секція 12

спирається на повзуни 13, що виконані з поліамідної плити. Для регулювання секції 12 щодо прямолінійності та симетричності передбачені повзуни 14 та 15. Повздовжнє переміщення рухомої секції 12 усередині основи 11 здійснюється за допомогою гідроциліндра 5, розміщеного у внутрішньому просторі основи 11. Максимальний хід поршня гідроциліндра 5 складає 3,82м.

Вантажний канат 3 також розміщено у внутрішньому просторі телескопічної стріли 1 під гідроциліндром 5. На висувному кінці секції 12 розміщено оголовок 16 стріли 1, всередині якого розміщено канатний блок 17 та блоки 18 поліспасти, вантажний барабан 19 розміщено на закріпленому кінці основи 11 телескопічної стріли 1. Гакова підвіска 2 містить вантажний гак 20, закріплений на траверсі 21, що розміщена між щоками 22; на цих же щоках 22 закріплено вісь 23, на якій обертаються блоки 24 поліспасти, розміщені на гаковій підвісці 2. Для уникнення вивільнення строп із гака 20 передбачена скоба 25. Підйом (зміна кута нахилу стріли) стріли 1 здійснюється за допомогою двох однотипних гідроциліндрів 4 з ходом поршня не менше 1,51 м, гільзи яких закріплені на кронштейнах 26 опорно-поворотного пристрою 6, а штоки – на кронштейнах 27 основи 11 телескопічної стріли 1, під кронштейном 27 виконано підсилення профілю. За допомогою опорно-поворотного пристрою 6 здійснюється повертання верхньої частини (рами 28 поворотної) крана відносно нижньої частини (рами 29 опорної) у горизонтальній площині. Опорна рама 29 закріплюється болтами 30 до поверхні встановлення установки, наприклад - на визначеній поверхні машини-носія установки. Опорно-поворотний пристрій 6 виконується у двох комплектаціях: на роликівих 31 (див. Фіг. 9) або кулькових 32 підшипниках.

Гідросистему крана (див. рисунок 1.7) умовно можна розділити на дві частини: гідросистему крана, розміщену на рухомій частині 33, та гідросистему крана, що розміщується у внутрішньому просторі машини-носія 33. До рухомої частини 33 гідросистеми належать два гідроциліндри 4

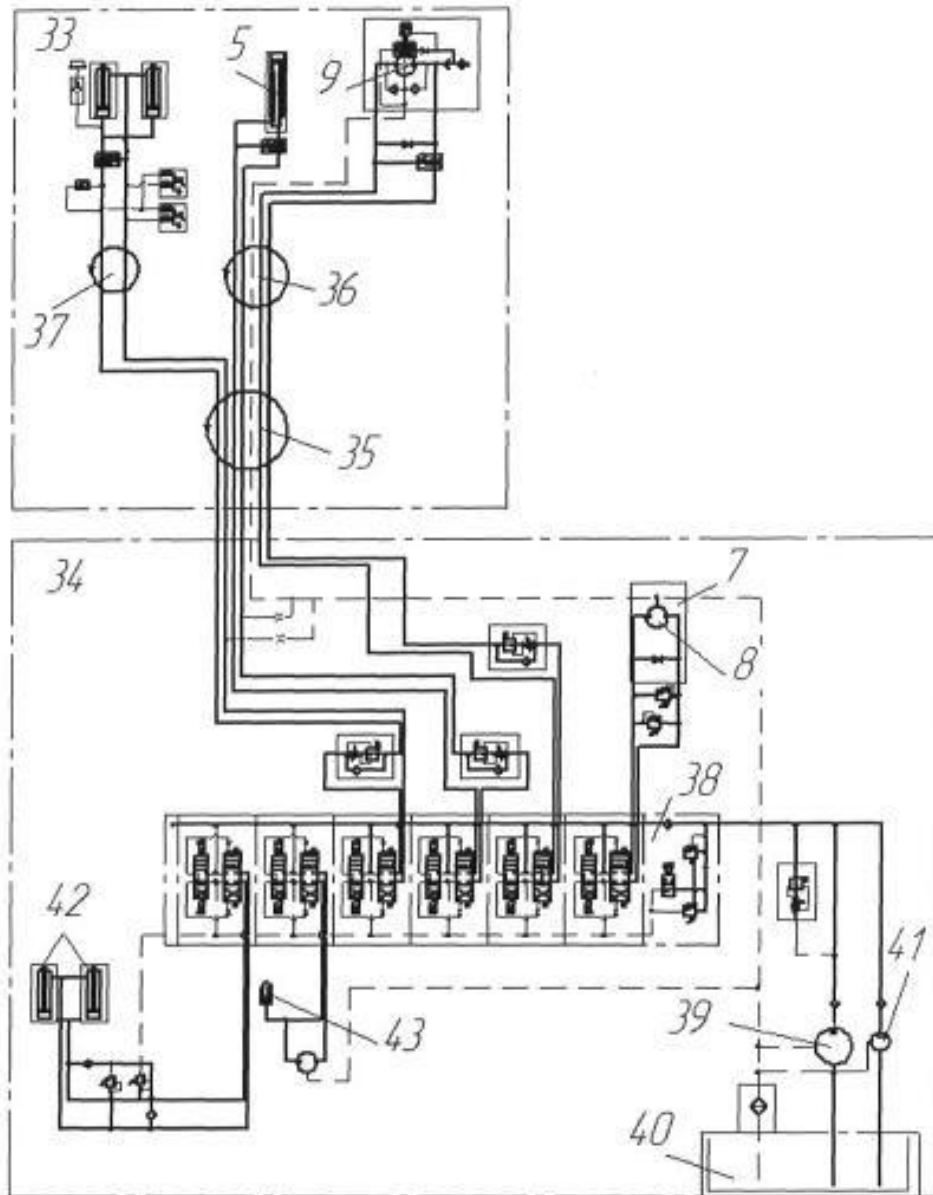


Рисунок 1.7 – Гідравлічна схема установки кранової (патент України №97487)

підйому стріли 1, гідроциліндр 5 переміщення рухомої секції 12 телескопічної стріли 1, гідромотор 9 вантажної лебідки, три обертових з'єднання 35, 36, 37, відповідно: для постачання робочої рідини до всіх 30 гідромеханізмів рухомої частини крана, для керування роботою гідроциліндрів 4 підйому стріли та для керування роботою гідроциліндра 5 переміщення рухомої секції 12 телескопічної стріли 1 і підйомом-опусканням вантажу, клапани гальмівні і аварійний та іншу гідроарматуру. До нерухомої частини гідросистеми, що розміщується у просторі машини-носія 34,

належать гідромотор 8 механізму 7 обертання крана, шестисекційний трипозиційний гідророзподільник 38, 35 що керує роботою гідромеханізмів крана та машини-носія, інша гідроарматура. Гідросистема рухомої частини 34 крана виконана з можливістю її підключення до гідросистеми машини-носія 33. Для живлення гідросистеми крана робочою рідиною використовуються основний гідронасос 39 та гідробак 40 машини-носія 34. У складі гідросистеми крана передбачено підключення додаткового гідронасоса 41 - для аварійного режиму роботи, наприклад, при відмові основного 40 насоса 39 машини-носія або іншій позаштатній ситуації. Місце підключення додаткового насоса 41 розміщено на лівій зовнішній стороні кронштейна 26 опорно-поворотного пристрою 6 (див. рисунок 1.8).

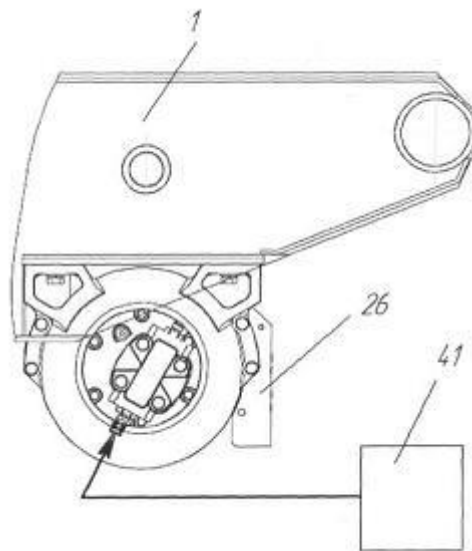


Рисунок 1.8 – Місце підключення додаткового гідронасосу установки кранової (патент України №97487)

Керування гідроциліндрами 42 піднімання-опускання відвалу та керування роботою гідроштовхача гальма 43 тягової лебідки машини-носія відбувається одним шестисекційним трипозиційним гідророзподільником 38. Установка кранова, що заявляється, встановлюється на поверхню машини-носія. Приклад встановлення установки кранової УКТС-20, наприклад, на

машину-носій БТС-5Б або БРЕМ, що виконані на основі танка, та вантажно-висотну характеристику установки кранової показано на рисунку 1.9.

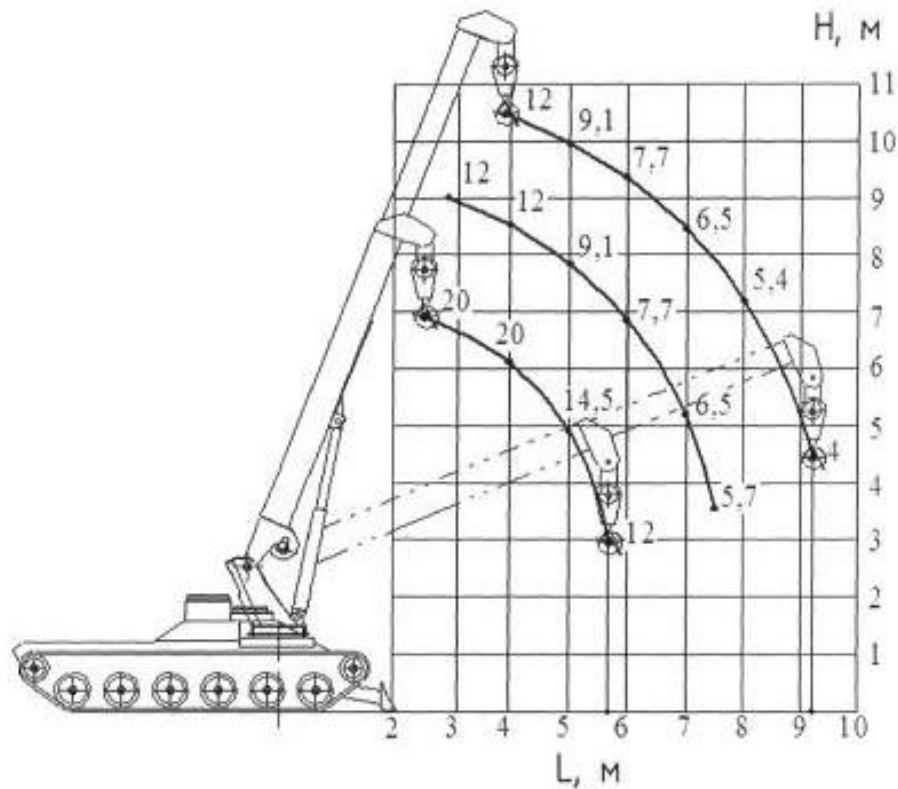


Рисунок 1.9 – Приклад встановлення установки кранової УКТС-20 на бойову машину БТС-5Б 40 та вантажно-висотну характеристику установки кранової УКТС-20 гідронасосу установки кранової (патент України №97487)

Використання установки кранової (встановленої на машині-носії) за призначенням відбувається таким чином. Установку кранову встановлюють на визначену поверхню машини-носія опорною рамою 29 та закріплюють болтами 30. Підключають до гідравлічної системи машини-носія гідравлічну систему установки кранової. Підключають до електричної мережі машини-носія (= 27 В) електричну систему установки кранової. При роботі установки кранової виконують наступні операції: встановлюють відвал машини-носія у робоче положення (максимально до низу), розчальюють гакову підвіску 2, підіймають (опускають) телескопічну стрілу 1 зі стійки машини-носія, змінюючи її кут нахилу, на вантажний гак 20 одягають стропи, опускаючи запобіжну скобу 25, застроплюють вантаж, підіймають (опускають) вантаж,

обертають поворотну частину 33 установки кранової на необхідний кут, змінюють довжину стріли (висувають рухому секцію 12 телескопічної стріли 1) та опускають вантаж. Регулювання швидкостей виконання операцій виконують як зміною числа обертів двигуна машини-носія, так і переміщенням рукоятки керування гідророзподільника 38. Підіймання (опускання) телескопічної стріли 1, поворот установки кранової на необхідний кут та піднімання (опускання) вантажу виконують плавно, без ривків. Після закінчення вантажних робіт телескопічну стрілу 1 установки кранової повертають у похідне положення. Керування роботою установки кранової можливе як з робочого місця кранівника, так і з виносного дротового пульта керування, який зберігається на робочому місці кранівника. При виникненні позаштатної ситуації, коли необхідно опустити вантаж, що знаходиться на гаку 20 гакової підвіски 2 додатковий гідронасос 41 приєднують до штуцера, розміщеного на лівій зовнішній стороні кронштейна 26 опорно-поворотного пристрою 6, та повільно подаючи тиск додатковим гідронасосом 41, наприклад ручним насосом, який додається до комплекту установки кранової, на гальмо лебідки вантажної 9 плавно опускають вантаж. Інші позаштатні ситуації, наприклад втягування висувної секції 12 телескопічної стріли 1 або опускання телескопічної стріли 1 на стійку підтримки стріли машини-носія, виконуються без використання додаткового гідронасоса 41.

Технічний результат досягається збільшенням вантажопідйомності кранової установки до 20 т при мінімальному вильоті стріли та до 9,5 т при максимальному вильоті стріли при куті підйому стріли до 70° , зменшенням часу на приведення кранової установки до робочого стану за рахунок встановлення незнімної гакової підвіски з вбудованим в неї поліспастом, збільшенням рівня ремонтпридатності установки кранової за рахунок зменшення кількості гідроциліндрів висування стріли, виконання основи телескопічної стріли із замкнутого профілю та встановлення стрілового оголовка на висувному кінці рухомої секції телескопічної секції.

2 ВИМОГИ ДО РОБОТИ ВАНТАЖОПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ АВТОМОБІЛЬНОГО КРАНА

Автомобільний кран, призначений для виконання вантажно-розвантажувальних та будівельно-монтажних робіт із звичайними та розрядними вантажами на розосереджених об'єктах. Максимальна вантажопідйомність крана 16 т. У зв'язку з цим доцільно застосування крана при роботі з вантажами вагою понад 10 т. Наприклад, при будівництві цехів заводів, при будівництві мостів, при роботі з габаритними вантажами [7].

Під час роботи крана, що обслуговує персонал, необхідно враховувати небезпечні зони (зони можливого падіння та відскоку вантажу).

Також перед роботою необхідно правильно встановити кран на будівельному майданчику.

Правильне встановлення крана на будівельному майданчику має важливе значення для безпечного виконання робіт. Будівельний майданчик перед установкою крана необхідно очистити від сміття та будівельних відходів, поверхню спланувати, вирівняти ями, канави та вибоїни засипати землею та утрамбувати. У зимовий час майданчик необхідно очистити від снігу до ґрунту і посипати піском або щебенем.

Стрілові самохідні крани слід встановлювати на будівельному майданчику після перевірки несучої здатності ґрунтової основи, яка повинна відповідати максимальному опорному тиску крана при найбільшому навантаженні. Іншим важливим критерієм допустимості установки крана на будівельному майданчику є кут осідання крана. Значна деформація ґрунту не така небезпечна, якщо вона відбувається рівномірно. Основний вплив на стійкість кранів надає кут нахилу крана через нерівномірну осідання ґрунту у зв'язку з різними значеннями тиску опор крана на ґрунт. Робота крана на свіжо-насіпаному ґрунті забороняється. Така робота може бути дозволена тільки при використанні інвентарних пристроїв, що підстилають (шпал, плит,

щитів). Надійніше для цього застосовувати інвентарні підкранові щити з металевого прокату різних профілів (труб, швелерів).

Автомобільні, пневмоколісні та гусеничні крани дозволяється встановлювати на краю траншеї або котловану за умови дотримання відстаней, наведених у таблиці 2.1. При неможливості дотримання цих відстаней укiс має бути укріплений.

Установка на будівельному майданчику стрілових самохідних кранів проводиться так, щоб при роботі відстань між поворотною частиною крана (при будь-якому його положенні) і будівлями, штабелями вантажів, колонами було не менше 1 м. Кран потрібно встановлювати на всі додаткові опори.

Таблиця 2.1 – Допустимі відстанні від основи траншеї до опори крана

Глибина траншеї Н _к , м	Відстань від основи укусу до найближчої опори крана при насипному ґрунті, м				
	піщаним та гравійному	супіщаному	суглинистому	глинистому	лісовому сухому
1	1,5	1,25	1	1	1
2	3	2,4	2	1,5	2
3	4	3,6	3,25	1,75	2,5
4	5	4,4	4	3	3
5	6	5,3	4,74	3,5	3,5

Під опори слід підкладати міцні та стійкі підкладки. Кран потрібно встановити так, щоб можна було з одного місця виконати максимум операцій з підйому та переміщення вантажів. При цьому безпечніше виконувати роботу з мінімальними вильотами гака та кутами повороту платформи.

Установка кранів повинна проводитися у відповідність до проекту виконання робіт та інструкції з експлуатації крана, розробленої заводом-виробником.

Установка вантажопідіймальних кранів на будівельному майданчику, розміщення ділянок робіт, робочих місць, проїздів транспортних засобів та проходів для людей повинні виконуватися з урахуванням виділення небезпечних для перебування людей зон, у межах яких здійснюється підйом та переміщення вантажів кранами.

Зони постійно діючих небезпечних виробничих факторів, щоб уникнути доступу сторонніх осіб, повинні бути огорожені захисними огорожами, що задовольняють вимоги ГОСТ 23407-78.

Кордон небезпечної зони вантажопідіймального крана визначається з урахуванням відльоту (падіння) вантажу, що переміщується краном на найбільшому вильоті стріли.

Кордони небезпечних зон стрілових самохідних кранів визначаються з наступних умов:

- встановлення крана для монтажу стійких елементів;
- встановлення крана для монтажу високих нестійких елементів;
- встановлення крана поблизу штабеля складування (будівлі тощо);
- встановлення крана поблизу котловану (траншеї);
- встановлення крана поблизу лінії електропередач.

Межа небезпечної зони (див. рисунок 2.1) при роботі крана з монтажу стійких елементів можна визначити за формулою:

$$R_o = R_M + 0,5 \cdot a + S, \quad (2.1)$$

де R_o – радіус небезпечної зони;

R_M – максимальний виліт гаку крана;

a – довжина деталі;

S – відстань від вильоту гака до місця можливого падіння вантажу.

Відстань S повинна бути не менше нормативної, що представлена в таблиці 2.2.

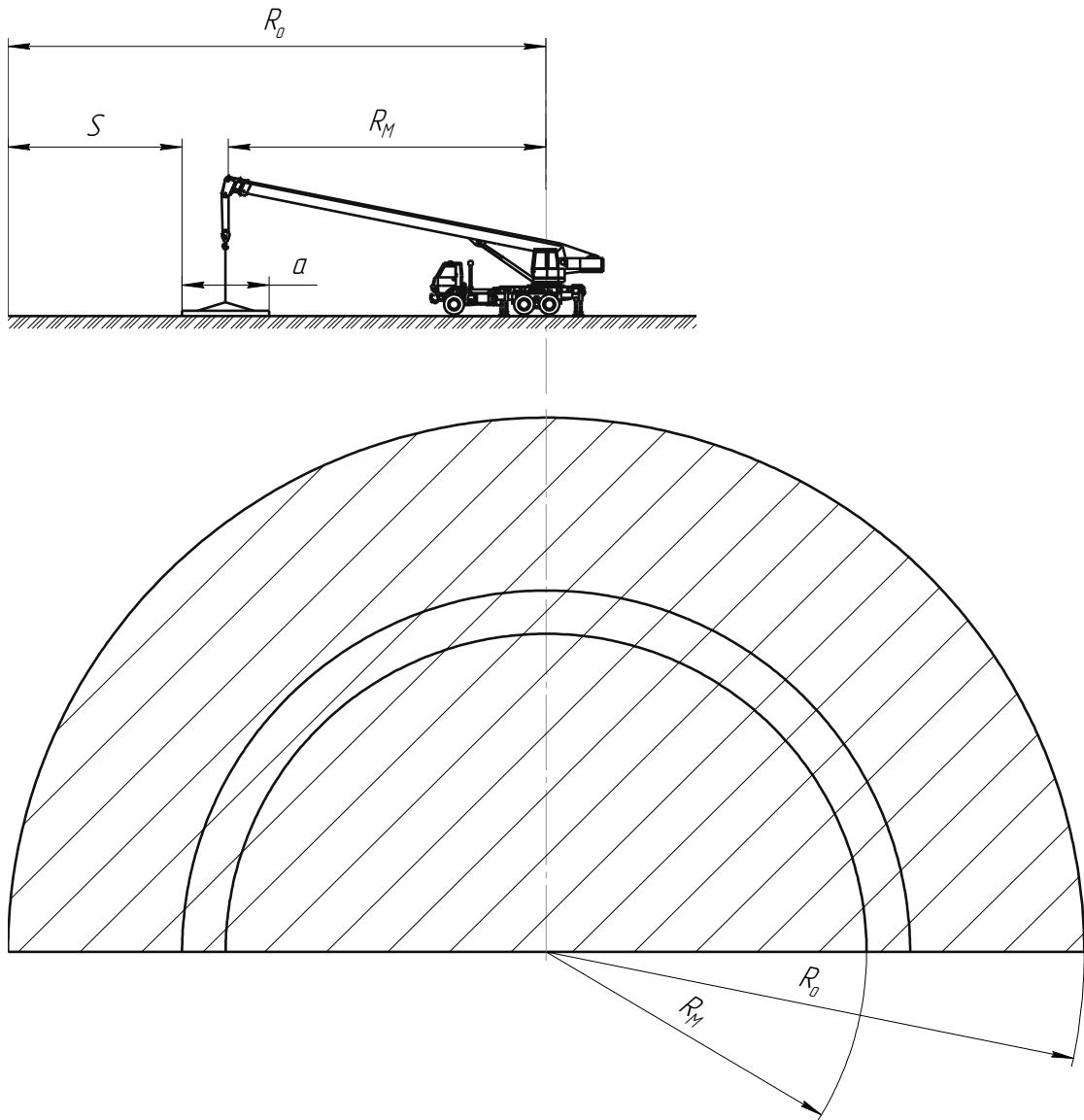


Рисунок 2.1 – Межі небезпечної зони під час роботи крана з монтажу стійких елементів

Таблиця 2.2 – Нормативні значення відстані від вильоту гака до місця можливого падіння вантажу

Висота підйому вантажу

$H, \text{ м}$

Відстань S , м не менше

до 20	7
от 20 до 70	10

Наприклад, визначимо межу небезпечної зони, коли автомобільним краном КС – 4572 проводитиметься монтаж плит.

Відомо:

Найбільший виліт 18,4 м, довжина плити 5 м, найбільша висота підйому 21,7 м.

Відповідно до таблиці 2.1 $S = 10$ м, – підставимо дані значення у формулу, отримаємо [2, 4]:

$$R_o = 18,4 + 0,5 \cdot 5 + 10 = 30,9 \text{ м.}$$

Межа небезпечної зони при монтажі краном нестійких елементів (див. рисунок 2.2) можна визначити за формулою:

$$R_o = R_p + h_n + S, \quad (2.2)$$

де R_o – радіус небезпечної зони (виліт гака);

R_p – робочий радіус крана;

h_n – висота підйому вантажу;

Наприклад, визначимо межу небезпечної зони, при монтажі колони автомобільним краном КС – 4572. Для цієї моделі крана: виліт – 10 м, висота підйому вантажу – 10 м. Відповідно до таблиці 2.1 $S = 7$ м, звідси

$$R_o = 10 + 10 + 7 = 27 \text{ м.}$$

Межі небезпечної зони між штабелем конструкцій (стіною будівлі, колоною, див. рисунок 2.3) і поворотною частиною крана може бути підрахована за формулою:

$$r = \Gamma_{II} + A, \quad (2.3)$$

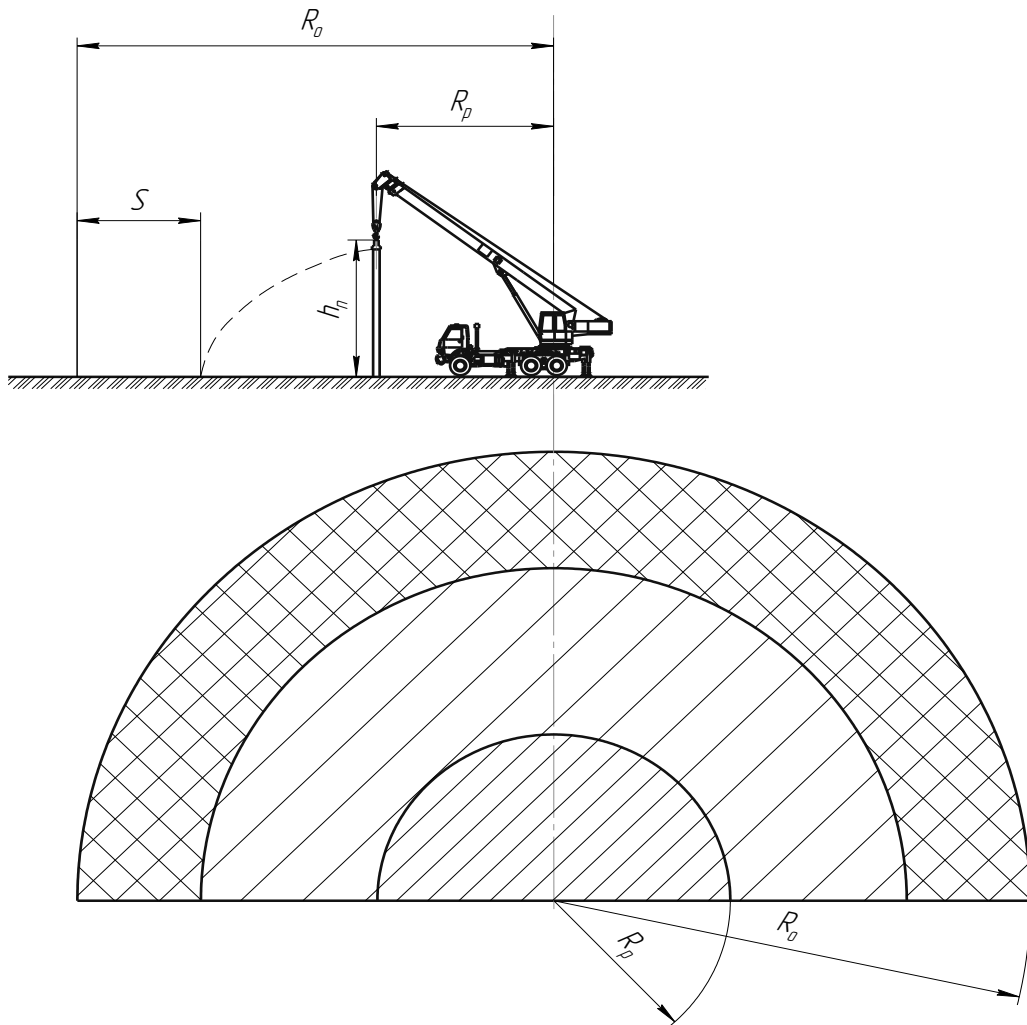


Рисунок 2.2 – Межі небезпечної зони під час роботи крана з монтажу нестійких елементів

де Γ_{II} – габарит поворотної частини крана;

r – радіус небезпечної зони обертання крана;

A – відстань між штабелем та краном не менше 1 м.

Наприклад, визначимо межу небезпечної зони між штабелем конструкцій (стіною будівлі, колоною) і поворотною частиною крана КС -

4572. Габарит поворотної частини крана 2,95 м, відстань між штабелем та краном приймаємо 3 м.

Підставимо дані значення у формулу, отримаємо:

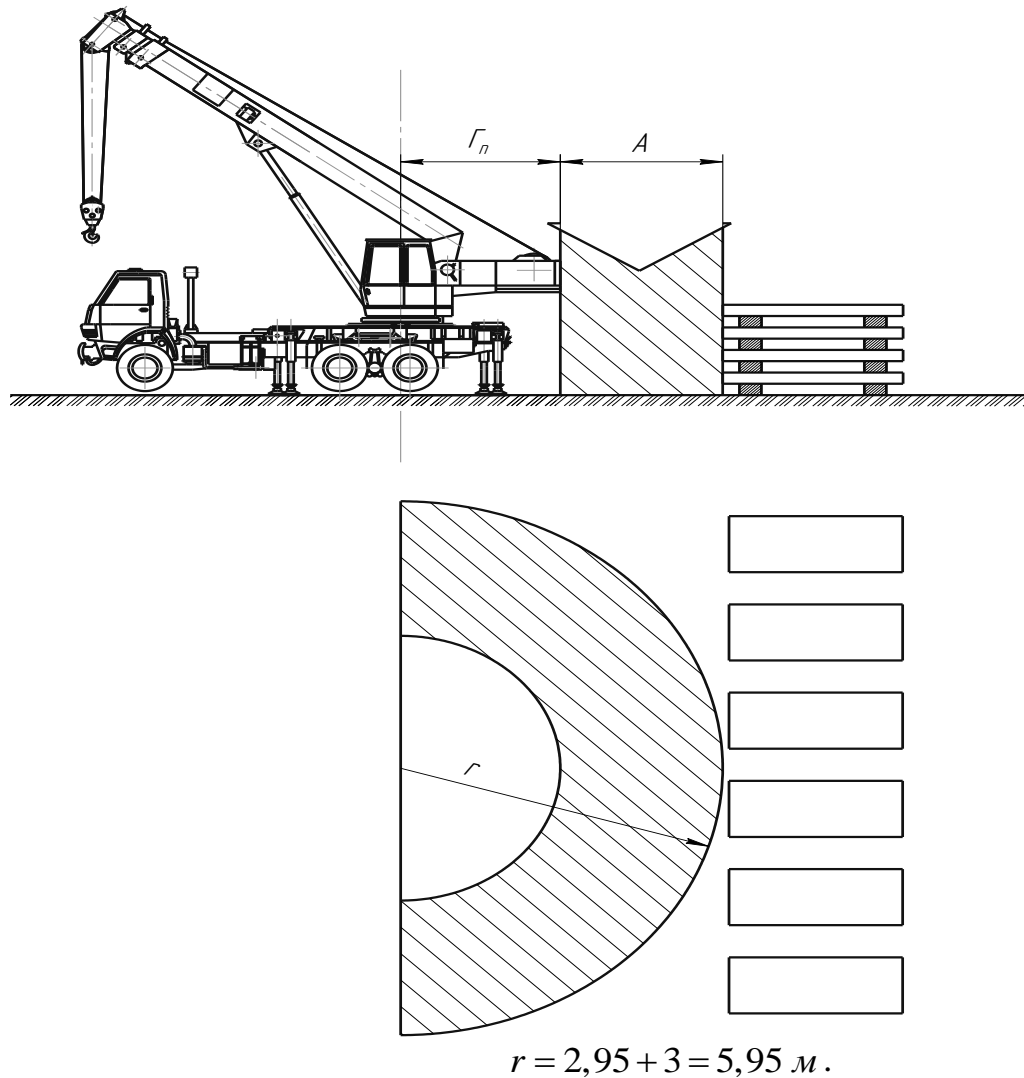


Рисунок 2.3 – Межі небезпечної зони між штабелем конструкцій та поворотною частиною крана

Виробництво всіх робіт та перебування людей у небезпечній зоні обертання крана суворо забороняється.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок вантажної лебідки

Розрахунок будемо виконувати згідно методичних вказівок [12].

Вихідні дані:

вантажопід'ємність – $m_T = 16000$ кг;

висота підйому – $H = 21,7$ м;

швидкість підйому – $V = 0,14$ м/с;

кратність поліспасу – $a = 4$;

маса гакової підвіски – $m_{кр} = 150$ кг.

3.1.1 Вибір канату і барабану

3.1.1.1 Знаходимо підймальну силу за формулою

$$F_{ван} = (m_{ван} + m_{кр}) \cdot g \quad (3.1)$$

де $g = 9,81$ м/с² – прискорення вільного падіння.

Отримуємо $F_{ван} = (16000 + 150) \cdot 9,81 = 15,84 \cdot 10^4$ Н .

3.1.1.2 Визначаємо ККД поліспасу за такою формулою:

$$\eta_a = \left(\frac{1 + \eta_1 + \eta_1^2 + \eta_1^3}{4} \right) \cdot \eta_1^k, \quad (3.2)$$

де $\eta_1 = 0,98$ – ККД блока на підшипниках кочення;

$k = 1$ – число обвідних блоків.

Отримуємо

$$\eta_4 = \left(\frac{1 + 0,98 + 0,98^2 + 0,98^3}{4} \right) \cdot 0,98 = 0,95$$

3.1.1.3 Розраховуємо найбільший натяг гілки каната, що набігає на барабан під час підйому вантажу за формулою:

$$F_a = F_{\text{вант}} \cdot \frac{1}{a \cdot \mu \cdot \eta_a}, \quad (3.3)$$

де $\mu = 1$ – число поліспастів.

Звідси
$$F_4 = 15,84 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{4 \cdot 1 \cdot 0,95} = 4,26 \cdot 10^4.$$

3.1.1.4 Розривне зусилля каната загалом визначається за формулою:

$$F_{0a\xi} > Fa \times Z_{p\xi}, \quad (3.4)$$

де Z_p – мінімальний коефіцієнт використання каната;

ξ – символ, що означає зміщення [12] відповідності груп класифікації та коефіцієнтів використання каната та вибору діаметра. (Допускається зміна коефіцієнта вибору діаметра барабана h_1 , але не більше ніж на два кроки по групі класифікації у більшу або меншу сторону, з відповідною компенсацією, шляхом зміни величини Z_p на те ж число кроків у меншу або більшу сторону), тому введемо ряд зсувів: $\xi = -2; -1; 0; +1; +2$.

Тоді отримуємо ряд значень: $Z_{p-2}; Z_{p-1}; Z_{p0}; Z_{p+1}; Z_{p+2}$

Маємо $Z_{p-2} = 5,6; Z_{p-1} = 4,5; Z_{p0} = 4,0; Z_{p+1} = 3,55; Z_{p+2} = 3,35$

Розривне зусилля каната ($F_{0a\xi}, H$), для кратності $a = 4$, для основного і додаткових значень Z_p отримаємо за формулою(4):

$$F_{04-2} = 4,26 \cdot 10^4 \cdot 5,6 = 23,86 \cdot 10^4 H.$$

$$F_{04-1} = 4,26 \cdot 10^4 \cdot 4,5 = 19,17 \cdot 10^4 H.$$

$$F_{040} = 4,26 \cdot 10^4 \cdot 4,0 = 17,04 \cdot 10^4 H.$$

$$F_{04+1} = 4,26 \cdot 10^4 \cdot 3,55 = 15,12 \cdot 10^4 H.$$

$$F_{04+2} = 4,26 \cdot 10^4 \cdot 3,35 = 14,27 \cdot 10^4 H.$$

3.1.1.5 Вибираємо тип канату. Для автомобільного крана, що працює на відкритому повітрі, за наявності пилу та вологи слід вибрати канат типу ЛК - Р 6 19 +1 о.с., ГОСТ 2688-80 з малою кількістю дротів великого діаметра. Цей канат має високу абразивну та корозійну зносостійкість.

За знайденими значеннями $F_{0a\xi}$ знаходимо значення діаметрів каната $d_{a\xi}$, та маркувальну групу, що відповідає умові міцності каната:

$$F_{0a\xi} \leq [F], \quad (3.5)$$

де $[F]$ – розривне зусилля каната загалом (за каталогом).

Маємо наступні значення діаметрів каната (у дужках вказані маркувальні групи (МПА) та розривні зусилля ($[F] \times 10^4 H$)):

$$d_{4-2} = 22,0(1770; 25,85 > 23,86);$$

$$d_{4-1} = 20,0(1770; 21,50 > 19,17);$$

$$d_{40} = 18,0(1770; 17,55 > 17,04);$$

$$d_{4+1} = 18,0(1770; 17,55 > 15,12);$$

$$d_{4+2} = 16,5(1770; 15,00 > 14,27).$$

3.1.1.6 Мінімальний діаметр барабана визначається за формулою

$$D_{a\xi} > h_1 \times d_{a\xi}, \quad (3.6)$$

де h_1 – коефіцієнт вибору діаметра барабана.

По таблиці [3], для заданої групи класифікації механізмів, набувають основне значення h_1 . При зміщенні по цій таблиці вгору і вниз на два кроки знаходять значення h_1 , де $\xi = -2; -1; 0; +1; +2$.

При визначенні мінімального діаметра барабана отримаємо головне значення $h_{10} = 16$. При зміщенні по цій таблиці вгору і вниз на два кроки маємо: $h_{1-2} = 12,5; h_{1-1} = 14,0; h_{1+1} = 18; h_{1+2} = 20,0$.

За формулою (3.6) отримаємо:

$$D_{4-2} > 12,5 \cdot 22 = 275;$$

$$D_{4-1} > 14,0 \cdot 20 = 280;$$

$$D_{40} > 16,0 \cdot 18 = 288;$$

$$D_{4+1} > 18,0 \cdot 18 = 324;$$

$$D_{4+2} > 20,0 \cdot 16,5 = 330.$$

3.1.1.7 Розрахунковий діаметр барабана $D'_{a\xi}$ приймають з ряду Ra 20.

Маємо $D'_{4-2} = 280; D'_{4-1} = 280; D'_{40} = 320; D'_{4+1} = 360; D'_{4+2} = 360$.

ДСТУ-ГОСТ 3241 – 80 «Канати сталеві. Технічні умови» наводить обмеження: «Діаметр шийки барабана повинен бути не менше 15 номінальних діаметрів каната». Отже, відкидаємо барабани з $h_1 < 15$.

3.1.1.8. Довжина барабана з одностороннім нарізуванням визначається за формулою:

$$L_{a\xi} = \frac{1,1d_{a\xi} \cdot H \cdot a}{\pi \cdot D'_{a\xi}} + 3,5 \cdot 1,1d_{a\xi} \quad (3.7)$$

де $1,1d_{a\xi} = t_{a\xi}$ – крок нарізки; a – кратність поліспасти; H – необхідна

довжина каната на барабані ($H=50\text{м.}$) (умовно). Отримуємо:

$$L_{40} = \frac{1,1 \cdot 18 \cdot 50000 \cdot 4}{3,14 \cdot 320} + 3,5 \cdot 1,1 \cdot 18 = 4010;$$

$$L_{4+1} = \frac{1,1 \cdot 18 \cdot 50000 \cdot 4}{3,14 \cdot 360} + 3,5 \cdot 1,1 \cdot 18 = 3573;$$

$$L_{4+2} = \frac{1,1 \cdot 16,5 \cdot 50000 \cdot 4}{3,14 \cdot 360} + 3,5 \cdot 1,1 \cdot 16,5 = 3275.$$

Як видно з розрахунків, варіант з канатом діаметром 16,5 мм дає більший діаметр барабана при меншій його довжині.

Заради запасу приймемо:

діаметр барабана $D=450\text{мм.}$

довжина барабана $L=605\text{ мм.}$

діаметр канату $d=16,5$ мм.

На автомобільних кранах допустима навивка каната на барабан у кілька шарів, отже, запасу каната на вибраному барабані буде достатньо.

3.1.1.9. Визначимо кутову швидкість барабана за формулою:

$$\omega = \frac{2 \cdot V \cdot a}{D}, \quad (3.8)$$

Отримуємо
$$\omega = \frac{2 \cdot 0,14 \cdot 4}{0,450} = 2,5 \text{ рад/с.}$$

3.1.2. Вибір гідромотора [14].

3.1.2.1. Знаходимо статичну потужність гідромотора за формулою:

$$P = \frac{F_{\text{вант}} \cdot V}{\eta_{\text{мех}}}, \quad (3.9)$$

де $\eta_{\text{мех}} = \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{гд}}$

$\eta_{\text{м}} = 0,9$ – ККД механізму з циліндричним редуктором.

$\eta_{\text{гд}} = 0,965$ – ККД гідромотора.

Отримуємо
$$P = \frac{15,85 \cdot 10^4 \cdot 0,14}{0,9 \cdot 0,965} = 2,55 \cdot 10^4 \text{ Вт. (25,5 кВт).}$$

3.2.2. Крутний момент, що створює гідромотор:

$$T = \frac{P}{\omega_{\text{гд}}}, \quad (3.10)$$

де $\omega_{2\partial}$ – кутова швидкість гідромотора.

$$\omega_{2\partial} = \omega \cdot U_p ,$$

$U_p = 31,5$ передаточне число редуктора (взято максимальне серед двохступінчастого редукторів).

Отримуємо
$$T = \frac{25,5 \cdot 10^3}{2,5 \cdot 31,5} = 324 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3.1.2.3. Потрібний робочий об'єм гідромотора:

$$q' = \frac{6,28 \cdot T}{p' \cdot \eta_{\text{мех}}} , \quad (3.11)$$

де $p' = 16$ МПА – перепад тиску на гідромоторі (вибираємо орієнтовно [14]).

$\eta_{\text{мех}} = 0,94$ – механічний ККД гідромотора у першому наближенні.

Отримаємо
$$q' = \frac{6,28 \cdot 324}{16 \cdot 0,94} = 135 \text{ см}^3 / \text{об}.$$

По [13] вибираємо аксіально-поршневий регульований гідромотор 223.25.

Технічна характеристика гідромотора:

потрібний робочий об'єм гідромотора $q_n = 214 \text{ см}^3 / \text{об}.$

перепад тиску на гідромоторі $p_n = 16$ МПА.

номінальна подача $Q_n = 4,840 \text{ л} / \text{с}.$

частота обертання вала гідромотора $1400 \text{ об} / \text{хв}.$

(Регулювати на частоту $750 \text{ об} / \text{хв}.$)

3.1.3 Вибір редуктора

Вибираємо редуктор, оснащений зубчастим вінцем на вихідному валу, оберемо універсальний двоступінчастий редуктор Ц2У – 250.

3.1.4 Вибір гальм

3.1.4.1. Вантажний момент на барабані визначається за формулою:

$$T_B = \frac{\mu \cdot F_a \cdot D}{2}, \quad (3.12)$$

де $F_a = 4,26 \cdot 10^4 \text{ Н}$.

Отримуємо

$$T_B = \frac{1 \cdot 4,26 \cdot 10^4 \cdot 0,45}{2} = 9585 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3.1.4.2 Статичний момент на вхідному валу редуктора при гальмуванні визначають за формулою:

$$T_{CT} = \frac{T_B \cdot \eta_m \cdot \eta_a}{U_P}, \quad (3.13)$$

де $\eta_m = 0,95$ – ККД механізму, який можна прийняти рівним ККД редуктора.

Отримуємо

$$T_{CT} = \frac{9585 \cdot 0,95 \cdot 0,95}{31,5} = 274 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3.1.4.3. Гальмівний момент, на який регулюють гальмо, визначають за формулою:

$$T_T \geq k \cdot T_{CT}, \quad (3.14)$$

де $k = 2$ – коефіцієнт запасу гальмування.

Отримуємо:

$$T_T \geq 2 \cdot 274 = 548 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Вибираємо стрічкове гальмо (при однаковому гальмівному моменті, в порівнянні з колодковим і дисковим гальмами, він має менші розміри, що важливо на автомобільних кранах).

При гальмівному шкві діаметром 180 мм, гальмівний момент 800 Н м.

3.1.5 Розрахунок шпонкового з'єднання

Для перевірки працездатності спроектованої конструкції слід перевірити надійність шпоночного з'єднання тихохідний вал редуктора - зубчастий вінець. Розрахунок вестиметься за методикою запропонованою [15].

Вибрана шпонка: "Шпонка 22 14 90 ГОСТ 23360 – 78" (Шпонка призматична).

Основним розрахунком для призматичних шпонок є умовний розрахунок на зминання.

Умова міцності вибраної шпонки на зминання:

$$\sigma = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l \cdot k} \leq [\sigma]_{зм} \quad , \quad (3.15)$$

Де $T = 9585$ Н·м – крутний момент (приймається рівним вантажному моменту на барабані).

$d = 77$ мм – діаметр валу, на який посаджена шпонка.

$l = 90$ мм – робоча довжина шпонки.

$k = 0.4 \cdot h = 0.4 \cdot 14 = 5,6$ мм – глибина врізання шпонки в маточину.

$[\sigma]_{зм} = 600$ МПа – допустима напруга зминання.

Отримуємо:

$$\sigma = \frac{2 \cdot 9585 \cdot 10^3}{77 \cdot 90 \cdot 5.6} = 490 \text{ МПа,}$$

отже, нерівність $\sigma \leq [\sigma]_{зм}$ виконується.

Шпонка обрана, вірно.

Підсумки розрахунку:

Вибрано:

- Редуктор Ц2У - 250.
- Гідромотор 223.25.
- барабан діаметр 450 мм.
довжина 605 мм.
- Діаметр каната 16,5 мм.

3.2 Розрахунок механізму повороту

Розрахунок будемо вести за методичними вказівками [8].

Завдання розрахунку: спроектувати механізм повороту поворотної частини автомобільного крана.

Вихідні дані.

вантажопідйомність (маса вантажу) $m_g = 16000$ кг.

довжина стріли (при максимальній вантажопідйомності) $L_C = 9,7$ м.

виліт (при максимальній вантажопідйомності) $\lambda = 3,75$ м.

кутова швидкість поворотної частини $\omega = 0,18$ рад / с.

маса гакової підвіски $m_{зак} = 150$ кг.

3.2.1 Розрахунок ваги стрілки

Стріла складається з трьох секцій: 9,7 м; 15,7 м; 21,7 м. (висування секцій по 6 метрів, тобто хід поршнів 6 метрів). Для розрахунку потрібно враховувати також і вагу двох гідроциліндрів.

Вагу стріли обчислюють із емпіричної залежності:

$$F_C = k \cdot F_{ГР} \cdot \lambda, \quad (3.16)$$

де $k=0,066$ – коефіцієнт ваги стріли (малий тому, що стріла при підйомі вантажу розташована похило).

$$F_T = 15,84 \cdot 10^4 \text{ Н.} \text{ – вантажопідйомна сила.}$$

$$\lambda = 3,75 \text{ м.} \text{ – виліт.}$$

Отримаємо

$$F_c = 0,066 \cdot 15,84 \cdot 10^4 \cdot 3,75 = 3,92 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Плечі сили тяжіння стріли – 1,75м. (Взято з геометричних співвідношень між: довжиною стріли, точкою підвісу стріли і вильотом вантажу).

3.2.2 Момент опору повороту поворотної частини під час пуску:

$$T_{\Sigma} = T_{TP} + T_{\delta}, \quad (3.17)$$

де T_{TP} – момент сил тертя;

T_{δ} – момент динамічний.

Момент сил тертя:

$$T_{TP} = 0,5 f \cdot (F_Y \cdot d_Y + F_P \cdot (d_{P1} + d_{P2})) , \quad (3.18)$$

де $f=0,015$ – наведений коефіцієнт тертя у підшипниках;
реакція упорного підшипника:

$$F_Y = F_{\text{вант.н}} + F_c + F_{\Pi}, \quad (3.19)$$

$F_{\text{вант.н}} = 15,84 \cdot 10^4 \text{ Н}$ – вантажопід'ємна сила.

$F_c = 3,92 \cdot 10^4 \text{ Н}$ – вага стріли.

$$F_{II} = m_p \cdot 9,81 \quad , \quad (3.20)$$

$m_p = 1300$ кг – маса поворотної платформи (прийнята конструктивно з запасом).

Підставивши в (3.20) , отримуємо:

$$F_{II} = 1300 \cdot 9,81 = 1,3 \cdot 10^4 \text{ Н} .$$

Підставивши в (3.19) , отримуємо:

$$F_V = (15,84 + 3,924 + 1,3) \cdot 10^4 = 21,1 \cdot 10^4 \text{ Н} .$$

Упорний підшипник вибирається за статичною вантажопідйомністю C_0 з умови. Цій умові задовольняє підшипник кульковий завзятий 8314 . Його внутрішній діаметр [7] $d_v = 70$ мм; $d_1 = 70.2$ мм; зовнішній діаметр $D_v = 125$ мм; висота $h_v = 40$ мм; статична вантажопідйомність $C_{0v} = 29 \cdot 10^4 \text{ Н} .$

Відстань між радіальними підшипниками дорівнює 0,7 м.

Момент, що згинає колону:

$$M_{зК} = 3,75F_r + 1,75F_c - 0,75F_{II} \quad , \quad (3.21)$$

Отримуємо

$$M_{зК} = (3,75 \cdot 15,84 + 1,75 \cdot 3,92 + 0,75 \cdot 1,3) \cdot 10^4 = 65,3 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Напруження згину колони:

$$\sigma_{зК} = M_{зК} / W_{зК} \leq [\sigma]_{доп} = \sigma_T / (n \cdot k_B) \quad , \quad (3.22)$$

де $n = 1,4$ – коефіцієнт запасу міцності;

$k_b = 1,3$ – коефіцієнт безпеки;

$\sigma_T = 314 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – межа текучості (Сталь 35 ГОСТ 8731-72) (нормалізація).

$$W_{зк} = n \cdot k_b \cdot M_{зк} / \sigma_T, \quad (3.23)$$

Звідси

$$W_{зк} = 1,4 \cdot 1,3 \cdot 65,3 \cdot 10^4 / 314 \cdot 10^6 = 37,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

Реакції радіальних підшипників

$$F_p = M_{зк} / 0,7, \quad (3.24)$$

Отримуємо

$$F_p = 65,3 \cdot 10^4 / 0,7 = 93,3 \cdot 10^4 \text{ Н}.$$

Як підшипники виберемо два підшипники серії 2556 – роликотпідшипник з короткими циліндричними роликами (ГОСТ 8328 – 57)

$$C_{0p} = 187 \text{ 10};$$

$d_p = 280 \text{ мм}$ – діаметр внутрішнього кільця.

$D_p = 500 \text{ мм}$ – діаметр зовнішнього кільця.

Підставимо отримані співвідношення у формулу для моменту сил тертя, отримаємо

$$T_{TP} = 0,5 \cdot 0,015 (21,2 \cdot 10^4 \cdot 70 \cdot 10^{-3} + 93,3 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 280 \cdot 10^{-3}) = 4029 \quad \text{Н} \cdot \text{м}.$$

Динамічний момент дорівнює

$$T_\delta = I \cdot \epsilon, \quad (3.25)$$

де I – момент інерції поворотної частини крана разом із вантажем;

E – кутове прискорення.

$$E = a / \lambda \quad , \quad (3.26)$$

$a = 0,15 \text{ м/с}^2$ – мінімальне кутове прискорення вантажу.

Отримаємо $E = 0,15/3,75 = 0,04 \text{ рад / с}$.

Момент інерції

$$I = \gamma \cdot \beta (m_c \cdot 1,75^2 + m_{кр} \cdot 3,75^2 + m_{гп} \cdot 3,75^2 + m_{п} \cdot 0,75^2) \quad , \quad (3.27)$$

де $\gamma = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує інерційність поворотної частини;

$\beta = 1,05$ – коефіцієнт, що враховує інерційність механізму повороту;

$m_c = 4000 \text{ кг}$ – маса стріли;

$m_{кр} = 150 \text{ кг}$ – маса гакової підвіски;

$m_{гп} = 16000 \text{ кг}$ - маса вантажу, що піднімається;

$m_{п} = 1300 \text{ кг}$ – маса поворотної частини;

Підставивши, отримаємо

$$\begin{aligned} I &= 1,3 \cdot 1,05(4000 \cdot 3,0625 + 150 \cdot 14,0625 + 16000 \cdot 14,0625 + 1300 \cdot 0,5625) = \\ &= 32,8 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 . \end{aligned}$$

Отримані співвідношення підставляються (3.25):

$$T_{\delta} = 32,8 \cdot 10^4 \cdot 0,04 = 1,312 \cdot 10^4 \text{ (13120 Н} \cdot \text{м)}.$$

Сумарний момент опору повороту:

$$T_{\Sigma} = 4029 + 13120 = 17149 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3.2.3 Потужність гідромотора під час пуску.

Потужність гідромотора визначиться за такою формулою:

$$P = T_{\Sigma} \cdot \omega / \eta , \quad (3.28)$$

де $\omega = 0,18 \text{ рад/с}$. – кутова швидкість поворотної частини;

η – ККД механізму повороту з циліндричним редуктором.

$$\eta = \eta_p \cdot \eta_o , \quad (3.29)$$

$\eta_p = 0,96$ – ККД двоступінчастого циліндричного редуктора;

$\eta_o = 0,95$ – ККД відкритої зубчастої передачі;

Підставивши, отримаємо:

$$\eta = 0,96 \cdot 0,95 = 0,912 ,$$

звідси потужність гідромотора під час пуску:

$$P = 17149 \cdot 0,18 / 0,912 = 3385 \text{ Вт. (3,39 кВт.)}$$

Передавальне число редуктора $U_p = 48,67$ (взято зі стандартного ряду передавальних чисел для вертикальних двоступінчастих редукторів).

Вибираємо гідромотор 210.20В, нерегульований однопотоковий, діаметр поршня 20 мм; В – модифікація корпусу із алюмінієвого сплаву; $n = 1500$ об/хв. – частота обертання валу;

Отже, кутова швидкість валу гідромотора

$$\omega_r = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ рад/с} .$$

Номінальний крутний момент гідромотора:

$$T_r = P_r / \omega_r = \frac{24,7 \cdot 10^3}{157} = 157 \text{ Нм.}$$

3.2.4 Загальне передатне число.

$$U = \frac{\omega_r}{\omega} , \quad (3.30)$$

Отримуємо

$$U = 157 / 0,18 = 872$$

Механізм повороту містить: гідромотор, редуктор і відкриту зубчасту передачу.

Відповідно:

$$U = U_p \cdot U_o , \quad (3.31)$$

де U_o – передаточне число відкритої зубчастої передачі.

Звідси

$$U_o = U / U_p , \quad (3.32)$$

Отримуємо

$$U_o = 872 / 48,67 = 17,9$$

3.2.5 Розрахунковий момент, що крутить, на тихохідному валу редуктора в момент пуску:

$$T_p = T_r \cdot U_p \cdot \eta_p , \quad (3.33)$$

Отримуємо:

$$T_p = 157 \cdot 48,67 \cdot 0,96 = 7336 \text{ Н·м.}$$

3.2.6 Розрахунок процесу пуску.

Максимальний час запуску за умови мінімального прискорення вантажу:

$$t_{II} = \frac{\omega}{E}, \quad (3.34)$$

$$t_{II} = 0,18/0,04 = 4,5 \text{ с. (т.е. } t_{II} = 1 \dots 4,5 \text{ с.)}$$

Умова пуску:

$$T_r \geq \frac{T_{TP}}{U \times \eta} + \frac{\omega_r}{t_{II}}, \quad (3.35)$$

$$157 \geq \frac{17149}{872 \times 0,912} + \frac{157}{4,5} = 57.$$

Отже, умова пуску виконується.

3.2.7 Розрахунок процесу гальмування

Доцільно прийняти час гальмування меншим чи рівним часу пуску, т.к. тертя в підшипниках та втрати в механізмі повороту сприяють гальмування.

Прийmemo час гальмування рівним 4с.

$$T_r \geq \frac{\omega}{t_r} \left(1,2 \times I_1 + \frac{1,3 \times \eta}{U^2} \times \frac{I}{\gamma \times \beta} \right) - \frac{T_{TP} \times \eta}{U}, \quad (3.36)$$

де I_1 – момент інерції мас на первинному валу. Дуже малий і їм нехтуємо.

Отримаємо рівність:

$$T_T \geq \frac{157}{4} \left(\frac{1,3 \times 0,912}{872^2} \times \frac{13120}{1,3 \times 1,05} \right) - \frac{4029 \times 0,912}{872} = 10,98 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Вкажемо на кресленні механізму повороту технічну вимогу – «гальмо відрегулювати на момент 11,5 Н·м».

3.2.8 Розрахунок відкритої зубчастої передачі

Прийmemo діаметр ділового кола підвінцевої шестерні $d_{L1} = 120$ мм.
(Мінімальна кількість зубів шестерні: $Z_1 = 17 \dots 25$).

Модуль зубчастого зачеплення:

$$m = d_{L1} / Z_1, \quad (3.37)$$

Отримуємо:

$$m = 120/25 - 120/17 = 4.8 \dots 7.1 \text{ мм}.$$

Приймаємо $m = 6$; тоді $Z_1 = 120/6 = 20$.

Діаметр дільного підвінцевої шестерні:

$$d_{L1} = 6 \cdot 20 = 120 \text{ мм}.$$

Число зубів зубчастого вінця:

$$Z_2 = Z_1 \cdot U_o = 20 \cdot 17,9 = 358$$

Діаметр дільного кола зубчатого вінця:

$$d_{L2} = m \cdot Z_2 = 6 \cdot 358 = 2148 \text{ мм}.$$

Міжосьова відстань:

$$a_w = (d_{L1} + d_{L2})/2 = (120 + 2148)/2 = 1134 \text{ мм.}$$

Ширина зубчастого вінця:

$$b = \Psi \times a_w ,$$

де $\Psi = 0,1 \dots 0,4$ – коефіцієнт ширини зубчастих коліс (прийmemo $\Psi = 0,12$).

Отримуємо:

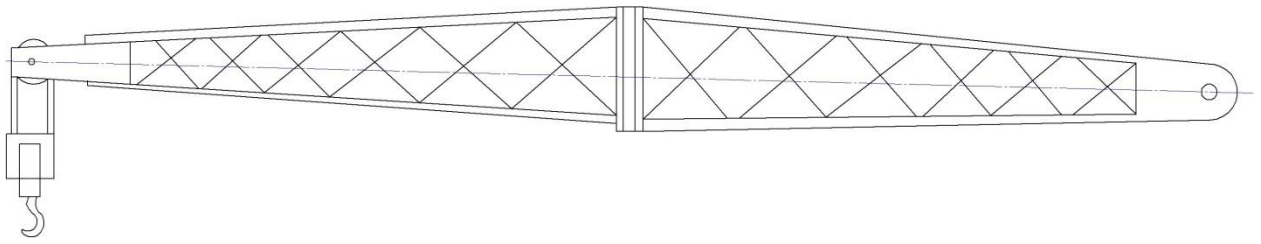
$$b = 0,12 \times 1134 = 136,1 \text{ мм. (прийmemo } b = 140 \text{ мм.)}$$

3.3 Розрахунок стріли телескопічної

Стрілове обладнання складається з металоконструкцій (стріли, вежі, гуски) та канатно-блочних (вантажного та стрілового поліспаствів, що складаються із системи блоків та канатів) та спеціальних пристроїв (телескопічних уларів та тяг стріли), що оберігають стрілу від закидання.

Стріли постійної довжини

Стрілове обладнання з основною стрілою (рисунок 3.1). Є звареною просторовою фермою прямокутного поперечного перерізу, пояси і розкоси якої виконані з прокату кутового профілю. Складається вона з двох частин: нижньої та верхньої, з'єднаних між собою болтами чи пальцями. У торцях обох частин, якими вони з'єднуються один з одним, встановлені діафрагми, що забезпечують стійку роботу стріли при навантаженнях, що скручують.

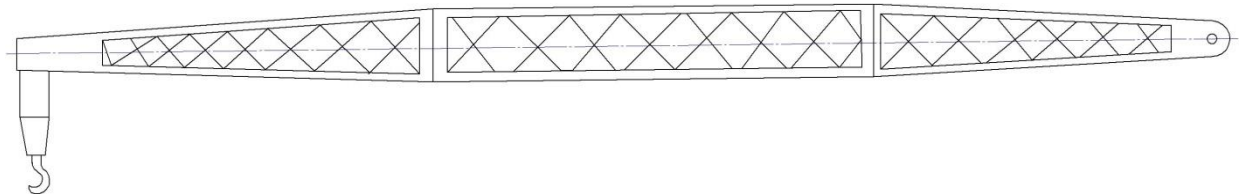


1 – гакова підвіска; 2 – стріла; 3 – головка стріли; 4 – основа стріли.

Рисунок 3.1 – Стріле обладнання з основною стрілою

Стрілове обладнання з подовженою стрілою (рисунок 3.2).

Відрізняється від основної стріли тим, що в місці роз'єму основної стріли встановлюють одну - три секції, кожна завдовжки 4 метри. Конструкція секцій така сама, як у стріли. У її торцях встановлені діафрагми, що забезпечують стійку роботу стріли при навантаженнях, що скручують. Секції приєднують до основи або болтами, або пальцями.



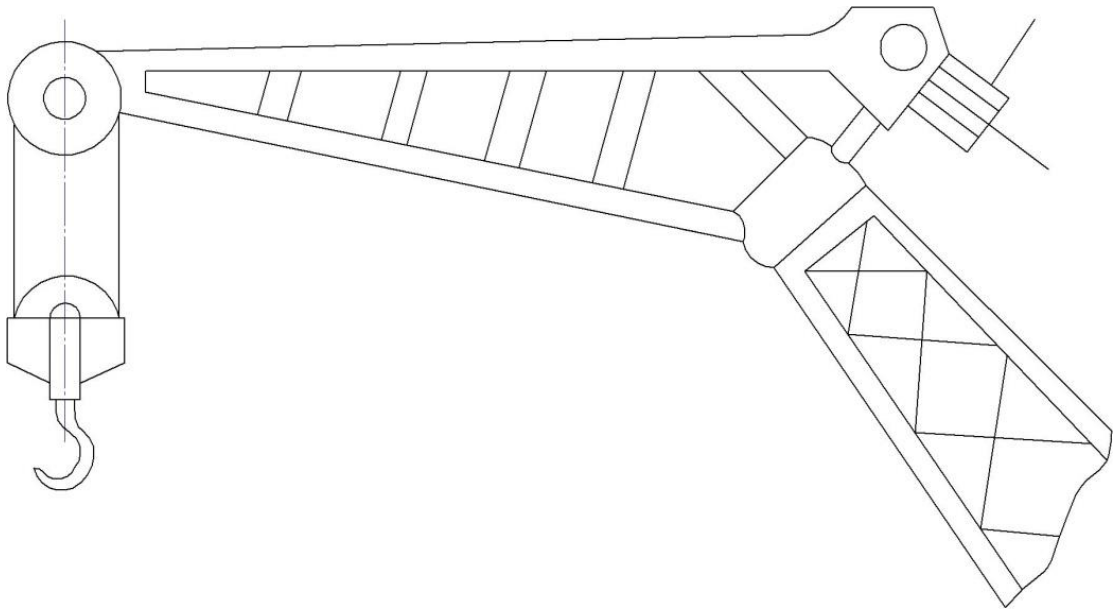
1 – гакова підвіска; 2 – головка стріли; 3 – секція стріли; 4 – основа стріли

Рисунок 3.1 – Стріле обладнання з подовженою стрілою

Стріле обладнання з подовженою стрілою і гусаком (рисунок 3.2).

Гусак виконаний із труб у вигляді звареної трикутної просторової форми. Він дозволяє зону, що обслуговується краном як у горизонтальній, так і вертикальній площинах і застосовувати другий вантажний гак для підйому більш легких великогабаритних вантажів. Гуськи, що змінюють виліт з вантажем на гаку, називаються керованими (маневровими) гуськами.

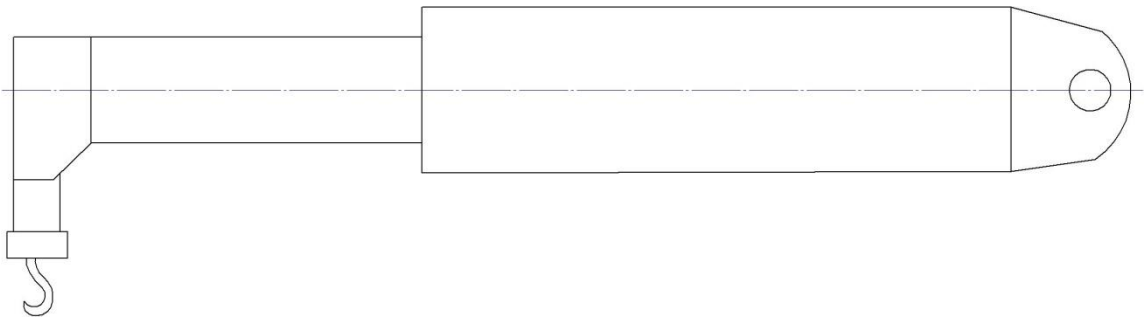
Гуски, які не змінюють виліт із вантажем щодо стріли, називаються некерованими (настановними).



1 – гакова підвіска; 2 – блок; 3 – стріла; 4 – гусак.

Рисунок 3.3 – Подовжена стріла з гусак

Висувні стріли (рисунок 3.4). Висувні секції стріли дозволяють швидко змінювати довжину стріли без робочого навантаження. Висунення секції стріли здійснюється канатним механізмом. Висування секції виконується телескопічним пневмоциліндром, втягування – за допомогою каната поліспасти підйому стріли. Подовжена висувна стріла включає основну стрілу і проміжні секції (вставки) довжиною 2 або 4 метри. Крім того, в комплект входять подовжені розтяжки та покажчик вильотів. Нерухома або висувна секція основної стріли має роз'єм, яким секція ділиться на 2 частини, що з'єднуються між собою болтами. Подовжують нерухому або висувну секцію стріли, встановлюючи в місці роз'єму проміжні секції. Зазвичай передбачається одна чи дві модифікації подовженої висувної стріли.



1 – гакова підвіска; 2 – висувна секція стріли; 3 – нерухома секція стріли.

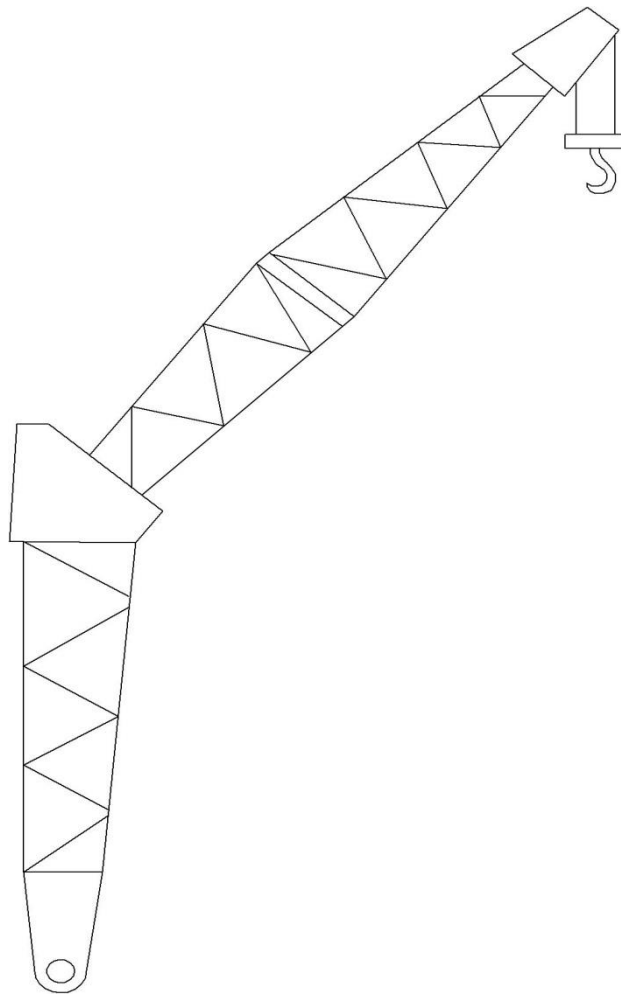
Рисунок 3.4 – Висувна стріла

Баштово-стрілове обладнання (рисунок 3.5). Баштово-стрілове обладнання є додатковим змінним робочим обладнанням автомобільних кранів із механічним приводом. Цей вид стрілового обладнання має значні переваги в порівнянні з іншими, оскільки дозволяє отримати під стрілою найбільш вільний простір (корисний простір підстріл).

Башта і стріла є зварними просторовими формами прямокутного поперечного перерізу, розкоси яких виконані з прокату кутового профілю. Стріла складається з двох секцій: нижньої (основа) та верхньої (головка), що з'єднуються між собою болтами. На головці стріли встановлено блок, який разом із гаковою підвіскою та вантажним канатом складає поліспаг підйому вантажу. Основа стріли встановлена на осях головки верхньої секції балки.

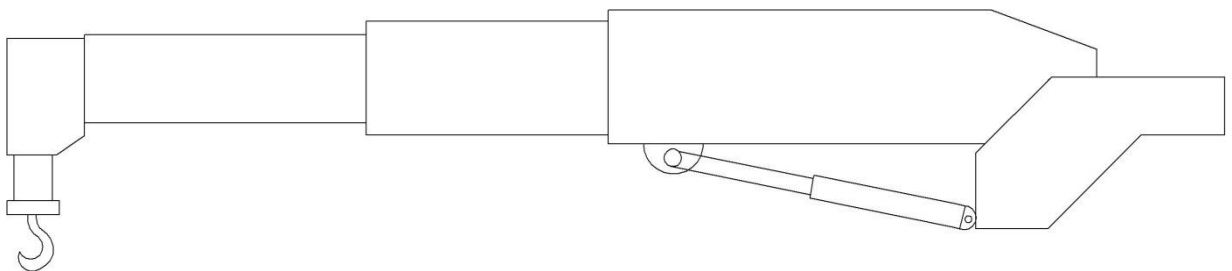
У вертикальному положенні вежа утримується підкосом, який жорстко з'єднує голівку двонової стійки із середньою секцією башти. Всуваючись одна в іншу або висуваючись, тяги приймають два крайні положення: робоче та транспортне, в яких фіксуються фіксаторами.

Телескопічні стріли (рисунок 3.6). Довжину телескопічної стріли можна швидко змінити під робочим навантаженням. Стріле обладнання з телескопічною стрілою на гідравлічних кранах є основним. Як вантажозахоплювальний орган на телескопічних стрілах встановлюють гакову підвіску. На кранах вантажопідйомністю до 10 тонн включно



1 – гакова підвіска; 2 – 3 – секції стріли; 4 – головка вежі; 5 – секції вежі

Рисунок 3.5 – Баштово-стрілове устаткування



1 – гакова підвіска; 2 верхня висувна секція; 3 – середня висувна секція;
4 – нерухома секція стріли; 5 – гідроциліндр підйому стріли

Рисунок 3.6 – Телескопічна стріла

телескопічні двосекційні стріли, а на кранах вантажопідйомністю понад 10 тонн – трисекційні.

Переміщення середньої висувної секції стріли відносно нерухомої проводиться гідроциліндром; переміщення верхньої висувної секції щодо середньої (одночасно з переміщенням середньої секції) за допомогою прискорювального поліспаду.

Подовжують телескопічну стрілу гусаком, який встановлюють на осі блоків висувної секції та кріплять фіксатором. Гусак монтується на стрілі в одному з двох положень: паралельно осі стріли (гусок у цьому випадку грає роль подовження стріли) або під кутом 120° до осі стріли для збільшення підстрілового простору.

Обираємо телескопічну стрілу, як найбільш раціональну конструкцію для нашого випадку.

Завдання розрахунку полягає у визначенні прогину стріли при максимальному її навантаженні.

Умови розрахунку:

Розрахунок телескопічної стріли та окремих її елементів здійснюється за максимальними навантаженнями, що виникають при різних випадках навантаження її та різних положеннях висувних секцій.

Телескопічна стріла складається з основи, середньої та верхньої секцій. Середня і верхня секції переміщуються по плитах щодо основи. Максимальна довжина кожного гідроциліндра складає шість метрів. Довжина стріли у зібраному стані становить 9,7 м, при висуванні середньої секції – 15,7 м, при висуванні верхньої секції – 21,7 м.

На стрілу діють:

- Вага вантажу, що піднімається.
- власна вага.
- Зусилля у вантажному канаті.
- зусилля в гідроциліндрах підйому стріли та висування стріли.
- бічне навантаження на оголовку стріли.

Вихідні дані.

$L_c = 21,7\text{м}$ – максимальна довжина стріли (висунуто обидві секції);

$L'_c = 9,7\text{м}$ – довжина зібраної стріли;

$L''_c = 15,7\text{м}$ – довжина стріли (висунута середня секція).

Складові частини перерізу стріли підбирається таким чином, щоб прогин стріли при максимальному її навантаженні не перевищував 2% від довжини стріли. Для крана, що проектується, розрахунок прогину не ведеться через складність перевірки правильності розрахунку. Отже, застосовуємо стрілу з існуючого крана аналогічної конструкції.

Розрахунок ведемо для основної стріли при максимальному навантаженні та під кутом 0 град.

За аналогією з існуючою конструкцією задаємося розмірами перерізу стріли (див. рисунок 3.7). Розрахункова схема стріли крана представлена на рисунку 3.8.

Будуємо епюри згинальних моментів.

$$M_{z2} = Q \cdot 4,8 + G_{стр} \cdot 0,8 = 140 \cdot 4,8 + 17 \cdot 0,8 = 685,6 \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad (3.38)$$

$$\delta = \frac{M_{z2}}{W_x}, \text{ де } W_x \text{ – момент опору перерізу};$$

$$W_x = \frac{I_x}{h + h_1 - V_o}, \text{ де } I_x \text{ – осьовий момент інерції};$$

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{B \cdot h_1^2 + 2b_1 \cdot h \cdot (2h_1 + h)}{2(B \cdot h_1 + 2b_1 \cdot h)} = \\ &= \frac{0,38 \cdot 0,006^2 + 2 \cdot 0,006 \cdot 0,488 \cdot (2 \cdot 0,006 + 0,488)}{2 \cdot (0,38 \cdot 0,006 + 2 \cdot 0,006 \cdot 0,488)} = 2,93 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

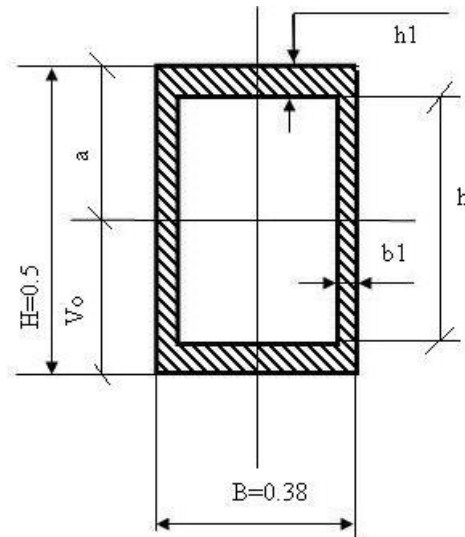


Рисунок 3.7 – Переріз стріли крана

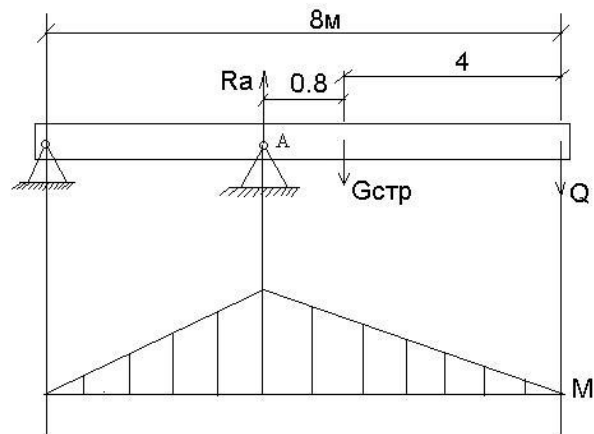


Рисунок 3.8 – Розранкува схема стріли крана

$$I_x = \frac{B \cdot h_1^3 + 2b_1 \cdot h^3}{12} + B \cdot h_1 \cdot \left(V_o - \frac{h_1}{2} \right)^2 + 2b_1 \cdot h \cdot \left(\frac{h}{2} + h_1 - V_o \right)^2 + b \cdot h_1 \cdot a =$$

$$\frac{0,38 \cdot 0,006^3 + 2 \cdot 0,006 \cdot 0,488^3}{12} + 0,38 \cdot 0,006 \left(2,93 \cdot 10^{-3} - \frac{0,006}{2} \right)^2 + 2 \cdot 0,006 \cdot 0,488 \times$$

$$\times \left(\frac{0,488}{2} + 0,006 - 2,93 \cdot 10^{-3} \right)^2 + 0,38 \cdot 0,006 \cdot 0,494 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4;$$

$$W_x = \frac{I_x}{h + h_1 - V_o} = \frac{1,6 \cdot 10^{-3}}{0,006 + 0,488 - 0,003} = 3,26 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

Найбільше зусилля:

$$T=Q=140\text{кН};$$

Площа поперечного перерізу:

$$F_c = 0,5 \cdot 0,38 - 0,488 \cdot 0,348 = 0,19 - 0,169 = 0,02\text{м}^2;$$

Найбільше сумарне напруження в точці *A*:

$$\delta_o = \frac{M_{z2}}{W_x} + \frac{T}{F_c} = \frac{685,6}{3,26 \cdot 10^{-3}} + \frac{140}{0,02} = 217,24\text{МПа};$$

$$[\delta_T] = \frac{\delta_{z2}}{n} = \frac{470}{1,8} = 261,11\text{МПа}, \text{ де } n=1,8 \text{ — коефіцієнт запасу міцності};$$

$\delta_{z2}=470\text{МПа}$ — допустима напруження на згин для сталі 30ХГА.

$$\delta_o = 217,24 < [\delta_T].$$

Перетин стріли витримує максимальний згинальний момент із запасом міцності.

3.4 Розрахунок гідравлічного привода підйомної установки

У відкритій двонасосній гідравлічній схемі (рисунок 3.9) джерелом робочого тиску є два аксіально-поршневі насоси *НА1* і *НА2* типу 210.26 і 210.20 відповідно.

Від насоса *НА1* працюють гідроциліндри виносних опор та механізму блокування задньої підвіски шасі, підйому та висунення стріли, а також механізм обертання поворотної частини. Від насоса *НА2* робоча рідина подається через обертові з'єднання до гідромотора вантажної та допоміжної

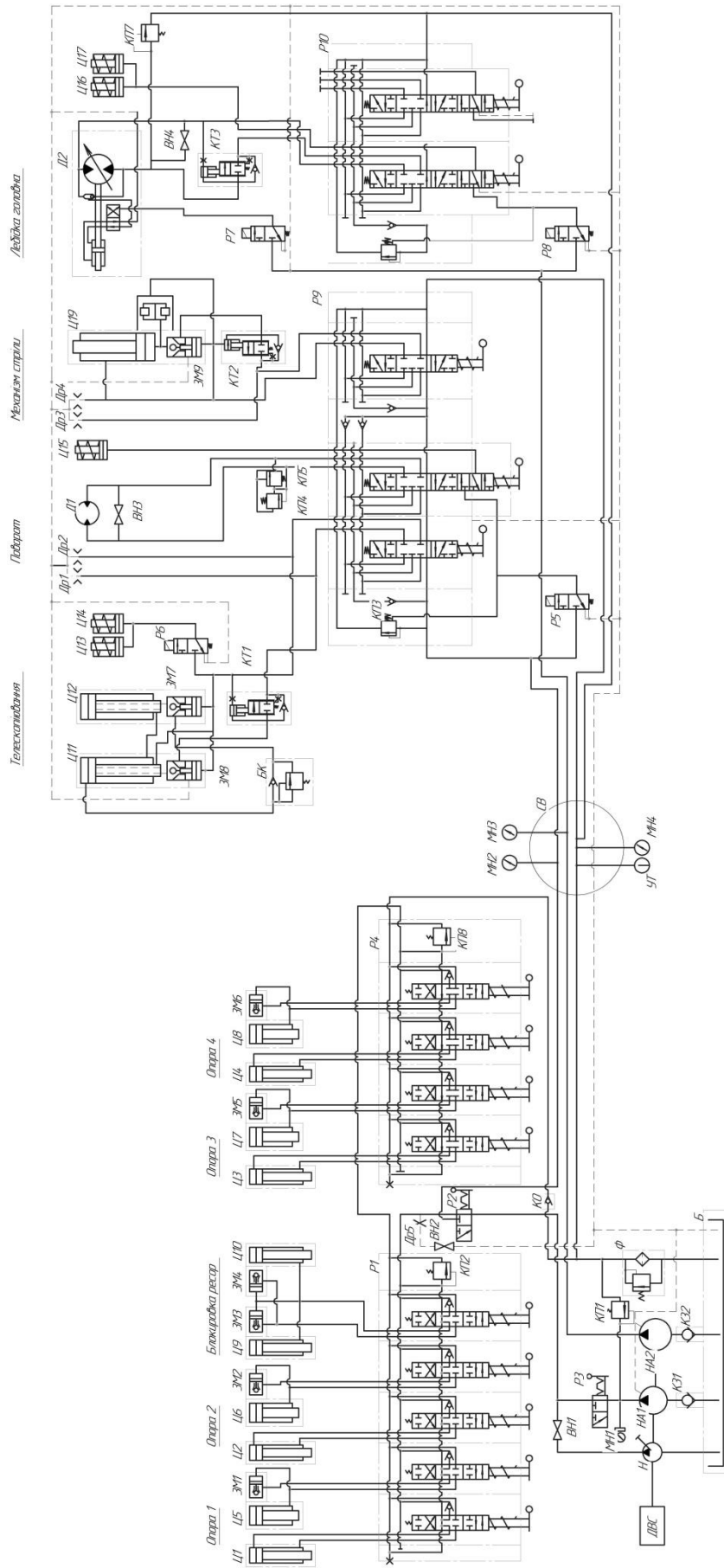


Рисунок 3.9 – Принципова гідравлічная схема крана

лебідок. Для головного та допоміжного підйомів, обертання поворотної рами встановлені аксіально-поршневі гідромотори 209.25 та 210.20.13. Перемиканням двопозиційного крана *P2* робоча рідина від одного з насосів подається або до гідророзподільників *P1* і *P4* для приводу гідроциліндрів *Ц1* - *Ц8* виносних опор і гідроциліндрів *Ц9*, *Ц10* механізму блокування підвіски шасі, або через з'єднання, що обертається, *СВ* до гідророзподільника *P9* для приводу *Ц19* механізму підйому стріли, гідромотора *Д1* механізму повороту і гідроциліндрів *Ц11*, *Ц12* телескопа стріли. Від іншого насоса робоча рідина через з'єднання, що обертається, подається до гідромоторів головної і допоміжної лебідок. Тиск робочої рідини в системі приводу виносних опор та механізму блокування підвіски шасі обмежується первинними запобіжними клапанами *КП2* та *КП8*, вбудованими у напірні секції гідророзподільників *P1* та *P4*.

Обмеження тиску робочої рідини в приводі підйому стріли, повороту та телескопування проводиться клапаном *КП3*, а в приводах головної та допоміжної лебідок – клапаном *КП6*, вбудованим у напірні секції гідророзподільників *P9* та *P10*; контроль тиску – за манометрами *МН2* та *МН3*.

Клапан *КП7* служить для скидання пікових тисків робочої рідини. Розвантажувальні дроселі *ДР1* – *ДР4* запобігають мимовільному переміщенню штоків гідроциліндрів *Ц11*, *Ц12* і *Ц19* через перетікання робочої рідини в гідророзподільнику *P9*.

Привід давача зусиль обмежувача вантажопідйомності здійснено за допомогою гідроштовхача, поршнева порожнина якого повідомляється з поршневою порожниною гідроциліндра підйому стріли, штокова порожнина з'єднана зі штоковою порожниною того ж гідроциліндра. При спрацьовуванні приладів безпеки (обмежувача вантажопідйомності та висоти підйому крана) знеструмлюються електромагніти гідророзподільників *P5*, *P8* з електричним керуванням. При цьому забезпечується злив робочої рідини в гідробак *Б* і замикання гальм лебідок і механізму повороту.

Контроль засміченості фільтра Φ здійснюється за показаннями манометра МН4. Тиск не повинен перевищувати 0,35 МПа (3,5 кгс/см²), за винятком показань у моменти поєднання операцій опускання стріли з втягуванням секцій стріли. Контроль нагріву робочої рідини здійснюється за вказівником температури BT ; максимальна температура +750°C.

При вимиканні задньої підвіски та встановленні крана на виносні опори двопозиційний кран $P2$ повинен знаходитися у зображеному на $ПГС$ правому положенні, вентиль $BH2$ закритий.

Робоча рідина від насоса $HA1$ надходить у напірні магістралі гідророзподільників $P1$ та $P4$. При нейтральному положенні золотників робоча рідина направляється через фільтр Φ на злив у гідробак B . Для включення задньої підвіски шасі (блокування ресор) крайній правий золотник гідророзподільника $P1$ повинен бути встановлений в нижнє положення $ПГС$. При цьому робоча рідина від насоса через секції гідророзподільника $P1$, гідрозамки $ЗМ3$ і $ЗМ4$ надходить у поршневі порожнини гідроциліндрів $Ц9$ і $Ц10$. Вимикання задньої підвіски проводиться тим самим золотником, коли він встановлений у верхнє по $ПГС$ положення.

Для встановлення крана на виносні опори відповідні золотники гідророзподільників $P1$ і $P4$ управління гідроциліндрами $Ц1$ – $Ц4$ встановлюють в нижнє за $ПГС$ положення. Робоча рідина надходить у поршневі порожнини гідроциліндрів – відбувається висування опорних балок. Висунення штоків гідроциліндрів $Ц5$ – $Ц8$ забезпечується установкою відповідних золотників гідророзподільників $P1$, $P4$ в нижнє за $ПГС$ положення. Горизонтування крана на опорах виробляється рухами відповідних золотників, у яких робоча рідина від гідророзподільників надходить у поршневі чи штокові порожнини гідроциліндрів $Ц5$ – $Ц8$, забезпечуючи рух штоків у потрібному напрямі. При приведенні крана в транспортне положення золотники управління гідроциліндрами висування опорних балок і горизонтування повинні бути встановлені у верхнє по $ПГС$ положення, що відповідає втягування штоків гідроциліндрів опор і опорних

балок. Найбільший тиск у системі при блокуванні підвіски шасі та встановленні крана на виносні опори обмежується запобіжними клапанами *KП2* та *KП8*, налаштування яких проводиться при мінімальних оборотах двигуна, і не повинно перевищувати 14 МПа (140 кгс/см²). Телескопіювання секцій стріли виконується гідроциліндрами *Ц11* і *Ц12*. Роздільна висування і втягування секцій стріли в певній послідовності забезпечується застосуванням в гідропередачі клапанного блоку *БК* і розмикачів *Ц13*, *Ц14*, керованих гідророзподільником з електричним управлінням *Р6*. Для виконання операцій висування секцій стріли крайній ліворуч золотник гідророзподільника *Р9* повинен бути встановлений у нижнє за *ПГС* положення.

Робоча рідина від насоса *НА1* через з'єднання *СВ*, що обертається, гідророзподільник *Р9*, гальмівний клапан *КТ1*, гідрозамок *ЗМ8* надходить в поршневу порожнину гідроциліндра *Ц11* – відбувається висування другої секції, яка в кінці ходу автоматично фіксується з підставою стріли розмикачами *Ц1* тоді робоча рідина долає тиск настроювання клапанного блоку *БК* і через гідрозамок *ЗМ7* надходить у поршневу порожнину гідроциліндра *Ц12* – відбувається висування третьої секції стріли. Втягування секцій стріли відбувається у зворотній послідовності: втягується спочатку третя секція, потім друга. Для виконання операцій втягування секцій той же золотник гідророзподільника *Р9* повинен бути встановлений у верхнє за *ПГС* положення.

При цьому робоча рідина від гідророзподільника через штокову порожнину гідроциліндра *Ц11*, поршень якого нерухомий у зв'язку з зафіксованим положенням другої секції стріли, надходить у штокову порожнину гідроциліндра *Ц12* і одночасно в лінії управління гідрозамків *ЗМ7*, *ЗМ8* і гальмівного клапана *КТ1*, які відкриваються, пропускаючи робочу рідину з поршневої порожнини гідроциліндра *Ц12*, відбувається втягування третьої секції стріли.

Для втягування другої секції стріли примусово знеструмлюється гідророзподільник з електричним управлінням *P6* для відведення розмикачів *Ц13* і *Ц14* і розфіксації другої секції з основою стріли, і робоча рідина надходить у штокову порожнину гідроциліндра *Ц11*.

Управління гідромотором механізму обертання здійснюється переднім золотником гідророзподільника *P9*. Для обертання поворотної частини він встановлюється в залежності від напрямку руху у верхнє або нижнє по *ПГС* положення, і робоча рідина надходить до гідромотора *Д1*.

Одночасно робоча рідина подається до розмикача *Ц15* гальма, що розмикається, і вал гідромотора починає обертатися. Піковий тиск, що виникає при різкій зміні швидкості повороту і зупинці поворотної платформи, гаситься перезапускними клапанами *КП4* і *КП5*. Вентиль *ВН3* призначений для з'єднання напірної та зливної магістралей при наведенні платформи в транспортне положення та у разі відмови в роботі гідроприводу крана або двигуна шасі.

Підйом стріли здійснюється переведенням у верхнє *ПГС* положення крайнього праворуч золотника гідророзподільника *P9*. При цьому робоча рідина через зворотний клапан гальмівного клапана *КТ2* і гідрозамок *ЗМ9* надходить у поршневу порожнину гідроциліндра *Ц19* підйому стріли. Для опускання стріли золотник переводиться в нижнє положення, робоча рідина поступає в штокову порожнину гідроциліндра і одночасно – в лінію управління гальмівного клапана *КТ2*, гідрозамка *ЗМ9*, які відкриваються, пропускаючи робочу рідину з поршневої порожнини на злив і забезпечуючи стабільний режим швидкості опускання стріли.

Найбільший тиск у системі при телескопуванні секцій стріли, обертанні поворотної частини, підйомі (опусканні) стріли обмежується запобіжним клапаном *КП3*, налаштування якого не повинно перевищувати 17,5 МПа (175 кгс/см²).

Включення підйому (опускання) вантажу обох лебідках проводиться золотниками гідророзподільника *P10*. При підйомі вантажу головною

лебідкою лівий золотник гідророзподільника *P10* має бути встановлений у верхнє положення. Робоча рідина від насоса *HA2* через з'єднання *CB*, що обертається, гідророзподільювач *P10*, зворотний клапан гальмівного клапана *KT3* надходить в гідромотор *ДЗ* і одночасно в розмикачі *Ц16*, *Ц17* – гальмо розмикається, і вал гідромотора обертається.

Опускання вантажу відбувається при переведенні золотника гідророзподільника *P10* у нижнє положення. При цьому гідромотор *ДЗ* обертається у протилежний бік. Гальмівний клапан забезпечує стабільну швидкість опускання вантажу. Робота допоміжної лебідки аналогічна до описаної роботи головної лебідки. Регульований гідромотор *ДЗ* головної лебідки дозволяє прискорений политим (опускання) вантажу. Для зменшення кута нахилу блоку циліндрів гідромотора і виконання прискореного переміщення гака необхідно включити електричне управління гідророзподільника *P7*, що відповідає верхньому положенню, і плавно включити золотник гідророзподільника *P10* на виконання операції. При цьому робоча рідина від напірної магістралі через гідророзподільник *P7* надходить до золотника сервоуправління гідромотора, який з'єднує поршневу порожнину гідроциліндра управління гідромотором із напірною магістраллю. При висуванні поршня пов'язаний з ним блок циліндрів встановлюється на мінімальний кут нахилу, зменшуючи тим самим потрібний об'єм робочої рідини і збільшуючи частоту обертання вала гідромотора.

При вимкненому електромагніті гідророзподільника *P7* (нижнє положення) блок циліндрів гідромотора встановлюється на максимальний кут нахилу.

Найбільший тиск у системі при підйомі (опусканні) вантажу обмежується запобіжним клапаном *КП6*, налаштування якого не повинно перевищувати 17,5 МПа (175 кгс/см²). Вентилі *ВН4* і *ВН5* призначені для з'єднання напірної та зливної магістралей під час перевірки гальма вантажної лебідки та для опускання вантажу при виході з ладу приводу вантажної лебідки та двигуна шасі.

Двонасосна гідравлічна схема дозволяє проводити суміщення робочих операцій шляхом одночасного включення золотників гідророзподільників $P9$ і $P10$.

Розрахунок гідроциліндра підйому стріли

Вихідні дані.

Навантаження на штоку гідроциліндра $R=450\ 000$ Н.

Номінальний тиск насоса $P_H = 16$ МПа.

Хід поршня $l = 2,275$ м.

Розрахунок зводиться до визначення геометричних розмірів поршня та штока.

Навантаження на штоку [13, 14]:

$$R = P_H \cdot F_P \cdot \eta_{\text{Ц}}^{\text{Мех}}, \quad (3.39)$$

де F_P – площа поршня у робочій порожнині гідроциліндра;

$\eta_{\text{Ц}}^{\text{Мех}} = 0,9$ – механічний ККД гідроциліндра;

Маємо:

$$F_P = \frac{450000}{16000000 \cdot 0,9} = 0,03125 \text{ м}^2.$$

Діаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_P}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,03125}{3,14}} = 0,199 \text{ м.}$$

Діаметр штока:

$$d = 0,8D = 0,159 \text{ м.}$$

Стандартні значення діаметрів:

діаметр поршня – 200мм.

діаметр штока – 160мм.

Розрахунок тиску робочої рідини

Тиск для подолання корисного навантаження:

$$P_{\text{ц}}^{\text{п}} = \frac{R \times 10^{-6}}{F_p} = \frac{450000 \times 10^{-6}}{0,0314} = 14 \text{ МПа.}$$

Тиск для подолання втрат на тертя:

$$\Delta P_{\text{тп}} = \frac{T \times 10^{-6}}{F_p}, \quad (3.40)$$

де $T = \alpha \cdot R$ – сила тертя в гідроциліндрі (у припущенні гумові ущільнення);

$\alpha = 0,08$ – коефіцієнт пропорційності;

Підставимо:

$$\Delta P_{\text{тп}} = \frac{0,08 \cdot 450000 \cdot 10^{-6}}{0,0314} = 1,15 \text{ МПа.}$$

Сумарний тиск, підведений у робочу порожнину гідроциліндра:

$$P_{\text{ц}} = P_{\text{ц}}^{\text{п}} + \Delta P_{\text{тп}} + P_{\text{зл}} \quad (3.41)$$

$P_{\text{зл}} = 0$ – тиск зливу робочої рідини;

Отримаємо: $P_{\text{ц}} = 14 + 1,15 = 15,15 \text{ МПа.}$

Висновок: гідроциліндр разом із обраним раніше гідромотором 210.20 зможе забезпечити нормальний підйом стріли з вантажем.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення комерційного та технологічного аудиту є оцінка доцільності розробки вантажопідйомної установки автомобільного крана з покращеними техніко-економічними показниками.

Для проведення технологічного аудиту було залучено 3-х незалежних експертів Вінницького національного технічного університету кафедри галузевого машинобудування: к.т.н., доц. Слабкий А. В., к.т.н., доц. Бакалець Д. В., к.т.н., доц. Шенфельд В. Й.

Для проведення технологічного аудиту було використано таблицю 4.1 [17] в якій за п'ятибальною шкалою використовуючи 12 критеріїв здійснено оцінку комерційного потенціалу.

Таблиця 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено робоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів

Продовження табл. 4.1

5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Таблиця 4.2 – Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів СБ, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0-10	Низький
11-20	Нижче середнього
21-30	Середній
31-40	Вище середнього
41-48	Високий

В таблиці 4.3 наведено результати оцінювання експертами комерційного потенціалу розробки.

Таблиця 4.4 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	Бакалець Д. В.	Слабкий А. В.	Шенфельд В. Й.
	Бали, виставлені експертами		
1	2	4	3
2	3	3	4
3	4	4	2
4	3	3	3
5	2	2	4
6	3	4	3
7	4	3	4
8	3	3	3
9	3	4	3
10	3	3	4
11	4	3	3
12	2	4	3
Сума балів	СБ ₁ =34	СБ ₂ =40	СБ ₃ =38
Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$	$\overline{СБ} = \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{34 + 40 + 38}{3} = 37$		

Середньоарифметична оцінка, отримана на основі експертних висновків, становить 37 бали, і згідно з таблицею 4.3, це вказує на вище середнього рівень комерційного потенціалу результатів проведених досліджень.

Результатом магістерської роботи є збільшена вантажопід'ємності установки автомобільного крана з покращеними техніко-економічними показниками. Розробка, яка розробляється в магістерській роботі буде цікава підприємствам де виконується підйомно-транспортні операції

Проведемо оцінку якості і конкурентоспроможності нової розробки порівняно з аналогом.

В якості аналога для розробки було обрано кран КС4573. Основними недоліками аналога є менша вантажопід'ємність, менш потужний силовий агрегат. У розробці дана проблема вирішується використанням стандартизованих гідрофікованих елементів конструкції з більшими номінальним тиском та введенням нових технічних рішень.

В таблиці 4.5 наведені основні техніко-економічні показники аналога і нової розробки.

Проведемо оцінку якості продукції, яка є найефективнішим засобом забезпечення вимог споживачів та порівняємо її з аналогом.

Таблиця 4.5 – Основні параметри нової розробки та товару-конкурента

Показник	Варіанти		Відносний показник якості	Коефіцієнт вагомості параметра
	Базовий (товар-конкурент)	Новий (інноваційне рішення)		
1	2	3	4	5
Максимальний робочий тиск, МПа	16	20	1,25	30
Зусилля на штоці циліндра, кН	160	300	1,88	15
Напрацювання на відмову, год	4000	5000	1,25	30
Масо-габарити, кг	0,2	0,2	1	25

Визначимо відносні одиничні показники якості по кожному параметру за формулами (4.1) та (4.2) і занесемо їх у відповідну колонку табл. 4.6.

$$q_i = \frac{P_{Hi}}{P_{Bi}} \quad (4.1)$$

або

$$q_i = \frac{P_{Bi}}{P_{Hi}} \quad (4.2)$$

де P_{Hi} , P_{Bi} – числові значення i -го параметру відповідно нового і базового виробів.

$$q_1 = \frac{20}{16} = 1,25;$$

$$q_2 = \frac{300}{160} = 1,88;$$

$$q_3 = \frac{5000}{4000} = 1,25;$$

$$q_4 = \frac{0,2}{0,2} = 1.$$

Відносний рівень якості нової розробки визначаємо за формулою:

$$K_{\text{я.в.}} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \alpha_i, \quad (4.3)$$

$$K_{\text{я.в.}} = 1,25 \cdot 0,3 + 1,88 \cdot 0,15 + 1,25 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,25 = 1,28$$

Відносний коефіцієнт показника якості нової розробки більший одиниці, отже нова розробка якісніший базового товару-конкурента.

Наступним кроком є визначення конкурентоспроможності товару. Конкурентоспроможність товару є головною умовою конкурентоспроможності підприємства на ринку і важливою основою прибутковості його діяльності.

Однією із умов вибору товару споживачем є збіг основних ринкових характеристик виробу з умовними характеристиками конкретної потреби покупця. Такими характеристиками найчастіше вважають нормативні та технічні параметри, а також ціну придбання та вартість споживання товару.

В табл. 4.6 наведено технічні та економічні показники для розрахунку конкурентоспроможності нової розробки відносно товару-аналога, технічні дані взяті з попередніх розрахунків.

Таблиця 4.6 – Нормативні, технічні та економічні параметри нової розробки і товару-виробника

Показники	Варіанти	
	Базовий (товар- конкурент)	Новий (інноваційне рішення)
1	2	3
1. Нормативно-технічні показники		
Максимальний робочий тиск, МПа	16	20
Зусилля на штоці циліндра, кН	160	300
Напрацювання на відмову, год	4000	5000
Масо-габарити, кг	0,2	0,2
2. Економічні показники		
Ціна придбання, грн.	995000	980000

Загальний показник конкурентоспроможності інноваційного рішення (К) з урахуванням вищезазначених груп показників можна визначити за формулою:

$$K = \frac{I_{m.n.}}{I_{e.n.}}, \quad (4.4)$$

де $I_{m.n.}$ – індекс технічних параметрів; $I_{e.n.}$ – індекс економічних параметрів.

Індекс технічних параметрів є відносним рівнем якості інноваційного рішення. Індекс економічних параметрів визначається за формулою (4.5)

$$I_{e.n.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{Hei}}{\sum_{i=1}^n P_{Bei}}, \quad (4.5)$$

де P_{Hei} , P_{Bei} – економічні параметри (ціна придбання та споживання товару) відповідно нового та базового товарів.

$$I_{e.п.} = \frac{980000}{985000} = 0,99;$$

$$K = \frac{1,28}{0,99} = 1,29.$$

Зважаючи на розрахунки, можна зробити висновок, що нова розробка буде конкурентоспроможніше, ніж конкурентний товар.

4.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи групуються за такими статтями: витрати на оплату праці, витрати на соціальні заходи, матеріали, паливо та енергія для науково-виробничих цілей, витрати на службові відрядження, програмне забезпечення для наукових робіт, інші витрати, накладні витрати.

1. Основна заробітна плата кожного із дослідників Z_0 , якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери визначається за формулою:

$$Z_0 = \frac{M}{T_p} * t \text{ (грн)} \quad (4.6)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника (інженера, дослідника, науковця тощо), грн.;

T_p – число робочих днів в місяці; приблизно $T_p \approx 21...23$ дні;

t – число робочих днів роботи дослідника.

Для розробки вантажопідйомної установки автомобільного крана необхідно залучити інженера з посадовим окладом 10000 грн. Кількість робочих днів у місяці складає 21, а кількість робочих днів інженера складає 30. Зведемо сумарні розрахунки до таблиця 4.7.

Таблиця 4.7 – Заробітна плата дослідника в науковій установі бюджетної сфери

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату грн.
Керівник	16500	750,0	5	3750
Інженер	10000	454,5	30	13636
Всього				17386

2. Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт розраховують за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (4.7)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i – час роботи робітника на виконання певної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (4.8)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи або мінімальної місячної заробітної плати (залежно від діючого законодавства), грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду;

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середня кількість робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21...23$ дні;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Таблиця 4.8 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника, грн
Заготівельні	2	2	41,9	83,8
Механічні	3	3	51,4	154,2
Складальні	1	4	57,1	57,1
Налагоджувальні	2	4	57,1	114,2
Всього				409,2

3. Розрахунок додаткової заробітної плати робітників

Додаткова заробітна плата Z_d всіх розробників та робітників, які приймали участь в розробці нового технічного рішення розраховується як 10 - 12 % від основної заробітної плати робітників.

На даному підприємстві додаткова заробітна плата начисляється в розмірі 11% від основної заробітної плати.

$$Z_d = (Z_o + Z_p) * \frac{N_{дод}}{100\%} \quad (4.9)$$

$$Z_d = 0,11 * (17386 + 409,2) = 1957,52 \text{ (грн)}$$

4. Нарахування на заробітну плату $N_{зп}$ дослідників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховуються за формулою (4.10):

$$N_{зп} = (Z_o + Z_p + Z_d) * \frac{\beta}{100} \text{ (грн)} \quad (4.10)$$

де Z_0 – основна заробітна плата розробників, грн.;

Z_d – додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, грн.;

Z_p – основну заробітну плату робітників, грн.;

β – ставка єдиного внеску на загальнообов’язкове державне соціальне страхування, % .

Дана діяльність відноситься до бюджетної сфери, тому ставка єдиного внеску на загальнообов’язкове державне соціальне страхування буде складати 22%, тоді:

$$H_{зп} = (17386 + 409,2 + 1957,52) * \frac{22}{100} = 4345,68 \text{ (грн)}$$

5. Сировина та матеріали.

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби й предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень за прямим призначенням згідно з нормами їх витрачання, а також витрачені придбані напівфабрикати, що підлягають монтажу або виготовленню й додатковій обробці в цій організації, чи дослідні зразки, що виготовляються виробниками за документацією наукової організації.

Витрати на матеріали (М) у вартісному вираженні розраховуються окремо для кожного виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{i=1}^n V_j \cdot C_{vj}, \quad (4.11)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j-го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j-го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

V_j – маса відходів j-го найменування, кг;

Цв_j – вартість відходів j-го найменування, грн/кг.

Проведені розрахунки зведені в таблицю 4.9.

Таблиця 4.9 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Сталь 45	45,4	50	2270
Метизи	600	1	600
Всього			2870
З врахуванням коефіцієнта транспортування			3157

6. Витрати комплектуючі К, що були використані під час виконання даного етапу роботи, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$K = \sum_{i=1}^n N_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.12)$$

де N_i – кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

C_i – покупна ціна комплектуючих i -го найменування, грн.;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат (1,1...1,15).

Таблиця 4.10 – Комплектуючі, щовикористані на розробку

Найменування	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Двигун МТН411-8	46100	1	46100
Гідронасос 310.112.03.06	13700	1	13700
З врахуванням коефіцієнта транспортування			65780,00

7. Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень, які використовувались під час виконання даного етапу роботи

Дані відрахування розраховують по кожному виду обладнання, приміщенням тощо.

$$A = \frac{Ц \cdot T}{T_{кор} \cdot 12} \text{ [грн]}, \quad (4.13)$$

де Ц – балансова вартість даного виду обладнання (приміщень), грн.;

$T_{кор}$ – час користування;

T – термін використання обладнання (приміщень), цілі місяці.

Згідно пункту 137.3.3 Податкового кодекса амортизація нараховується на основні засоби вартістю понад 2500 грн. В нашому випадку для написання магістерської роботи використовувався персональний комп'ютер вартістю 50000 грн.

$$A = \frac{50000 \cdot 1}{2 \cdot 12} = 2083,33$$

8. Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховують за формулою:

$$B_{npg} = \sum_{i=1}^k Ц_{inpg} \cdot C_{npg.i} \cdot K_i, \quad (4.14)$$

де $Ц_{inpg}$ – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{npg.i}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1,10 \dots 1,12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

$$V_{\text{прг}} = 2000 \cdot 1,1 \cdot 1 = 2200 \text{ грн.}$$

До статті «Паливо та енергія для науково-виробничих цілей» відносяться витрати на всі види палива й енергії, що безпосередньо використовуються з технологічною метою на проведення досліджень.

$$V_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yt} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{\text{впі}}}{\eta_i} \quad (4.15)$$

де W_{yt} – встановлена потужність обладнання на певному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн;

$K_{\text{впі}}$ – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{\text{впі}} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

Для написання магістерської роботи використовується персональний комп'ютер для якого розрахуємо витрати на електроенергію.

$$V_e = \frac{0,25 \cdot 240 \cdot 7,5 \cdot 0,5}{0,8} = 281,25$$

9. Службові відрядження.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуються як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$V_{\text{св}} = (Z_o + Z_p) * \frac{H_{\text{св}}}{100\%}, \quad (4.16)$$

де $H_{\text{св}}$ – норма нарахування за статтею «Службові відрядження».

$$V_{\text{св}} = 0,2 * (17386 + 409,2) = 3559,12$$

10. Накладні (загальновиробничі) витрати $V_{\text{нзв}}$ охоплюють: витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо. Накладні (загальновиробничі) витрати $V_{\text{нзв}}$ можна прийняти як $(100\dots150)\%$ від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які виконували дану МКНР, тобто:

$$V_{\text{нзв}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{нзв}}}{100\%}, \quad (4.17)$$

де $H_{\text{нзв}}$ – норма нарахування за статтею «Інші витрати».

$$V_{\text{нзв}} = (17386 + 409,2) \cdot \frac{200}{100\%} = 35591,19 \text{ грн}$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає витрати, які безпосередньо стосуються даного розділу МКНР

$$V = 17386 + 409,2 + 1957,52 + 4345,68 + 3157 + 65780 + 2083,33 + 2200 + 281,25 + \\ + 3559,12 + 35591,19 = 136750,69 \text{ грн}$$

Прогнозування загальних втрат ZB на виконання та впровадження результатів виконаної МКНР здійснюється за формулою:

$$ZB = \frac{V}{\eta}, \quad (4.18)$$

де η – коефіцієнт, який характеризує стадію виконання даної НДР.

Оскільки, робота знаходиться на стадії науково-дослідних робіт, то коефіцієнт $\beta = 0,3$.

Звідси:

$$ZB = \frac{136750,69}{0,3} = 455835,64 \text{ грн.}$$

4.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки

У даному підрозділі кількісно спрогнозуємо, яку вигоду, зиск можна отримати у майбутньому від впровадження результатів виконаної наукової роботи. Розрахуємо збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$, для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, за формулою

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta\Pi_o \cdot N + \Pi_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right) \quad (4.19)$$

де $\Delta\Pi_o$ – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році.

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки:

Π_o – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки:

λ – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. Ставка податку на додану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$.

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. $\rho = 0,25$;

x – ставка податку на прибуток. У 2023 році – 18%.

Припустимо, що при впровадженні результатів наукової розробки покращується вантажопідйомність установки автомобільного крана. Припустимо, що ціна від зросте на 2000 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року на 40 шт., протягом другого року – на 20 шт., протягом третього року на 10 шт. Реалізація

продукції до впровадження розробки складала 1 шт., а її ціна до 980000 грн. Розрахуємо прибуток, яке отримає підприємство протягом трьох років.

$$\begin{aligned}\Delta\Pi_1 &= [2000 \cdot 1 + (980000 + 2000) \cdot 40] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) \\ &= 6710406,6 \text{ грн.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\Pi_2 &= [2000 \cdot 1 + (980000 + 2000) \cdot (40 + 20)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) \\ &= 10067097 \text{ грн.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\Pi_3 &= [2000 \cdot 1 + (980000 + 2000) \cdot (40 + 20 + 10)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \\ &\cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 11744614 \text{ грн.}\end{aligned}$$

4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Розрахуємо основні показники, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

Розрахуємо величину початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки.

$$PV = k_{\text{інв}} \cdot 3B, \quad (4.20)$$

$k_{\text{інв}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію. Це можуть бути витрати на підготовку приміщень, розробку технологій, навчання персоналу, маркетингові заходи тощо ($k_{\text{інв}} = 2 \dots 5$).

$$PV = 3 \cdot 455835,64 = 1367506,93$$

Розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій E_{abc} згідно наступної формули:

$$E_{abc} = (ППП - PV) \quad (4.21)$$

де ПП – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство від реалізації результатів наукової розробки, грн.;

$$ППП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (4.22)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДЦКР, грн.;

T – період часу, протягом якою виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,2;

t – період часу (в роках).

$$ППП = \frac{6710406,6}{(1 + 0,2)^1} + \frac{10067097}{(1 + 0,2)^2} + \frac{11744614}{(1 + 0,2)^3} = 19411309,05 \text{ грн.}$$

$$E_{abc} = (19411309,05 - 1367506,93) = 18043802,12 \text{ грн.}$$

Оскільки $E_{abc} > 0$ то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_6 . Для цього користуються формулою:

$$E_6 = \sqrt[T_{\text{жс}}]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (4.23)$$

$T_{жс}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_B = \sqrt[3]{1 + \frac{18043802,12}{1367506,93}} - 1 = 2,44 = 244\%$$

Визначимо мінімальну ставку дисконтування, яка у загальному вигляді визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (4.24)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2022 році в Україні $d = (0,14 \dots 0,2)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = (0,05 \dots 0,1)$.

$$\tau_{\min} = 0,18 + 0,05 = 0,23$$

Так як $E_e > \tau_{\min}$ то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки.

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_e} \quad (4.25)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{2,44} = 0,4 \text{ роки}$$

Так як $T_{ок} \leq 3 \dots 5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним.

Висновки до економічного розділу

Результати здійсненого технологічного аудиту вказують на вище середнього рівень комерційного потенціалу вантажопідйомної установки автомобільного крана. У порівнянні з аналогічним виробом виявлено, що

нова розробка вищої якості і більш конкурентоспроможна, як з технічних, так і економічних позначень.

Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи по кожній з статей витрат складе 136759,69 грн. Загальна ж величина витрат на виконання та впровадження результатів даної НДР буде складати 455835,64 грн.

Вкладені інвестиції в даний проект окупляться через 3 місяці при прогнозованому прибутку 19411309,05 грн. за три роки.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Під час розробки вантажопідіймною установки автомобільного крана на працівника, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [18]: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена та понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму; підвищений рівень статичної електрики; підвищена напруженість електричного поля; недостатня освітленість повітря робочої зони; фізичні перевантаження (статичні); нервово - психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів).

Відповідно до визначених факторів формуємо рекомендації щодо покращення умов праці на робочому місці.

5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

Під час розробки вантажопідіймною установки автомобільного крана необхідно врахувати вимоги безпеки.

Виконання робіт вантажопідіймальними кранами та машинами. Вантажопідіймальні крани та машини можуть бути допущені до підймання та переміщення тільки тих вантажів, маса яких не перевищує їх вантажопідіймальність. Використання вантажопідіймальних кранів та машин у більш тяжкому режимі, ніж зазначений у журналі нагляду (паспорті), не дозволяється. Вантажопідіймальні крани та машини, вантажозахоплювальним органом яких є грейфер, допускаються до роботи тільки після зважування вантажу під час пробного зачерпування, яке проводиться з горизонтальної поверхні свіжонасипаного вантажу в присутності працівника, відповідального за безпечне проведення робіт вантажопідіймальними кранами та машинами. Підтвердження вантажопідіймальності грейфера оформлюється протоколом, що зберігається разом із журналом нагляду (паспортом) крана. Не дозволяється використання

вантажопідіймальних кранів і машин, механізм підймання яких обладнаний фрикційними або кулачковими муфтами вмикання, для підймання та переміщення працівників, розплавленого металу, отруйних і вибухових речовин, посудин, що знаходяться під тиском повітря або газу. Дозволяється переміщення вантажів над перекриттями, під якими розташовані виробничі, житлові або службові приміщення, де перебувають люди, після розроблення та здійснення заходів, що забезпечують умови для безпечного виконання робіт та у присутності працівника, відповідального за безпечне проведення робіт вантажопідіймальними кранами. Підймання та переміщення вантажів кількома вантажопідіймальними кранами дозволяється в окремих випадках. Роботи проводяться відповідно до ПВР або технологічної карти на виконання робіт, у яких мають бути наведені графічні зображення (схеми) стропування та переміщення вантажу із вжиттям заходів щодо забезпечення чіткої координації роботи машиністів, послідовності виконання операцій, положення вантажних канатів, а також містяться вимоги до підготовки і стану кранової колії та інші вказівки з безпечного підймання та переміщення вантажу. До роботи не допускаються вантажопідіймальні крани та машини, що не пройшли технічного огляду чи експертного обстеження та не мають позитивних результатів проведеного технічного огляду чи експертного обстеження, а знімні вантажозахоплювальні пристрої і тара - періодичного огляду. Забраковані знімні вантажозахоплювальні пристрої та тара, а також ті, що не мають бирок (клейм), не повинні знаходитися в місцях виконання робіт. Під час керування вантажопідіймальним краном або машиною з підлоги має бути забезпечений вільний прохід для працівника, який керує ними, та виділяється зона безпечного обслуговування вантажу, що переміщується.

Проведення будь-яких робіт (монтажних, обслуговування світильників тощо) з галереї та площадок мостового крана дозволяється за умови забезпечення безпечного виконання таких робіт (застосування заходів щодо унеможливлення падіння працівників з крана, ураження їх струмом,

виходу на кранові колії, установлення порядку пересування крана тощо) з урахуванням вимог. Використання крана за призначенням (підймання та переміщення вантажів) під час виконання таких робіт не дозволяється. Мають бути розроблені способи безпечного стропування, обв'язування вантажів, а також способи безпечного кантування вантажів, якщо така операція проводиться за допомогою вантажопідіймальних кранів та машин, із зазначенням пристроїв, що застосовуються, а стропальники ознайомлені з цими способами. Графічні зображення (схеми) стропування типових вантажів та обв'язування вантажів видаються на руки стропальникам і машиністам кранів і вивішуються в місцях проведення робіт.

Організація безпечного проведення робіт вантажопідіймальними кранами має здійснюватися відповідно до попередньо розроблених і затверджених суб'єктом господарювання ПВР або технологічних карт на виконання цих робіт, технологічних карт складування вантажів, навантажування та розвантажування рухомого складу (автомобільного, залізничного), з якими ознайомлені (під підпис) працівник, відповідальний за безпечне проведення робіт вантажопідіймальними кранами, машиністи. На майданчиках для укладання вантажів має бути виділене місце, обладнане необхідними пристроями (касетами, пірамідами, стелажам, драбинами, підкладками, підставками тощо). У кабіні та на місці виконання робіт має бути перелік вантажів, що переміщуються вантажопідіймальними кранами та машинами, із зазначенням їх маси. Машиністам кранів і стропальникам, що обслуговують стрілові крани, такий перелік видається на руки під підпис. Також у кабіні стрілового самохідного крана мають бути таблиця допустимих відстаней від основи укусу котловану (канави) до найближчих опор крана і таблиця допустимих відстаней до струмопровідних частин ВРУ та ПЛ, що перебувають під напругою. Має бути забезпечена постійна можливість періодичного випробування точно виваженим вантажем обмежника вантажопідіймальності баштових кранів і стрілових самохідних кранів у баштово-стріловому виконанні. Випробування обмежника

вантажопідіймальності відбувається в строки, зазначені в настанові з експлуатації вантажопідіймального крана, з відміткою про це у вахтовому журналі машиніста. У разі відсутності вказівок у настанові з експлуатації про періодичність перевірки обмежника строки перевірки встановлюються суб'єктом господарювання, але не рідше одного разу на добу. Дверці захисної панелі баштового крана мають бути запломбовані або замкнуті на замок, а також має бути запломбований релейний блок обмежника вантажопідіймальності стрілових самохідних і баштових кранів. Під час роботи вантажопідіймального крана чи машини має бути встановлений порядок обміну умовними сигналами між стропальниками та машиністами кранів. Якщо зона, що обслуговується вантажопідіймальним краном чи машиною, повністю не має огляду з кабіни, а між машиністом і стропальником відсутній радіо- або телефонний зв'язок, для передавання сигналів машиністу крана повинен бути призначений працівником, відповідальним за безпечне проведення робіт, сигнальник з числа стропальників. У разі обслуговування одного крана двома або більше сигнальниками один із них призначається старшим.

Виконання робіт із застосуванням лебідок і талів необхідно здійснювати за умов:

надійного закріплення лебідок, талів до несучих конструкцій на робочому місці;

справності гальм;

справності електроприводу;

наявності огороження привода;

надійного закріплення каната на барабані та правильного його навівання (без появи петель, послаблення каната тощо);

уможливлення огляду зони роботи і візуального нагляду за переміщенням вантажу.

Керування лебідкою вручну необхідно здійснювати із застосуванням засобів індивідуального захисту.

Ремонтувати або підтягувати послаблені з'єднання дозволяється після виведення лебідки з роботи.

Не дозволяється експлуатація лебідок і талів з пошкодженнями, що можуть створити небезпеку для працівників та оточуючих:

- тріщини та відбиття країв реборд у чавунних барабанах;
- тріщини або злом зубців у шестернях;
- спрацювання зубців у шестернях лебідок більше величин, зазначених у експлуатаційних документах їх виробників;
- деформація корпусу лебідок і талів;
- несправність запобіжних пристроїв;
- спрацювання деталей тягових механізмів;
- тріщини або відбиті краї кілець підшипників;
- перевищення зазору поміж віссю та втулкою більше, ніж передбачено експлуатаційними документами;
- спрацювання гальмівних накладок гальм за товщиною понад 50 %;
- раковини або тріщини на осях і валах;
- пошкодження (розбитість) шпоночних канавок;
- злом зубців або тріщини храповика;
- вищербини на упорній частині собачок храповика;
- злом пальців муфти;
- спрацювання більше ніж 25 % первинної товщини гальмівного шківів.

Металеві частини талів і лебідок з електричним приводом необхідно заземлювати. Для талів і лебідок з ручним приводом, у тому числі монтажно-тягових механізмів, заземлення металевих частин необхідно виконувати у разі проведення робіт на повітряних лініях електропередачі, що перебувають під напругою.

У разі виявлення дефектів в електроприводі (сильне нагрівання електродвигуна, котушок електромагніту, резисторів, підшипників; сильне іскріння щіток електродвигуна чи поява диму, запаху гару; відчутність дії струму у разі дотику до деталей лебідки тощо) необхідно негайно припинити

роботу і від'єднати електродвигуни лебідки від мережі живлення. Не дозволяється під час виконання робіт із застосуванням лебідок з ручним важільним приводом, у тому числі монтажно-тягових механізмів:

Під час роботи вантажопідіймального крана і машини не дозволяється:

- 1) вхід на вантажопідіймальний кран під час його руху;
- 2) перебування біля стрілового або баштового крана, що працює, для запобігання затискуванню між поворотною та неповоротною частинами крана;
- 3) підіймання вантажу, що знаходиться в нестійкому положенні, або вантажу, підвішеного за один ріг дворогого гака;
- 4) підіймання та переміщення вантажу з людьми, що перебувають на ньому. Підіймання працівників вантажопідіймальними кранами для виконання робіт дозволяється за умови використання для цього спеціальних колисок;
- 5) підіймання вантажу, засипаного землею або примерзлого до землі, заваленого іншими вантажами, закріпленого болтами або залитого бетоном, а також металу та шлаку, який захолює у печі або приварився після зливання;
- 6) підтягування кранами вантажів під час їх підіймання та опускання, підтягування вантажу землею, підлогою чи рейками гаком крана за похилого положення вантажних канатів, а також переміщення залізничних вагонів, платформ, вагонеток або візків гаком без застосування напрямних блоків, які забезпечують вертикальне положення вантажних канатів;
- 7) звільнення за допомогою вантажопідіймальних кранів та машин затиснених вантажів, стропів, канатів або ланцюгів;
- 8) відтягування вантажу під час підіймання, переміщення та опускання. Для розвороту довгомірних і великогабаритних вантажів під час їх підіймання, переміщення та опускання застосовуються довгомірні гаки або відтяжки;

9) вирівнювання вантажу, що підіймається, переміщується та опускається власною масою тіла працівника, а також поправлення стропів з підвішеним вантажем;

10) подавання вантажу у віконні прорізи та на балкони без спеціальних приймальних площадок або спеціальних пристроїв;

11) використання кінцевих вимикачів як робочих органів для автоматичної зупинки механізмів, за винятком випадку, коли мостовий кран підходить до посадкової площадки, влаштованої в торці споруди;

12) робота з виведеними з ладу або несправними приладами і пристроями безпеки та гальмами, наявними тріщинами несучих металоконструкції та огорожі, ослабленими стиками металоконструкцій або деталей механізмів, недопустимим спрацюванням гаків, канатів, ланцюгів, несправними механізмами та крановою колією;

13) увімкнення механізмів вантажопідіймального крана під час перебування працівників на крані поза його кабіною (галереї, машинному приміщенні, стрілі, противазі тощо). Дозволяється перебувати працівникам, що здійснюють огляд і регулювання механізмів та електрообладнання. У цьому разі вмикання механізмів проводиться за сигналом працівника, який здійснює огляд;

14) виконувати одночасно піднімання або опускання двох вантажів, розташованих близько один від одного. [24]

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [21] мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури,

відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Мікроклімат виробничих приміщень нормується в залежності від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і періоду року. Категорія виконуваних робіт під час розробки - 1а [22] (табл.5.2.1).

Таблиця 5.2.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Параметр мікроклімату	Величина
Холодний	Температура повітря в приміщенні	21 ... 25 ° С
	Відносна вологість	40 ... 60%
	Швидкість руху повітря	до 0,1 м / с
Теплий	Температура повітря в приміщенні	22 ... 28 ° С
	Відносна вологість	40 ... 60%
	Швидкість руху повітря	0,1 ... 0,2 м / с

Для підтримання у виробничих приміщеннях метеорологічних умов, які задовольняють нормативні вимоги використовують систему вентиляції. Приміщення обладнано системою загально обмінної припливно-витяжної вентиляції. На кожен вентиляційну установку складений паспорт з технічною характеристикою та схемою установки.

Крім того, для підтримання температури в холодний період року використовують загальну систему опалення.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Важливе значення для нормальної життєдіяльності людини має чисте повітря певного хімічного складу: кисень 20,95%, азот 78,08%, інертні гази

0,97% (по об'єму). Але повітря такого складу не завжди є у виробничих приміщеннях, так як значна частина технологічних процесів супроводжується виділенням шкідливих речовин у вигляді газу, пари, пилу та аерозолів.

ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 5.2.2.

Таблиця 5.2.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Оксид азоту	0,085	0,085	2
Вуглекислий газ	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1

5.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення на робочому місці розробника вантажопідійомної установки автомобільного крана є бічне одностороннє.

Сучасні норми визначають, що мінімальна освітленість встановлюється за характеристикою зорової роботи з найменшим розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта із фоном і характеристикою фону.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні (характеристика зорової роботи – дуже високої точності) зазначені у таблиці 5.2.4:

Таблиця 5.2.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнювання	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення	Природне освітлення	Сумісне освітлення			
								Компоноване	Загальне	Верхнє	Бокове
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3	II	г	великий	світлий	100	300	7	2,5	4,2	1,5

Для максимального використання природного освітлення в приміщенні слід систематично очищувати вікна від пилу та встановити жалюзі. Віконні прорізи не затемнюються іншими будівлями.

Як джерела світла для штучного освітлення в приміщенні застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ. Допускається застосування ламп розжарювання у світильниках місцевого освітлення

5.2.4 Виробничий шум

Джерелами шуму під час виконання робіт є обладнання, машини, механізми – механічний шум. Шум – це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів і негативно впливають на людину.

Постійна дія сильного шуму може не лише негативно вплинути на слух, але й викликати інші шкідливі наслідки - дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми, зниження працездатності.

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є ДСН 3.3.6.037-99 [18].

Таблиця 2.5 - Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для зменшення рівня шуму до допустимого в цеху двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

5.2.5. Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори небезпеки – чинники, обумовлені особливостями фізіології та психології людини, що можуть завдати їй шкоди за певних обставин.

Небезпечні та шкідливі психофізіологічні виробничі чинники залежно від характеру дії поділяють на такі групи:

- фізичні перевантаження (статичні, динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (розумові перевантаження, перевантаження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження)

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [8].

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

Зміст роботи – рішення складних завдань з вибором за алгоритмом;

Сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій;

Розподіл функцій за ступенем складності завдання - обробка, контроль, перевірка завдання.

Сенсорні навантаження:

Зосередження (%за зміну) – до 50%;

Щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

Навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

Навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25%.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці:

Тривалість робочого дня – більше 8 год;

Змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

ВИСНОВКИ

За результатами огляду інформаційних ресурсів встановлено, що в Україні відсутні виробництва з розробки та виготовлення вітчизняних зразків підйомних установок вантажопідйомністю 16 т. На сьогоднішній час існують автомобільні кранові установки вантажопідйомністю 25, 32 і 40 т, тому розроблена шістнадцятитонна вантажопідйомна установка автомобільного крана на базі українського шасі КрАЗ 6511Н4 має стратегічне значення. Адже розробка вантажно-підйомної установки для автомобільного крана має значний потенціал покращення різноманітних аспектів вантажопідйомної техніки:

- розроблена вантажно-підйомної установки може покращити продуктивність та ефективність автомобільних кранів. Це дозволить оптимізувати процес підйому і переміщення вантажу, що в свою чергу зменшить час виконання завдань і підвищить загальну продуктивність.

- нова вантажопідйомна установка може сприяти підвищенню рівня безпеки при роботі з краном. Забезпечення стабільності під час підняття вантажу та надійної фіксації зменшить ризики аварій та травматизму;

- розроблена установка може бути спрямована на створення більш універсальних та адаптивних систем, які можуть використовуватися для різноманітних видів вантажів та у різних умовах роботи;

- раціоналізація вантажопідйомних процесів завдяки новій установці може призвести до зменшення витрат на обслуговування, ремонт та підвищення загальної ефективності використання крана.

У цілому, розробка вантажно-підйомної установки для автомобільного крана може мати значний практичний інтерес, спрямований на покращення різних аспектів його функціонування, забезпечуючи більш безпечну, продуктивну та ефективну роботу.

Конструкція вантажопідйомної установки автомобільного крана виконана на базі стандартизованих елементів, що пришвидшить її

впровадження у виробництво. Використання гідравлічного приводу дозволяє в подальшому без складнощів підвищити ефективність та ергономіку використання кранової установки завдяки використанню електронно-програмного устаткування.

Результати проектних та перевірочних конструкторських розрахунків свідчать про високі запаси міцності елементів конструкції.

Результати здійсненого технологічного аудиту вказують на вище середнього рівень комерційного потенціалу вантажопідйомної установки автомобільного крана. У порівнянні з аналогічним виробом виявлено, що нова розробка вищої якості і більш конкурентоспроможна, як з технічних, так і економічних позначень.

Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи по кожній з статей витрат складе 136759,69 грн. Загальна ж величина витрат на виконання та впровадження результатів даної НДР буде складати 455835,64 грн.

Вкладені інвестиції в даний проект окупляться через 3 місяці при прогнозованому прибутку 19411309,05 грн. за три роки.

Проведено докладний аналіз впливу різних промислово-екологічних факторів на кранівника та запропоновано способи зниження негативних впливів цих факторів.

ДОДАТОК А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

д. т. н., професор Леонід ПОЛІЩУК,

(підпис)

« ____ » _____ 2023

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

На розробку вантажопідйомної установки автомобільного крана

Розробив студент

Спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

Дмитро КАТЕРИНЧУК

« ____ » _____ 2023

Керівник: к.т.н., доцент

Андрій СЛАБКИЙ

1 Найменування і область застосування

Найменування – вантажопідйомна установка автомобільного крана

2 Підстава для виконання роботи

Підставою для розробки даного дипломного проекту є індивідуальне завдання на магістерську кваліфікаційну роботу та наказ ректора по ВНТУ про закріплення тем.

3 Мета і призначення дослідження

Мета розробка вантажопідйомної установки автомобільного крана, з покращеними техніко-економічними показниками.

Призначення розробки – переміщення різнотипних вантажів.

4 Джерела розробки

Список використаних джерел розробки

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

4.2 Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник / В. С. Бондарев, О. І. Дубинець, М. П. Колісник та ін. – К.: Вища шк., 2009.– 734 с.: іл.

4.3 Будівельні крани (конструкції, технічні характеристики, вибір та експлуатація): навч. посіб. / Л. А. Хмара, М. П. Колісник, А. Ф. Шевченко [та ін.]. Дніпропетровськ: ІМА-прес, 2015. – 356 с.

4.4 Машини і обладнання промисловості виробництва будівельних матеріалів, виробів і конструкцій. Атлас конструкцій / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, В. Г. Нікітін [та ін.]; за заг. ред. Л. А. Хмари. – Київ; Дніпропетровськ: НТУ, 2015. – 324 с.

4.5 Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини. К.: Вища школа, 2008. 413 с.

5 Вихідні дані для розробки:

1	Вантажопід'ємність, т	
	на виносних опорах.....	16
	без виносних опор.....	3
	під час переміщення з вантажем на гаку.....	3
2	Висота підйому гаку, м	21,7
3	Виліт, м	18,5
4	Максимальна швидкість підйому-опускання гаку без вантажу, м/сек	0,14
5	Частота обертання поворотної частини, об/хв	1,75
6	Швидкість переміщення крана, км/год:	
	транспортна.....	80
	робоча з вантажем на гаку.....	5
7	Повна маса крана не більше, кг	25000

5.1 Технічні вимоги

- регулювання органів управління – безступінчасте;
- вимоги монтажною придатності до продукції – поставка в зібраному вигляді;
- маса продукції – до 15000кг;
- захист від вологи, шкідливих випаровувань та корозії, здійснюється за рахунок герметичності та покриттів;
- складові частини конструкції вантажопідйомної установки автомобільного крана взаємозамінні;
- деталі, вузли вантажопідйомної установки автомобільного крана, повинні виготовлятися з матеріалів стійких до дії миючих засобів, мастила, цементу;
- система керування – логістичний контролер чи механічна система.

5.2 Вимоги до надійності:

довговічність – не менше 10 тис. год; безвідмовність – напрацювання на відмову – 1 тис. год; збереженість – повинна забезпечуватися працездатність вантажопідйомної установки автомобільного крана в режимі очікування, роботи, консервації; ремонтпридатність – компоновочне рішення повинно бути таким, що забезпечує легкодоступність до деталей, які вірогідно можуть мати найменший термін служби та відносно простий їх ремонт.

5.3 Вимоги до технологічності розробки, виробництва і експлуатації – конструкція вантажопідйомної установки автомобільного крана повинна бути такою, щоб забезпечувати їх виготовлення без застосування спеціального обладнання і устаткування.

5.4 Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації, вимоги до використання стандартних, уніфікованих і запозичених складальних одиниць і деталей при розробці, показники рівня уніфікації – по можливості під час розробки вантажопідйомної установки автомобільного крана використовувати уніфіковані деталі і стандартні вироби.

5.5 Вимоги безпеки життєдіяльності – забезпечується безпека під час монтажу, і ремонті. Допустимі рівні вібраційних і шумових навантажень, допустимі випаровування робочої рідини у відповідності з санітарними нормами. Повинні бути розроблені заходи, що забезпечують технічну безпеку під час монтажу, експлуатації і ремонті пристрою.

5.6 Конструкція повинна відповідати естетичним і ергономічним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні та управлінні.

5.7 Матеріали, що використовуються для деталей слід вибирати відповідно до рекомендацій.

5.8 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговуванню і ремонту:

– умови експлуатації, при яких повинно забезпечуватися використання продукції з заданими технічними показниками – продукція призначена для використання у середньоширотних кліматичних умовах;

- час підготовки продукції до використання після транспортування і зберігання – 10 год;
- вид обслуговування періодичний;
- періодичність і орієнтовна трудомісткість технічного обслуговування і ремонту – 2 дні (один раз в три місяці);

5.9 Вимоги по транспортуванню і збереженню

- можливість транспортування на будь – якому виді транспортних засобів
- захист від ударів під час завантаження і розвантаження
- зберігання на складі готової продукції
- зберігання у законсервованому вигляді
- складування на стелажах.

6 Економічні показники:

- орієнтований термін окупності витрат на розробку – 1,5 роки,
- освоєння виробництва продукції,
- економічна перевага розробленої продукції у порівнянні з кращими зразками.

7 Виконавці НДР: студент спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» Дмитро КАТЕРИНЧУК

8 Етапи НДР і терміни їх виконання:

- теоретичне дослідження проблематики теми МКР;
- патентно-інформаційний огляд по темі МКР
- розробка нової конструкції вантажопідйомної установки автомобільного крана на вітчизняному шасі;
- проектні та перевірочні розрахунки елементів обладнання;
- техніко-економічне обґрунтування МКР;
- охорона праці;

- висновки.
- оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів для захисту МКР.

9 Порядок контролю і прийомки

- попередній захист проекту
- захист проекту перед МКР

Додаток Б (обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**РОЗРОБКА ВАНТАЖОПДІЙМОНОЇ УСТАНОВКИ АВТОМОБІЛЬНОГО
КРАНА**

Огляд представлених на вітчизняному ринку автокранів на шасі українського виробництва та автокранів вантажопід'ємністю 16т



Рисунок 1 – Кран КС-55727-У на базі шасі КраЗ-65053 з вантажопід'ємністю 25т



Рисунок 2 – Кран на базі шасі КраЗ-651Н4 з вантажопід'ємністю 40т



Рисунок 3 – Кран на базі шасі КраЗ-6322 з вантажопід'ємністю 32т



Рисунок 4 – Автокран XCMG XCT16 китайського бренду Xuzhou Construction Machinery Group вантажопід'ємністю 16т

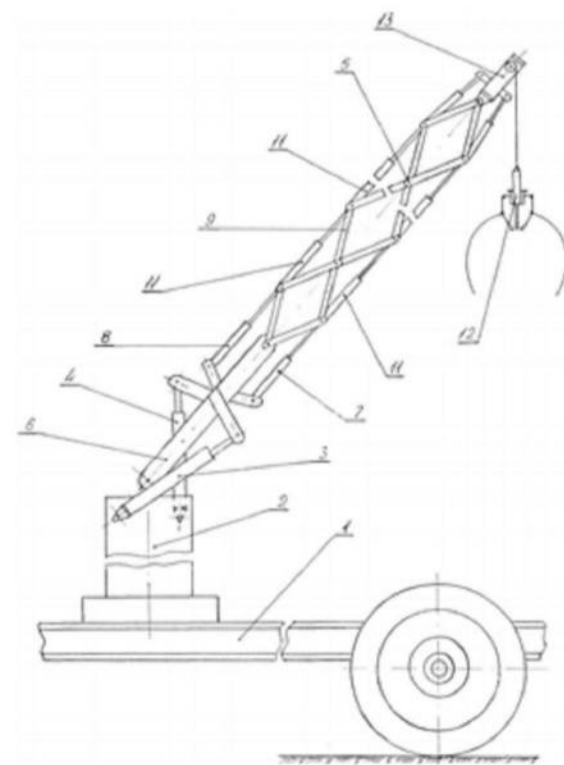


Рисунок 5 – Автокран Palfinger Sany STC 160 з колісною формулою 6x4x2, вантажопід'ємністю 16т

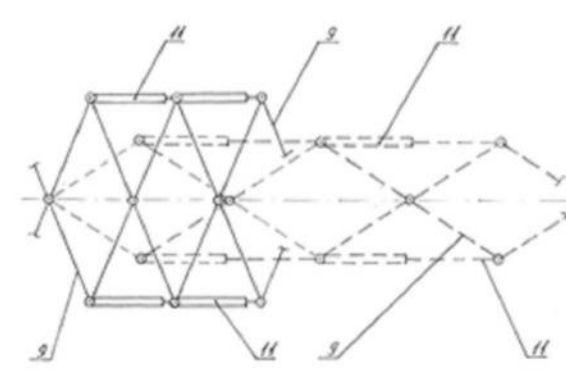


Рисунок 6 – Автокран Zoomlion ZTC 160A з колісною формулою 4x2, вантажопід'ємністю 16т

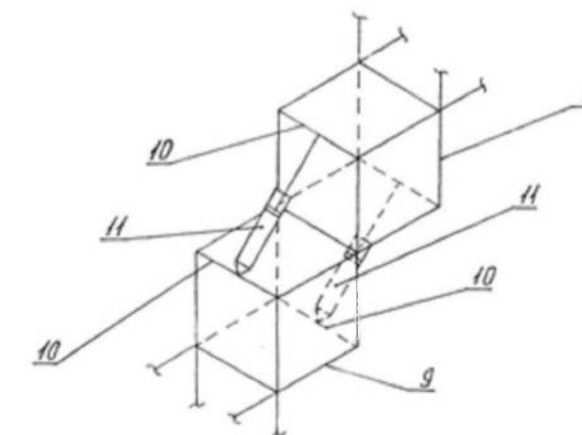
Результати патентного пошуку



а)



б)



в)

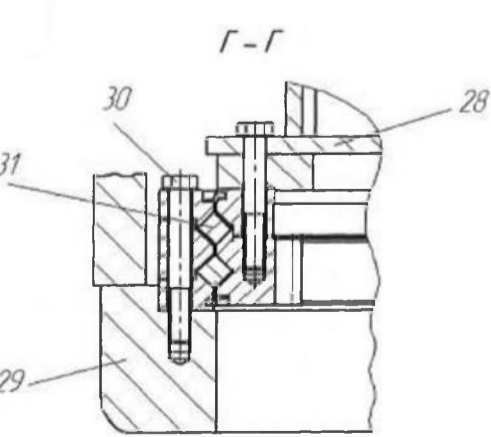
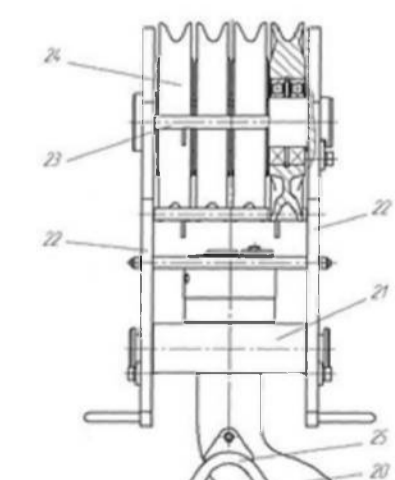
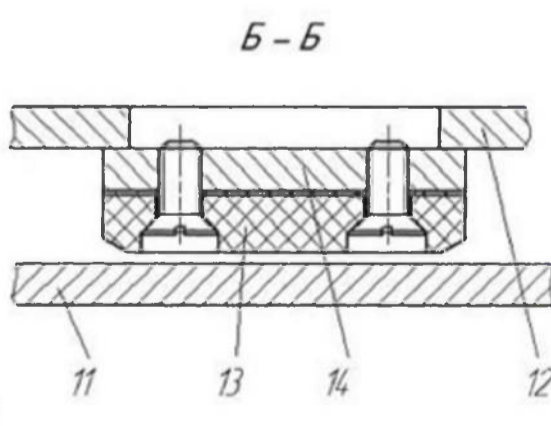
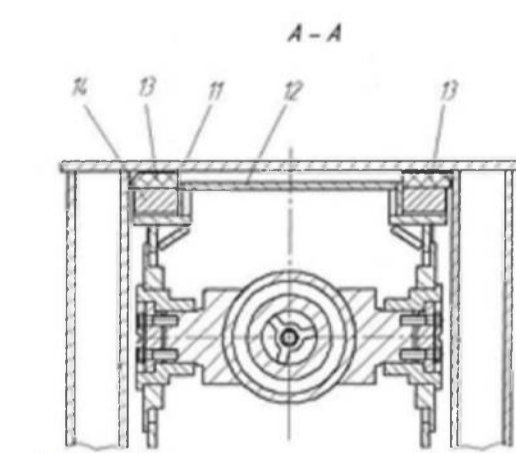
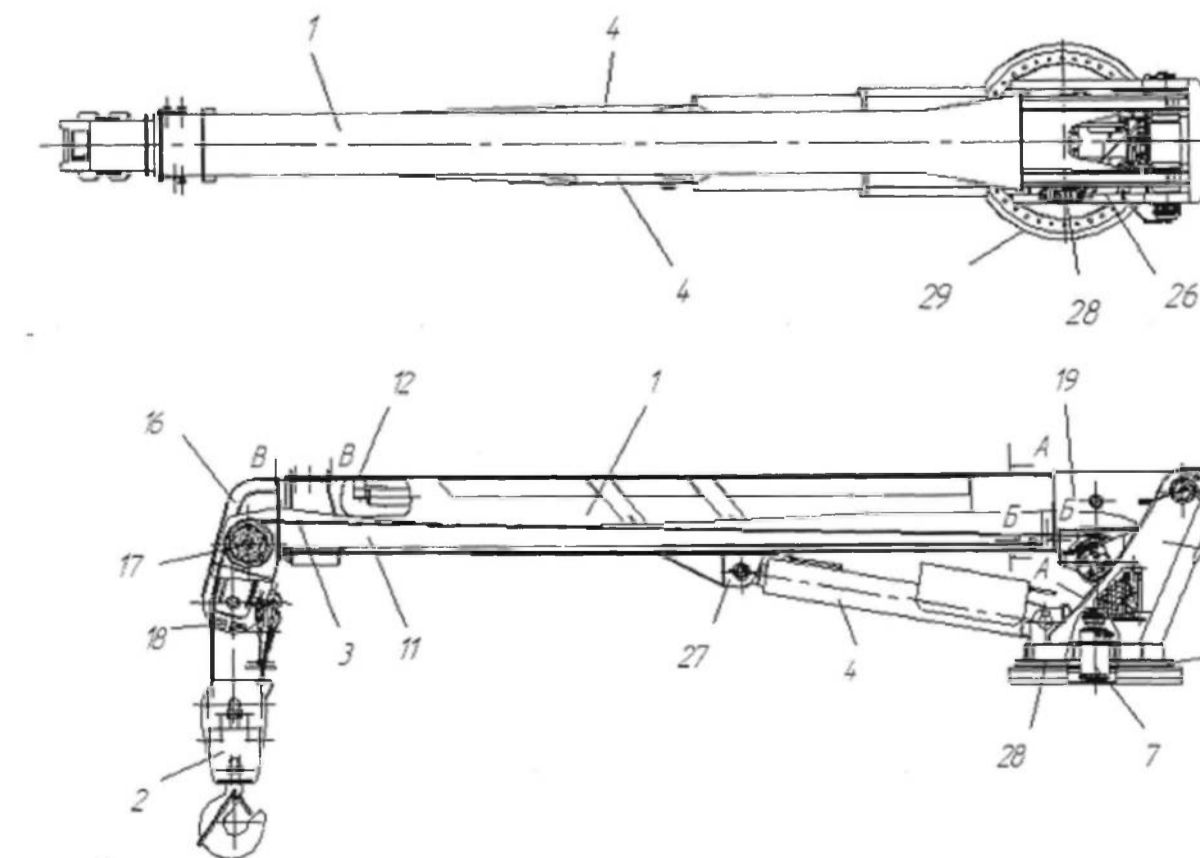
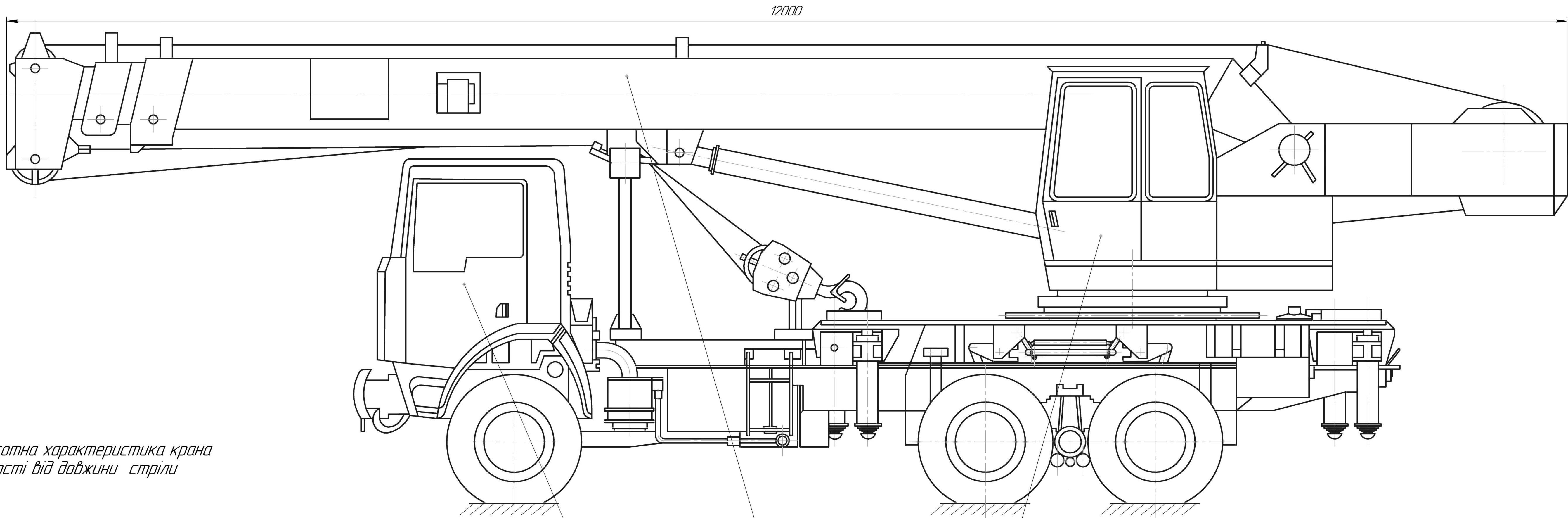
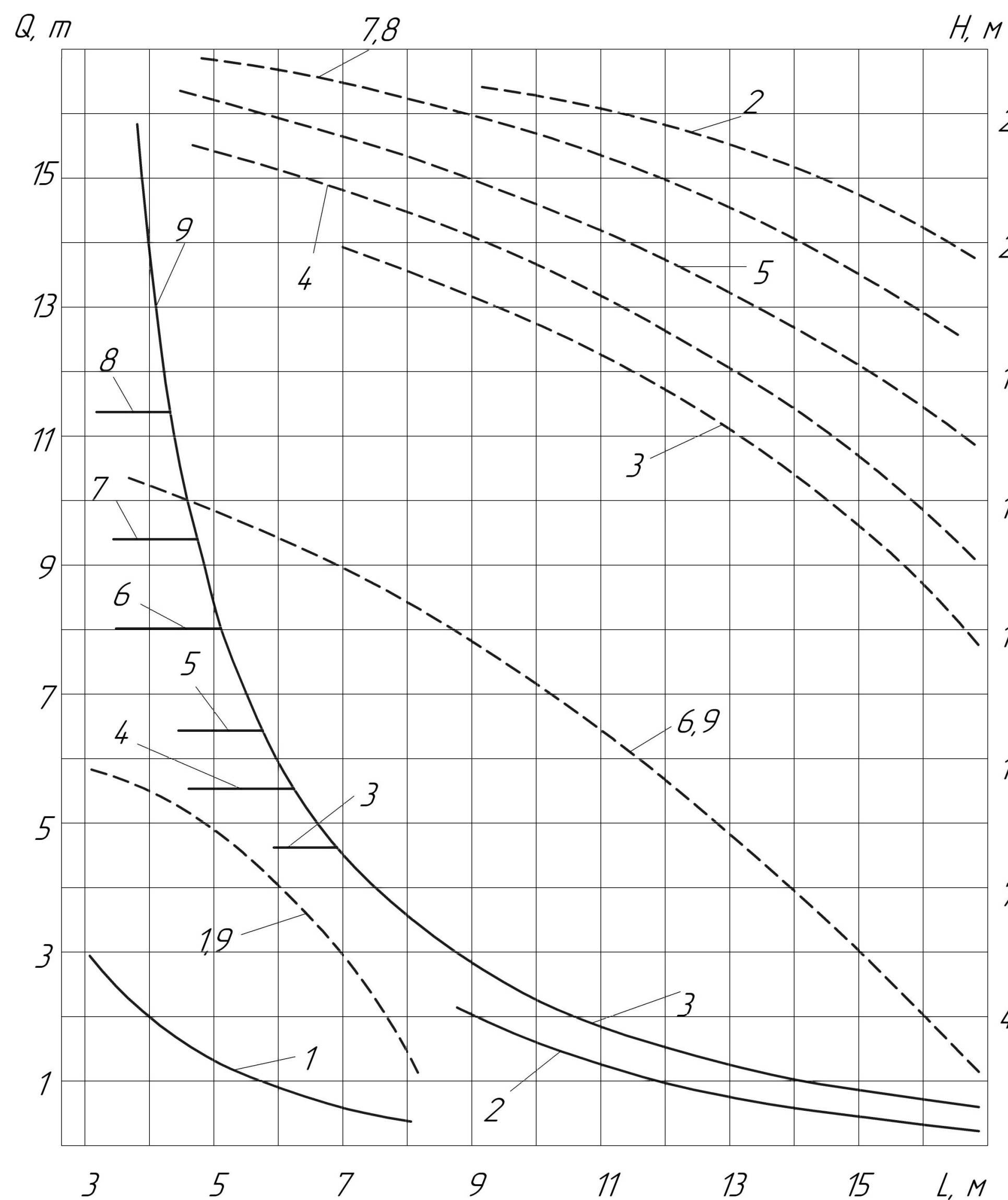


Рисунок 7 – Кранова установка з пришвидшеним переміщенням вантажів патент України на корисну модель №1231184

Рисунок 8 – Конструктивна схема установка кранова (патент України №97487)



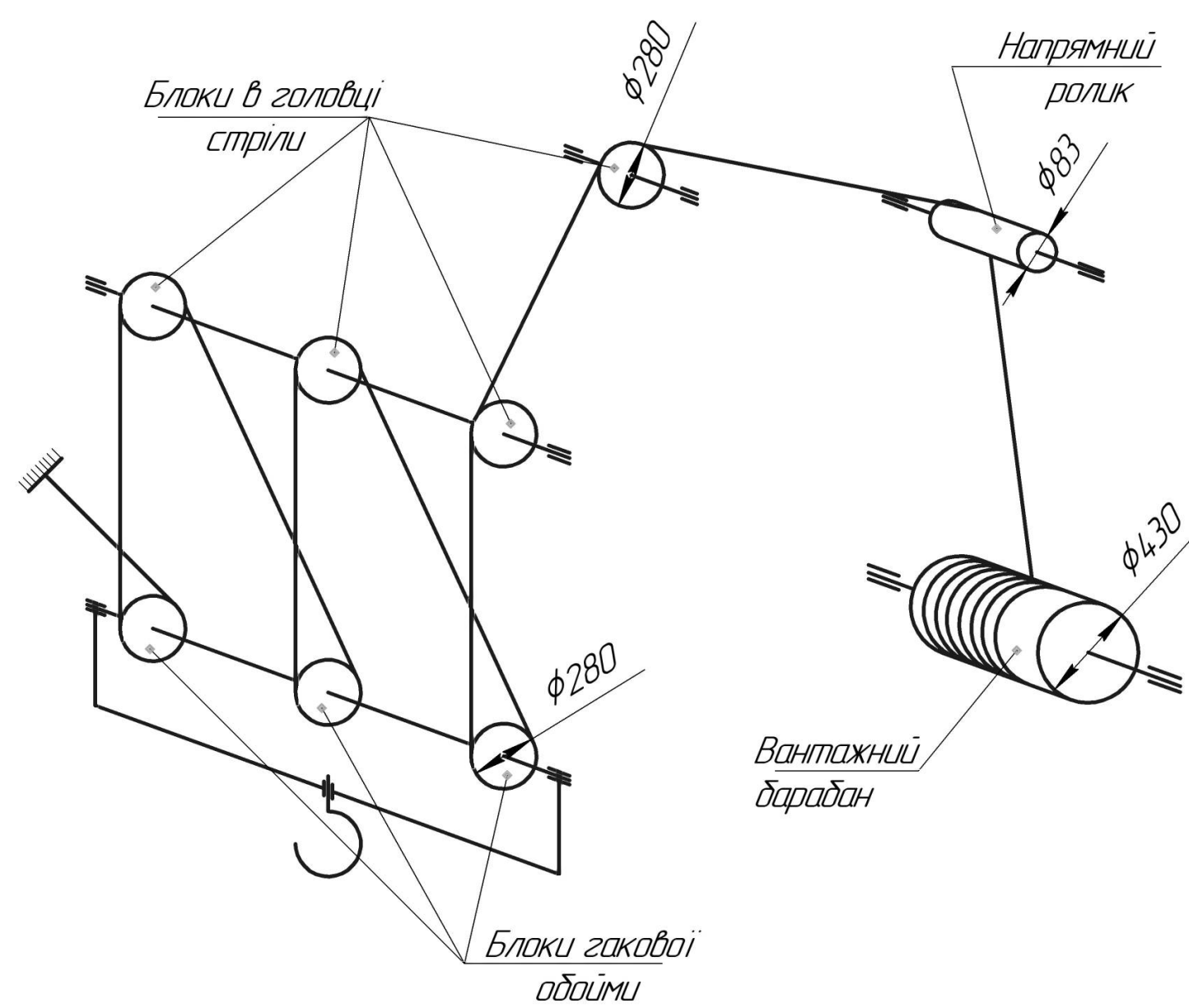
Вантажна і висотна характеристика крана в залежності від довжини стріли



- 1 - 9,7 м без вивисних опор
- 2,3 - 21,7 м відповідно без вивисних опор і на вивисних опорах
- 4 - 19,7 м на вивисних опорах
- 5 - 17,7 м
- 6 - 15,7 м
- 7 - 13,7 м
- 8 - 11,7 м
- 9 - 9,7 м на вивисних опорах

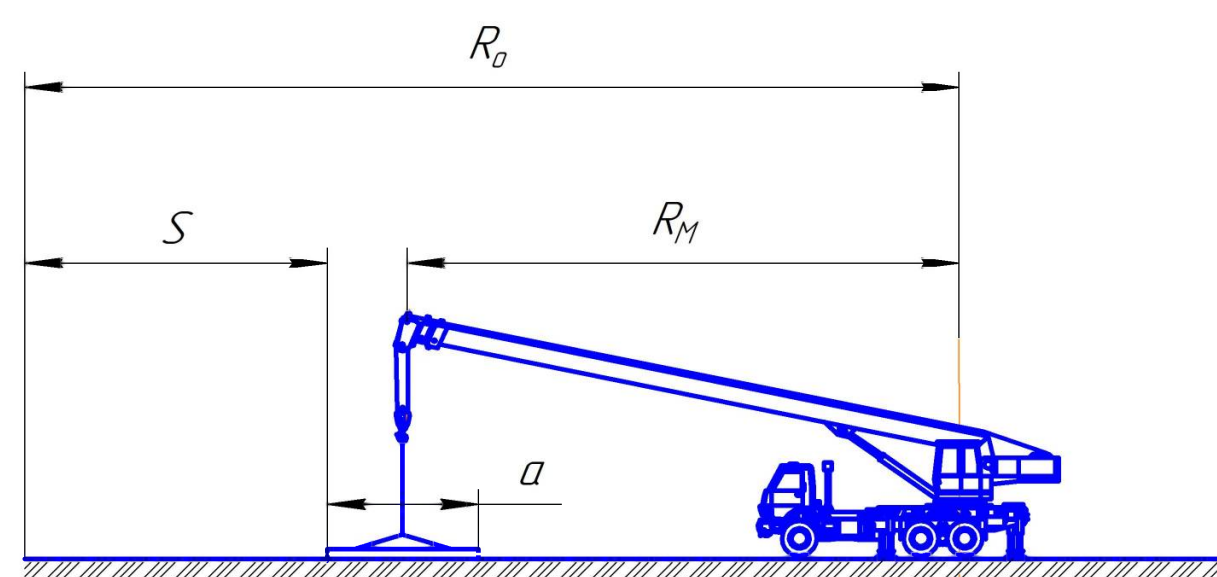
— вантажопідйомність
 - - - - - висота підйому

Схема заповівки вантажного каната

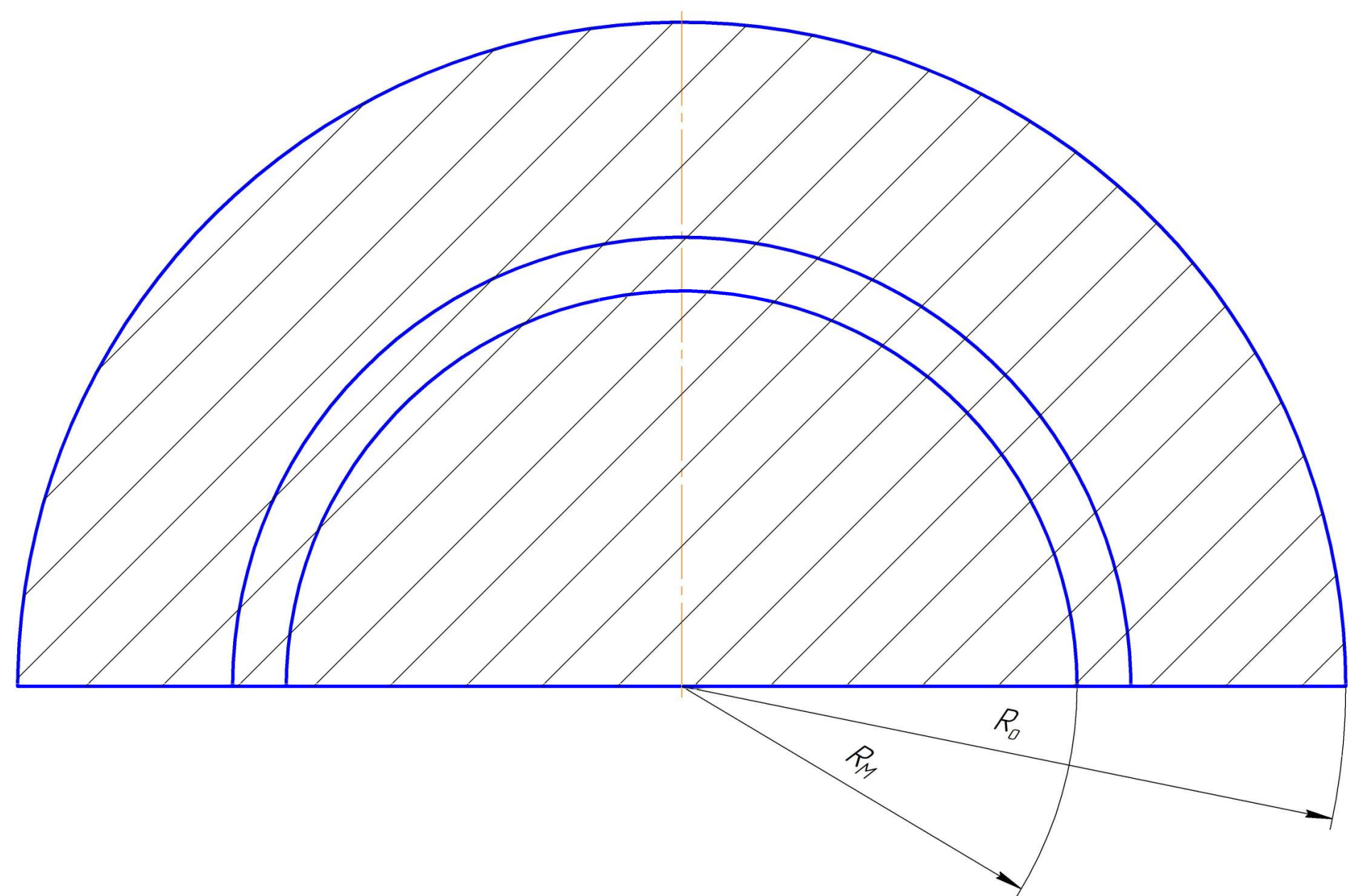


- 1. Тип крана - КС 4572
- 2. Вантажопідйомність найбільша, т - 16
- 3. Виліт при найбільшій вантажопідйомності, м - 3,8
- 4. Найбільший виліт, м - 18,4
- 5. Вантажопідйомність при найбільшому виліті, т - 0,5
- 6. Вантажний момент, т·м - 60,8
- 7. Довжина стріли, м
основний - 9,7
повністю висунутий - 21,7
- 8. Висота підйому, м
з основною стрілою (з вставками) - 21,7
повністю висунутою (з вставками) - 21,7
- 9. Швидкість підйому (опускання) вантажу, м/хв
номінальна (з вантажем масою 10-16 т) - 12
максимальна (з вантажем масою до 6 т) - 24
- 10. Швидкість робочих рухів, м/хв
підйому стріли - 9
частота обертання поворотної платформи, об/хв - 0,3...2,0
- 11. Швидкість посадки вантажу, м/хв - 0,4
- 12. Швидкість висування (втягування) секції стріли, м/хв - 8
- 13. Тип підвіски стріли - жостка
- 14. Базове шасі крана - КраА3-6511Н4
- 15. Колісна формула базового автомобіля - 6x4
- 16. Маса крана в транспортному положенні, т - 20,6
- 17. Максимальна швидкість переміщення, км/год - 90
- 18. Можливий кут подолання траєкторії краном - 16°
- 19. Діапазон робочих температур, °С - -40...+40
- 20. Допустима швидкість вітру, м/с
для робочого стану - 15
для нерабочого стану - 33

08-62.МКР.05.00.000.В3				Лист	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кран автомобільний на базі КраА3-6511Н4
Разраб.	Складчик АВ	Котлярчук Д.В.			
Проб.	Складчик АВ				Лист
Т.контр.					Листов
Исполн.	Складчик АВ				ВНТУ, ІГМ-22М
Утв.	Лопицький Л.К.				



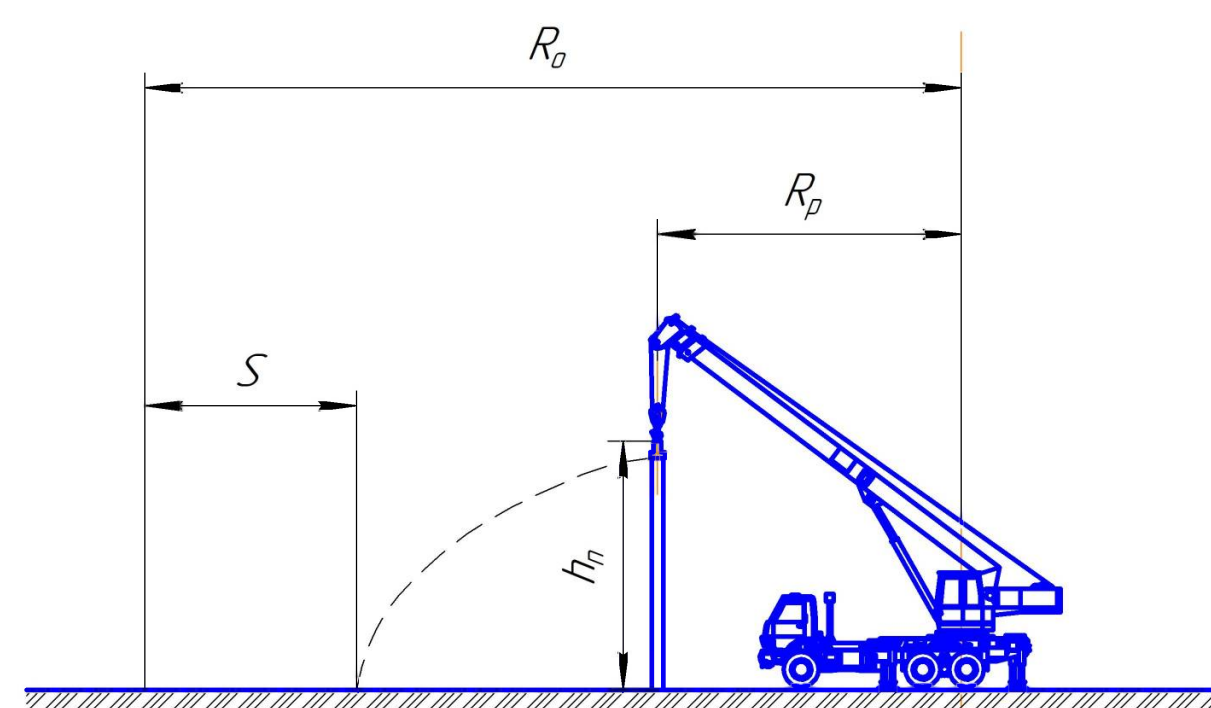
R_0 – радіус небезпечної зони, м.
 R_m – максимальний виліт гаку крана, м.
 a – довжина деталі, м.
 S – відстань від виліту гаку до місця
 можливого падіння вантажу, м.



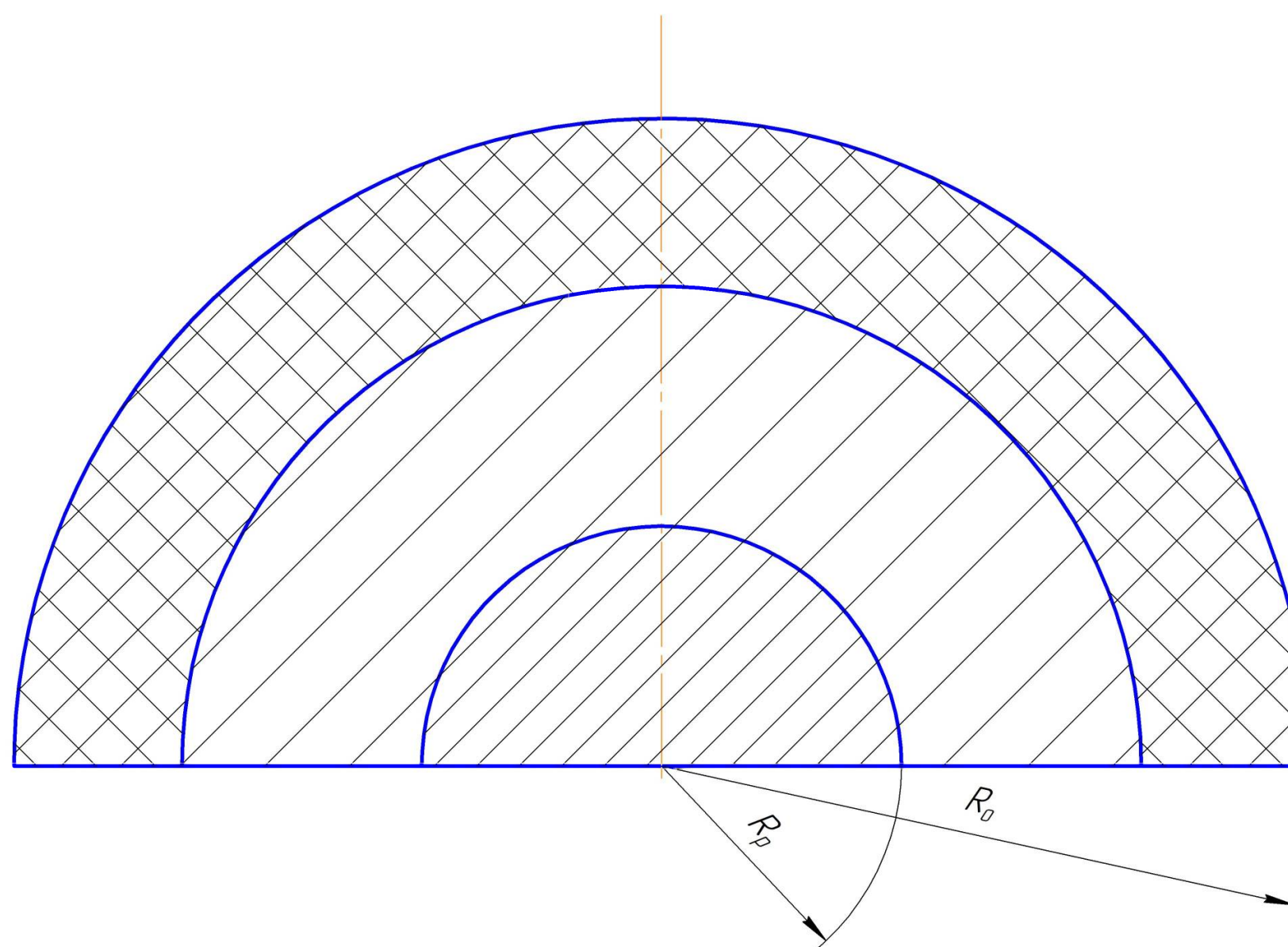
Межі небезпечної зони при роботі автомобільного крана по монтажу стійких елементів.

$$R_0 = R_m + 0,5 \times a + S$$

$R_0 = 30,9$ м. $R_m = 18,4$ м.
 $a = 5$, м. $S = 10$ м



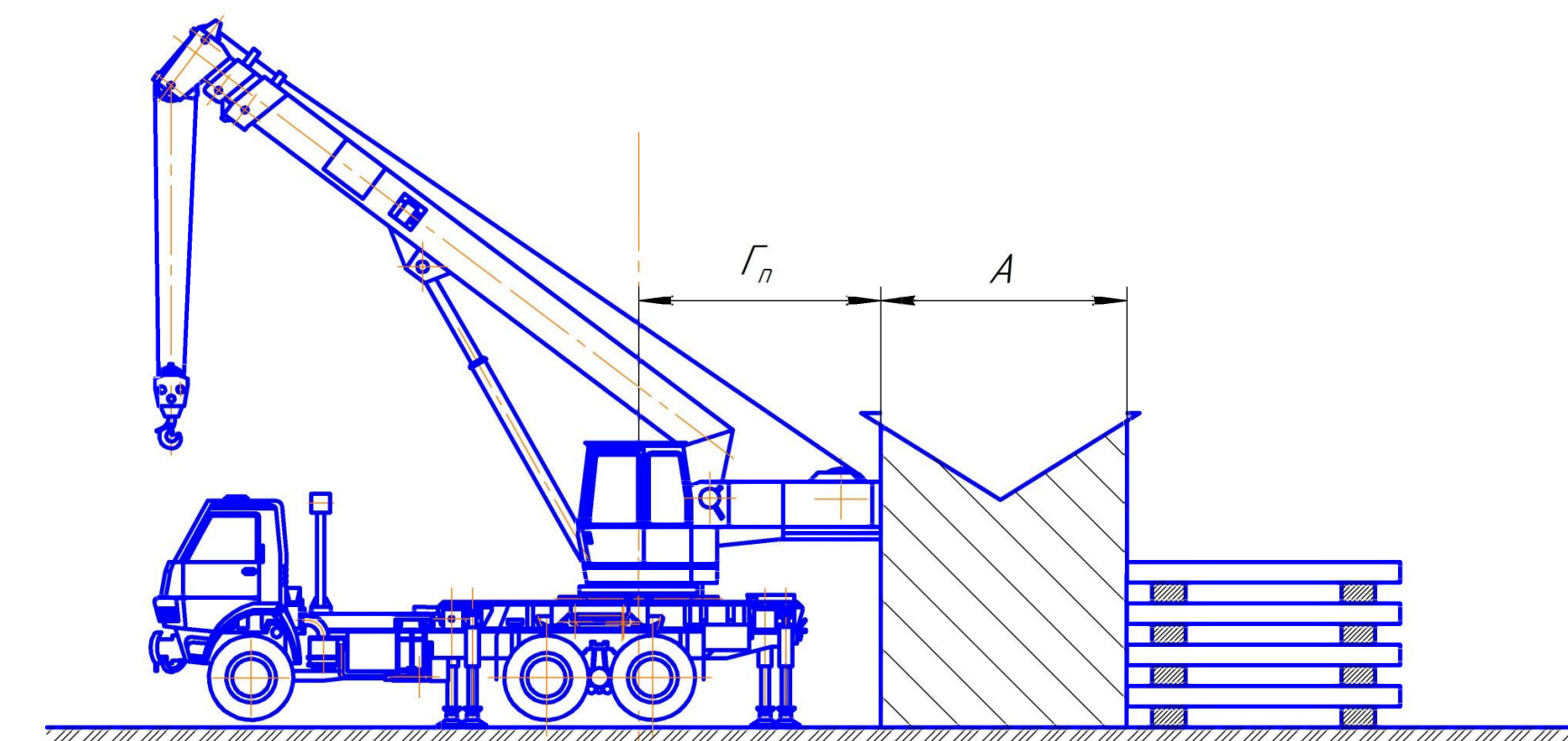
R_0 – радіус небезпечної зони, м.
 R_p – робочий радіус крана, м.
 h_n – висота підйому вантажу, м.
 S – відстань від виліту гаку до місця
 можливого падіння вантажу, м.



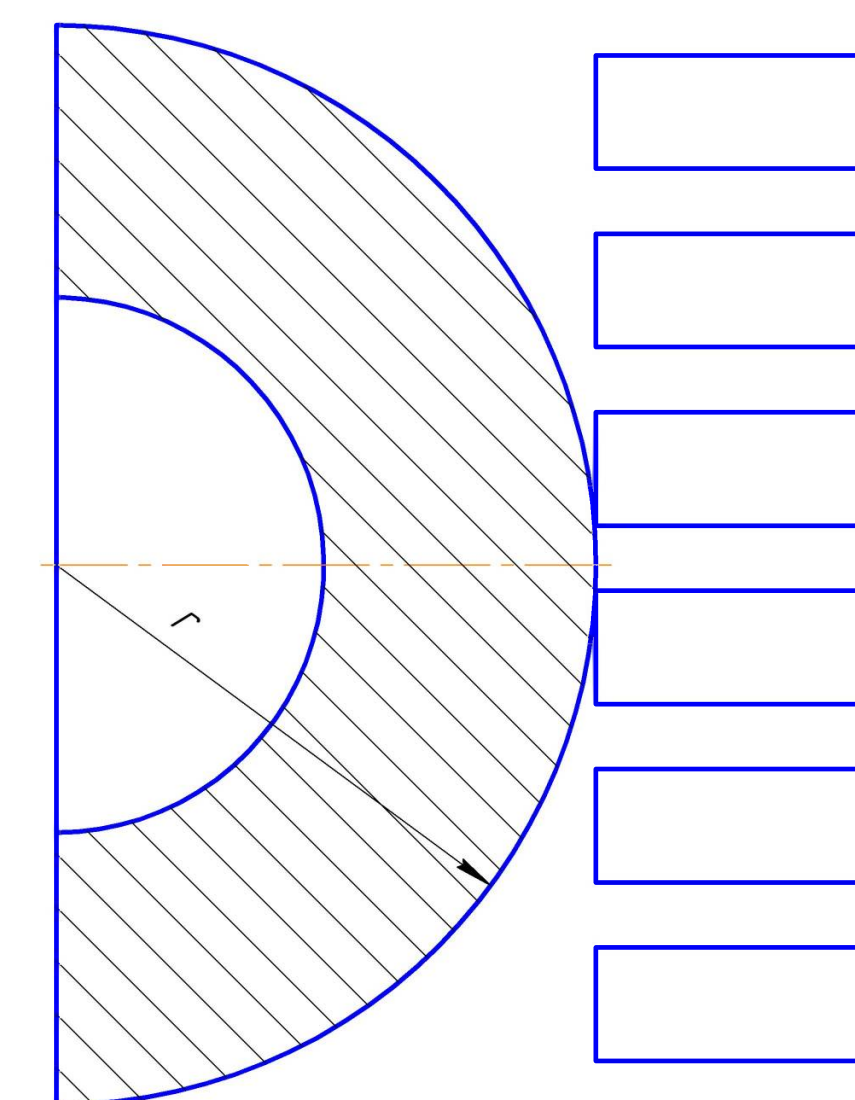
Межі небезпечної зони при роботі автомобільного крана по монтажу нестійких елементів.

$$R_0 = R_p + h_n + S$$

$R_0 = 27$ м. $R_p = 10$ м.
 $h_n = 10$, м. $S = 7$ м



r – радіус небезпечної зони обертання крана, м.
 G_n – габарит поворотної частини крана, м.
 A – відстань між штабелем і краном
 (не менше 1 м).



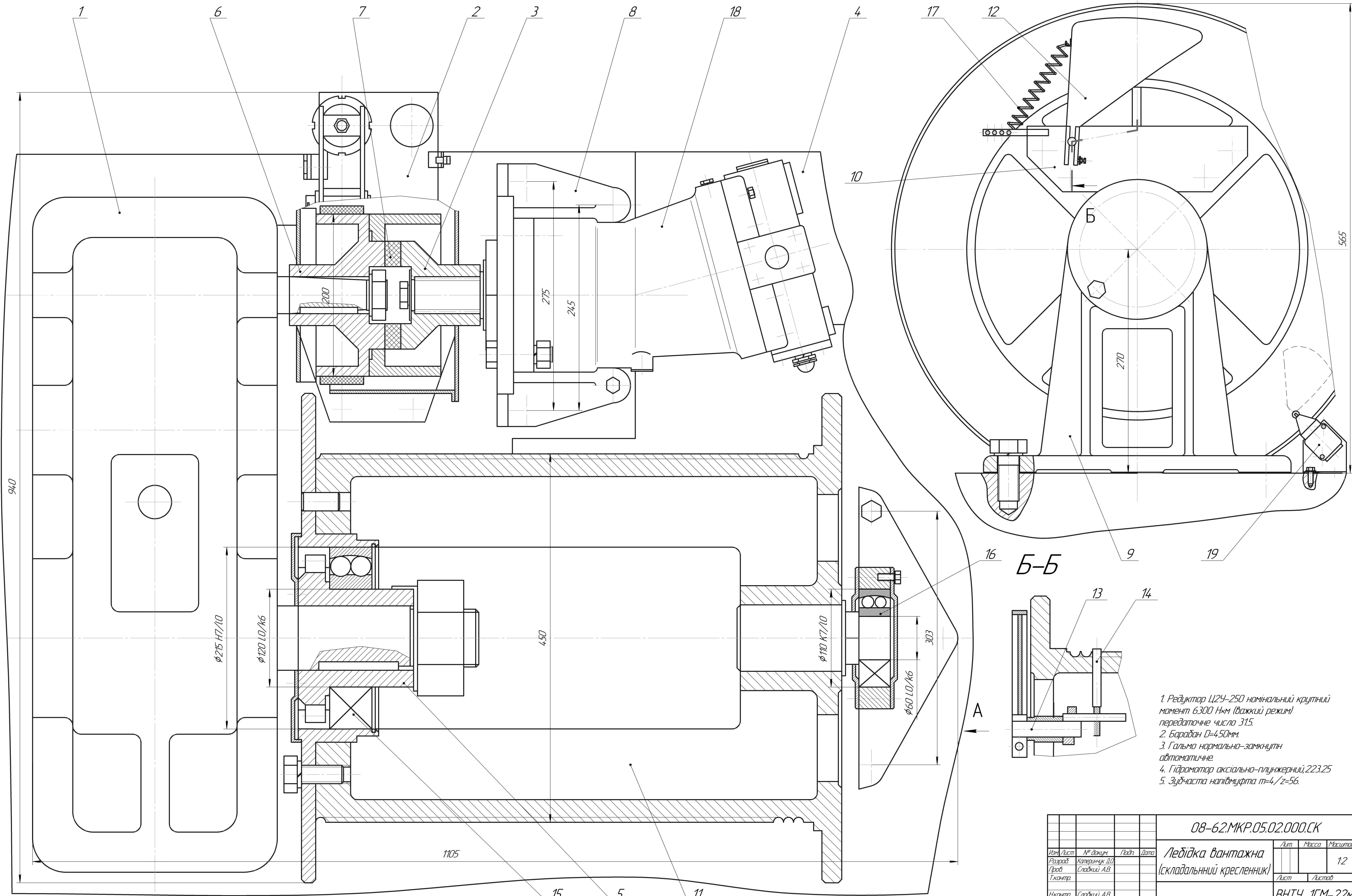
Межі небезпечної зони між штабелем конструкцій і поворотної частини крана.

$$r = G_n + A$$

$r = 5,95$ м; $G_n = 2,95$ м; $A = 3$ м.

				08-62.МКР.05.00.000.П/12		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Межі небезпечної зони під час роботи крана	Лист	Масштаб
Разроб	Котлярчук Д.В.				11	
Проб	Слодій А.В.			Лист	Листов	
Т.контр.					1	
Н.контр.	Слодій А.В.			ВНТУ, 1ГМ-22М		
Утв.	Полещук Л.К.					

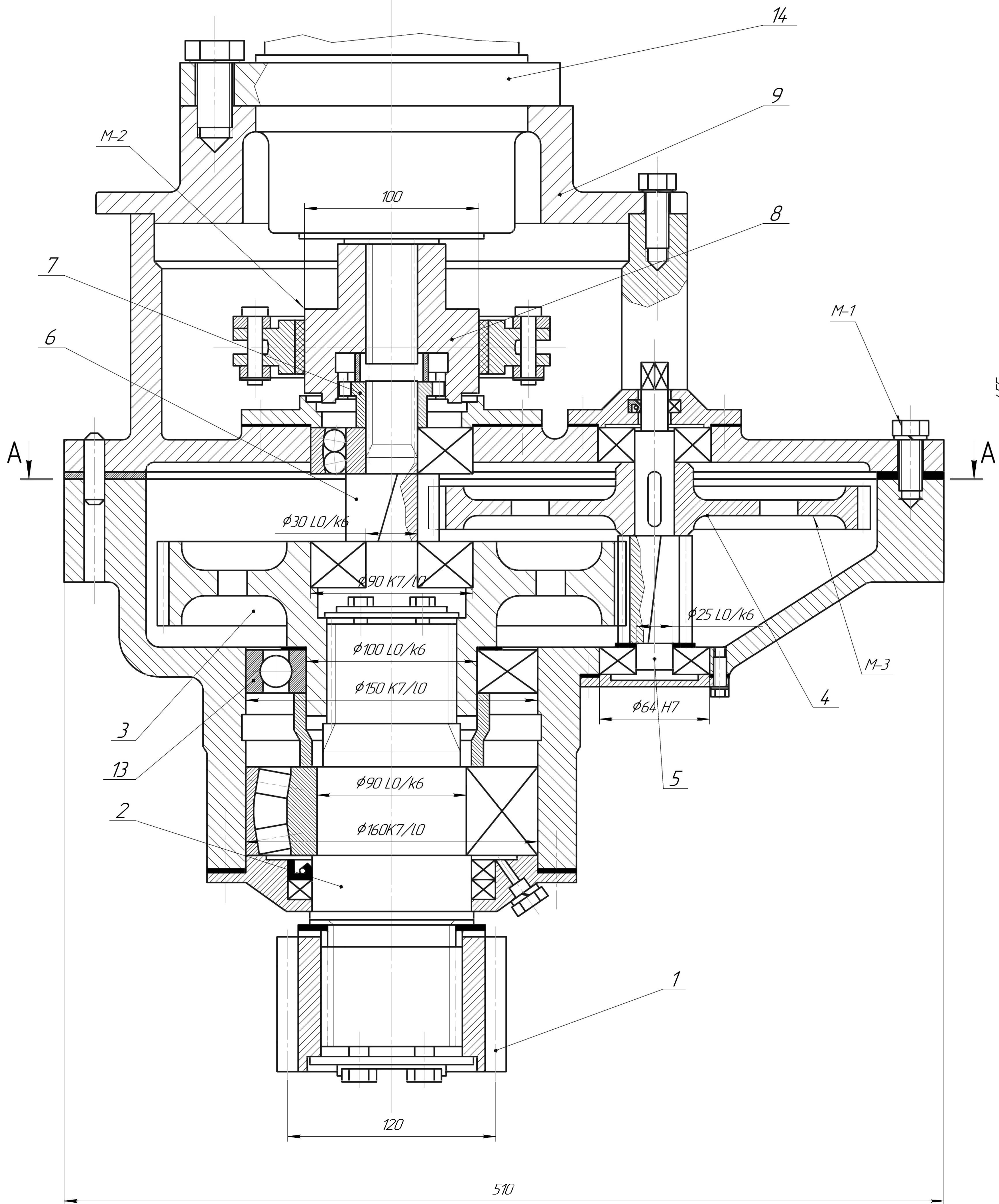
Лист № 11
 Стор. № 11
 Лист № 11
 Всього ліст. № 11
 Лист № 11
 Лист № 11



1. Редуктор Ц24-250 номинальный крутящий момент 6300 Н·м (важкий режим) передаточне число 315.
2. Барабан D=450мм.
3. Гальма нормально-замкнуті автоматичне.
4. Гідромотор аксіально-плунжерний, 223.25
5. Зубчаста напівмуфта m=4/z=56.

				08-62.МКР.05.02.000.СК		
				Ледідка вантажна		
				(складальний креслення)		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб	Котлярчук Д.В.					1:2
Проб	Слодій А.В.			Лист	Листов	
Т.контр.				ВНТУ, ІГМ-22М		
Н.контр.	Слодій А.В.					
Утв.	Лопишук Л.К.					

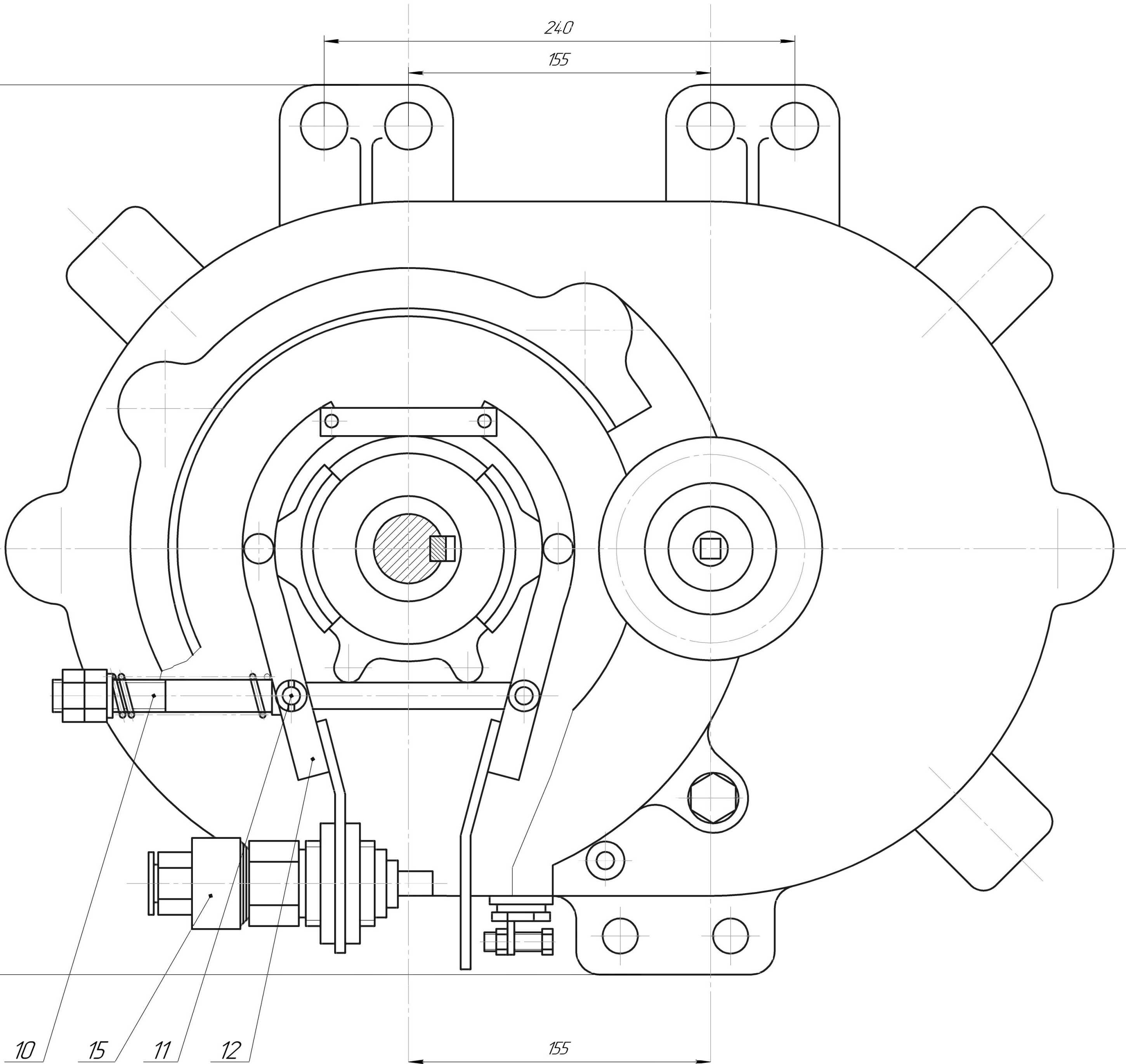
Лист № 12
 Вид № 001
 Дата 15.05.2018
 Проект № 001
 Назв. докум. Ледідка вантажна



Перв. примен.
Спроб. №

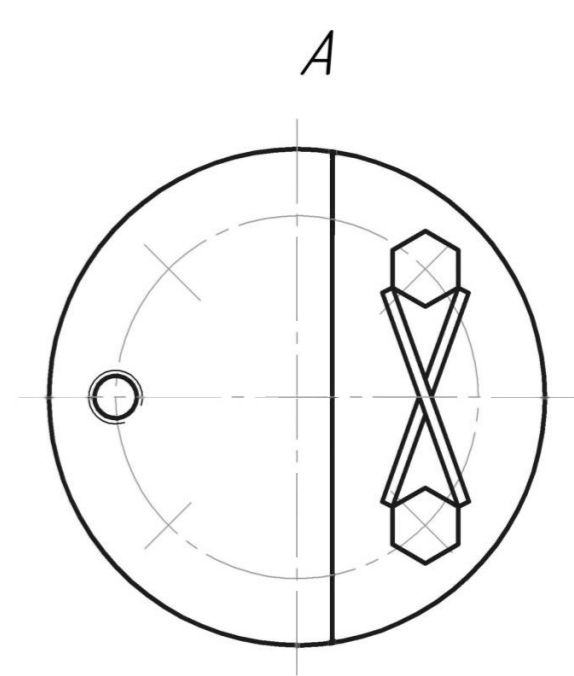
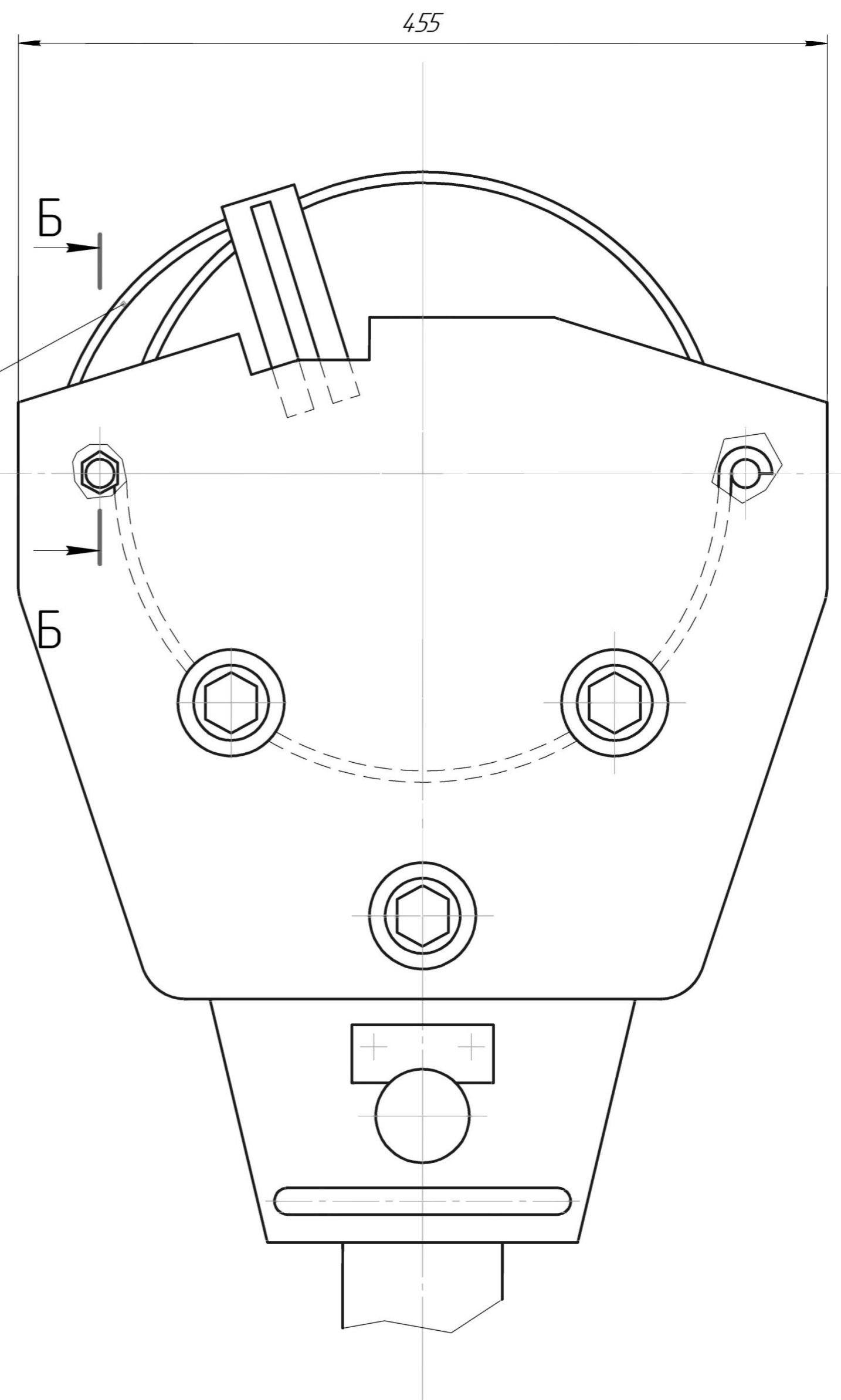
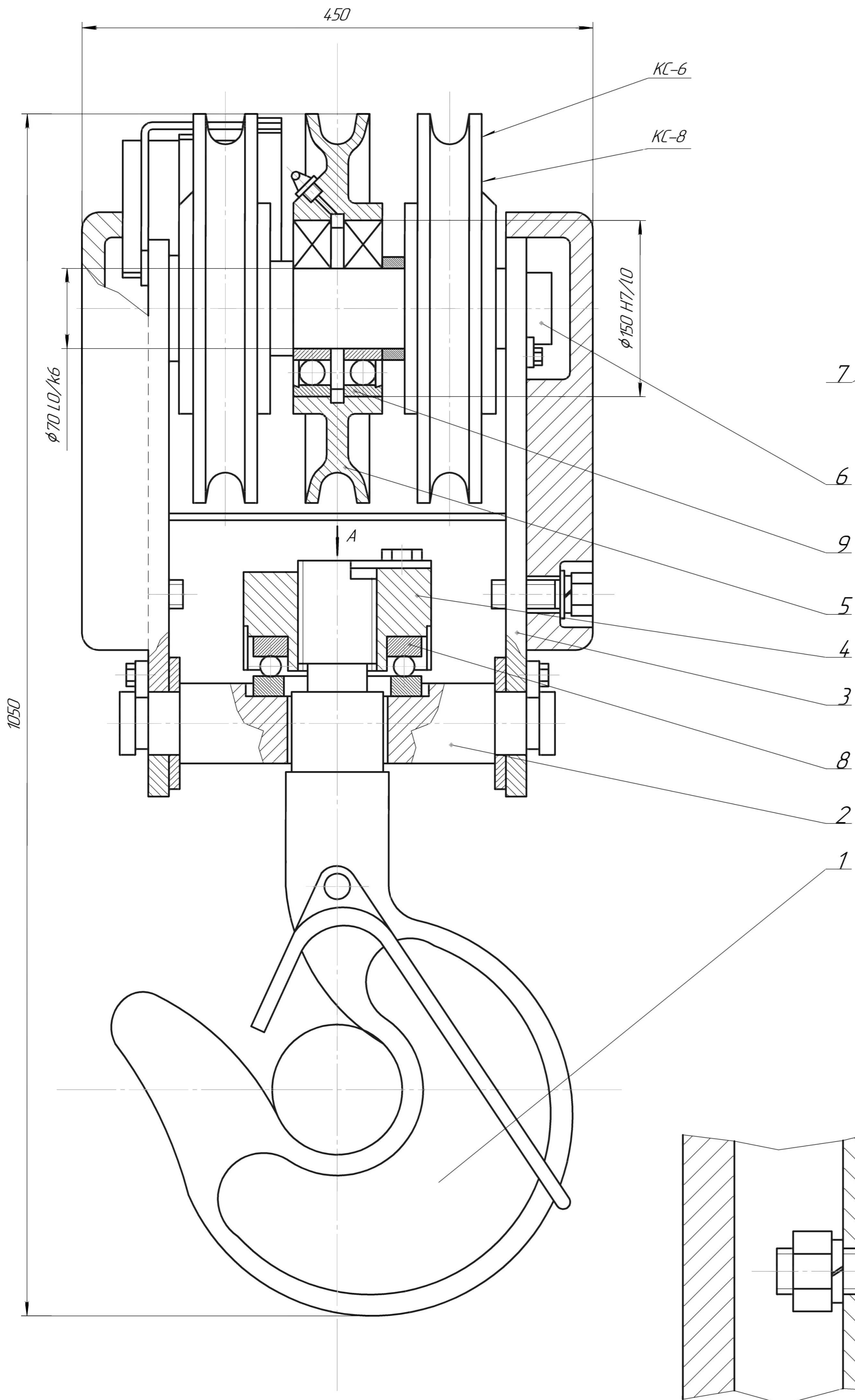
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №

A-A

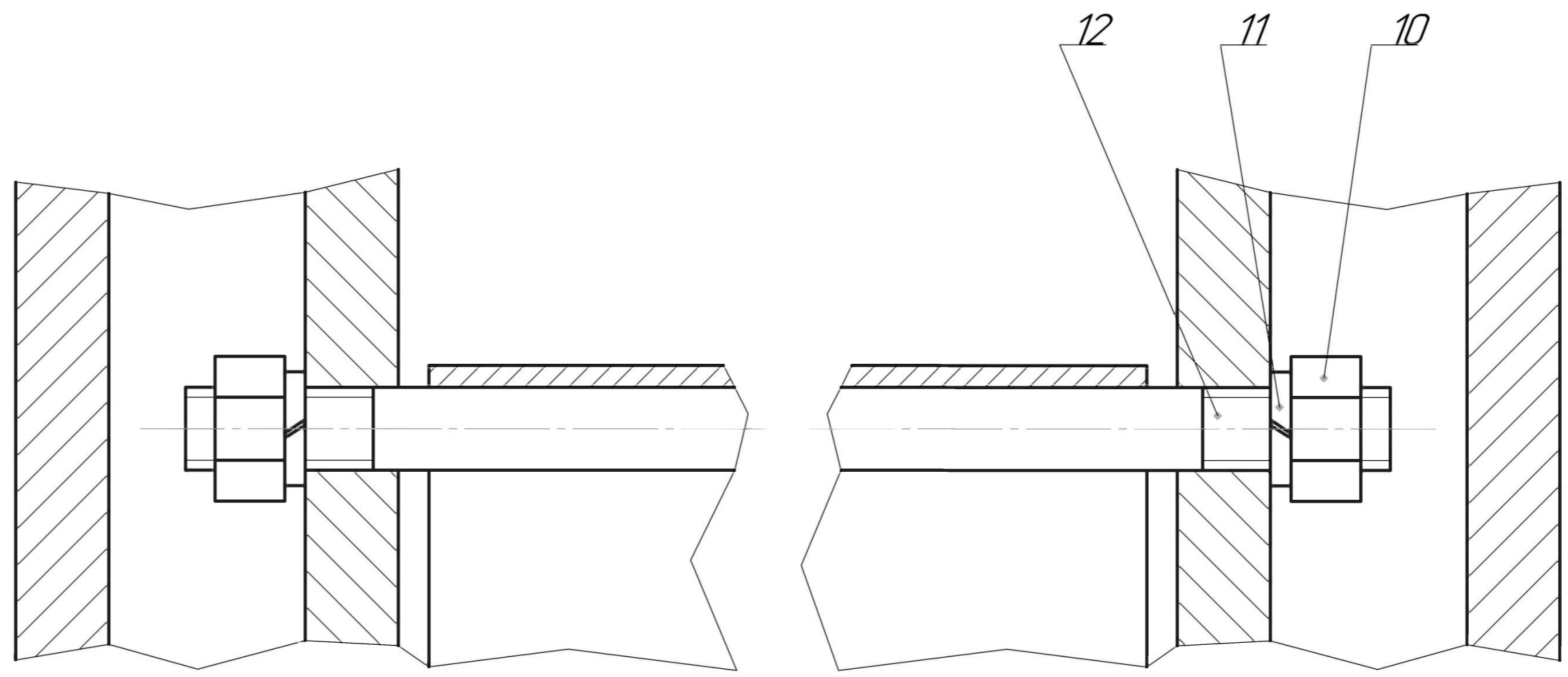


1. Редуктор циліндричний двоохступеневий вертикальний.
2. Передаточне число 48,64
3. Номінальний крутний момент гідромотора $T_{н.г.}=157$ Н·м.
4. Гальма регулювати на момент $T_m=11,5$ Н·м.
5. Зубчастий вінець : $m=6$; $z=358$.
6. Підвінцева шестерня : $m=6$; $z=20$.

					08-62.МКР.05.01.000.СК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Механізм повороту (складальний кресленник)	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Катеринчук Д.О.							1:2
Пров.	Сладкий А.В.					Лист	Листов	
Т.контр.						ВНТУ, 1ГМ-22М		
Н.контр.	Сладкий А.В.							
Чтв.	Поліщук Л.К.							

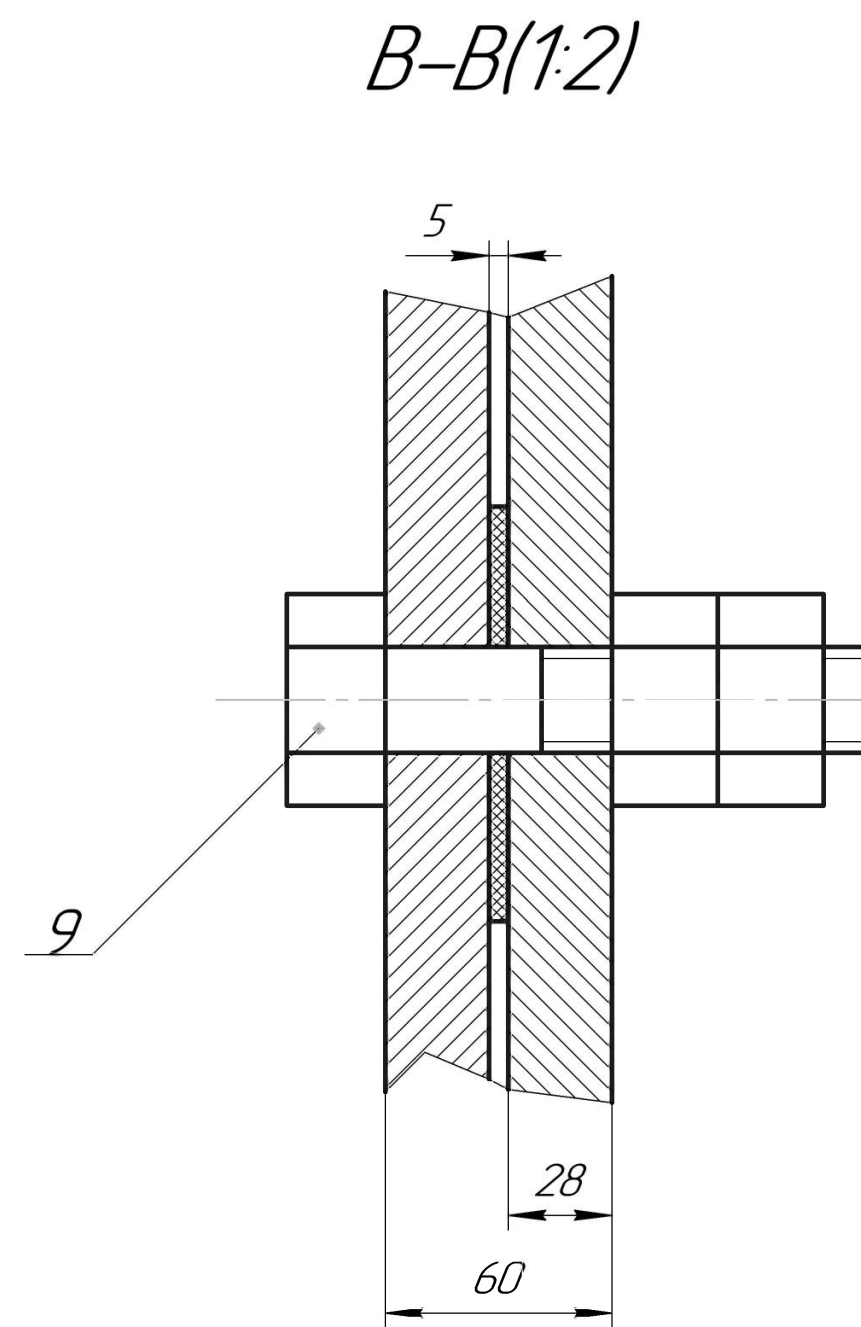
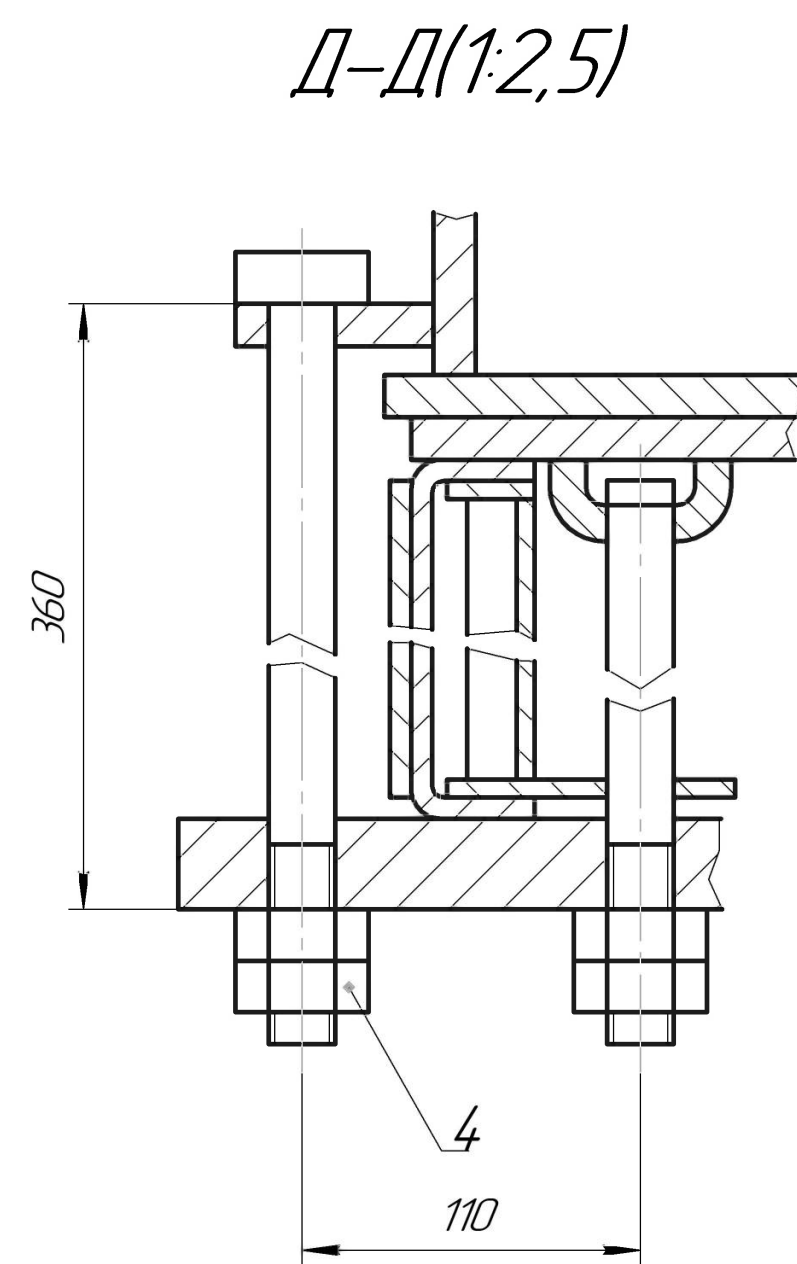
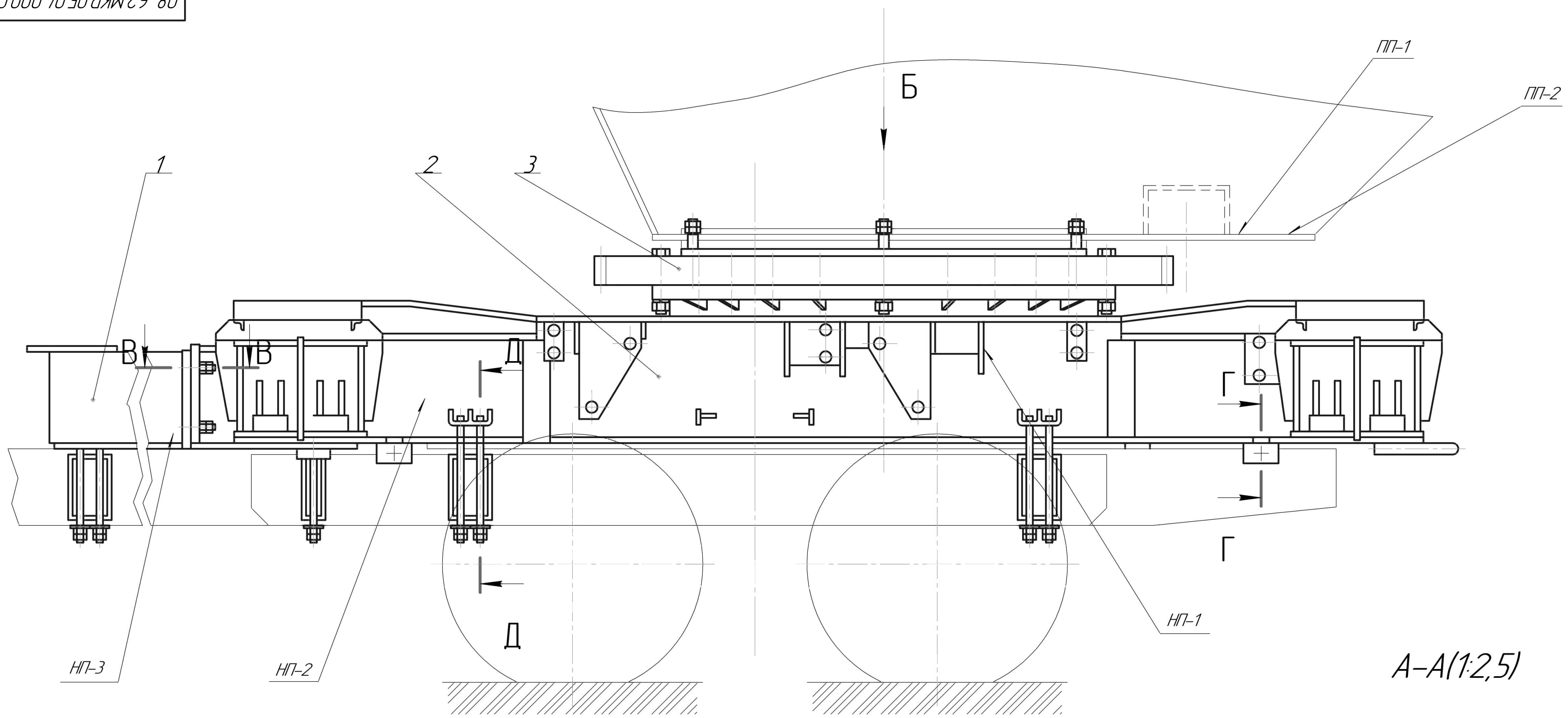


Б-Б (1:1)

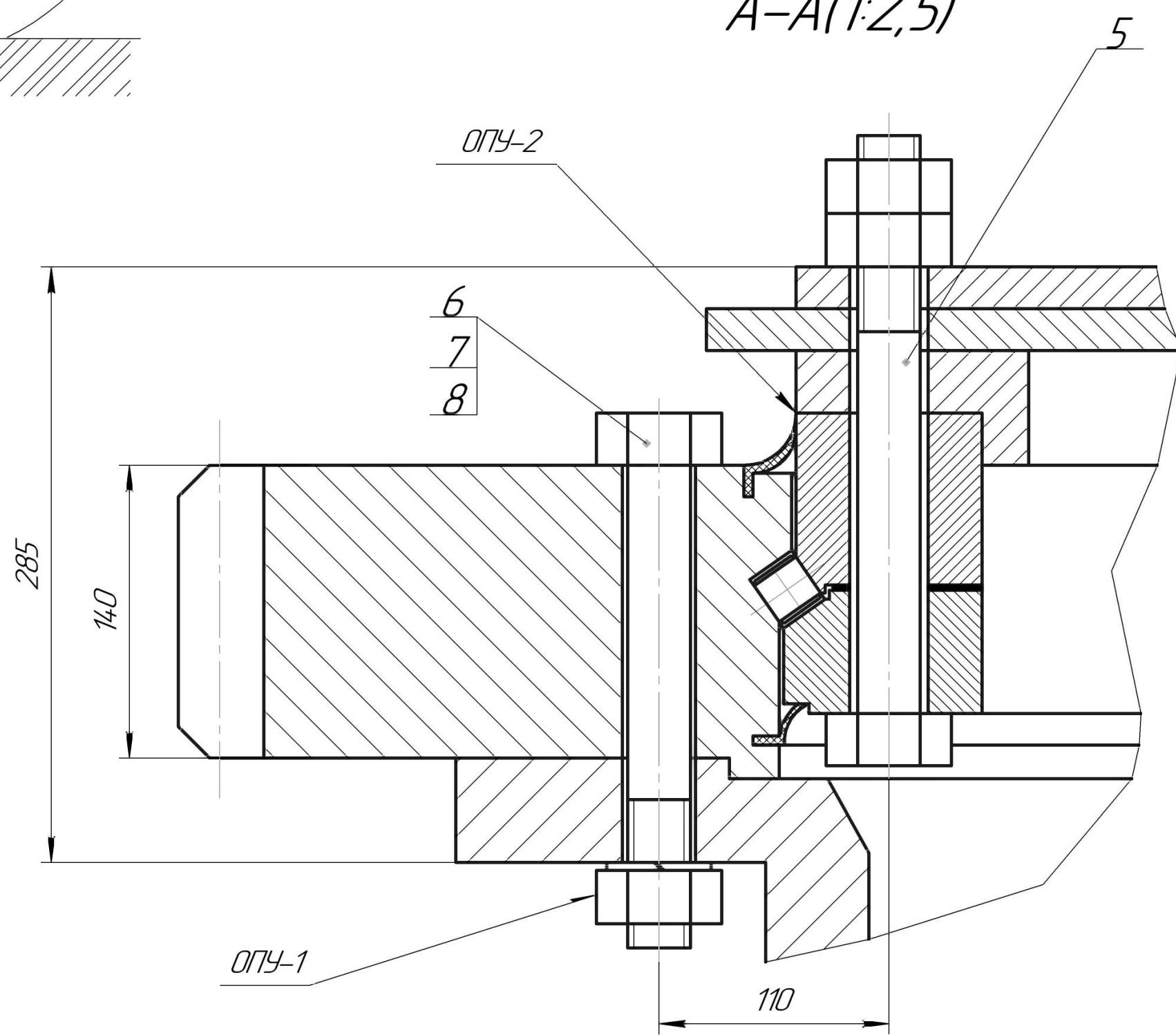


Лист 1 з 1
 Назва: Гакова підвіска
 Код: 08-62.MKP.05.03.000.CK
 Дата: 2023.05.03
 Автор: Сладкий А.В.
 Інженер: Сладкий А.В.
 Підп. і дата: [Signature]

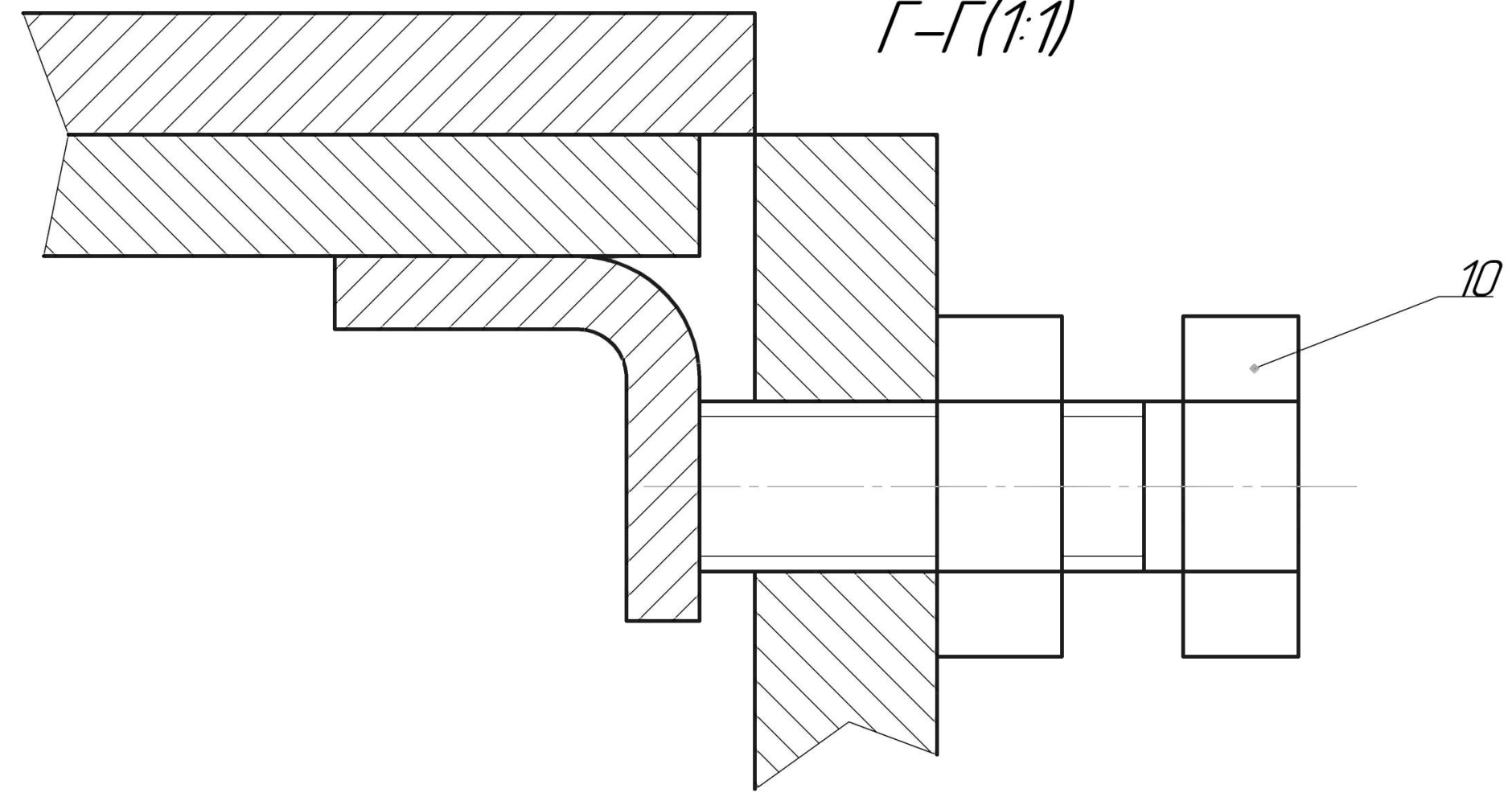
08-62.MKP.05.03.000.CK				Лист	Маса	Масштаб
Гакова підвіска (складальний кресленник)						1:25
Ім'я	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Листів
Розроб		Котлярчук Д.В.				
Проб		Сладкий А.В.				
Інж.контр.		Сладкий А.В.				
Інж.		Палишук Л.К.				
ВНТУ, ІГМ-22М						



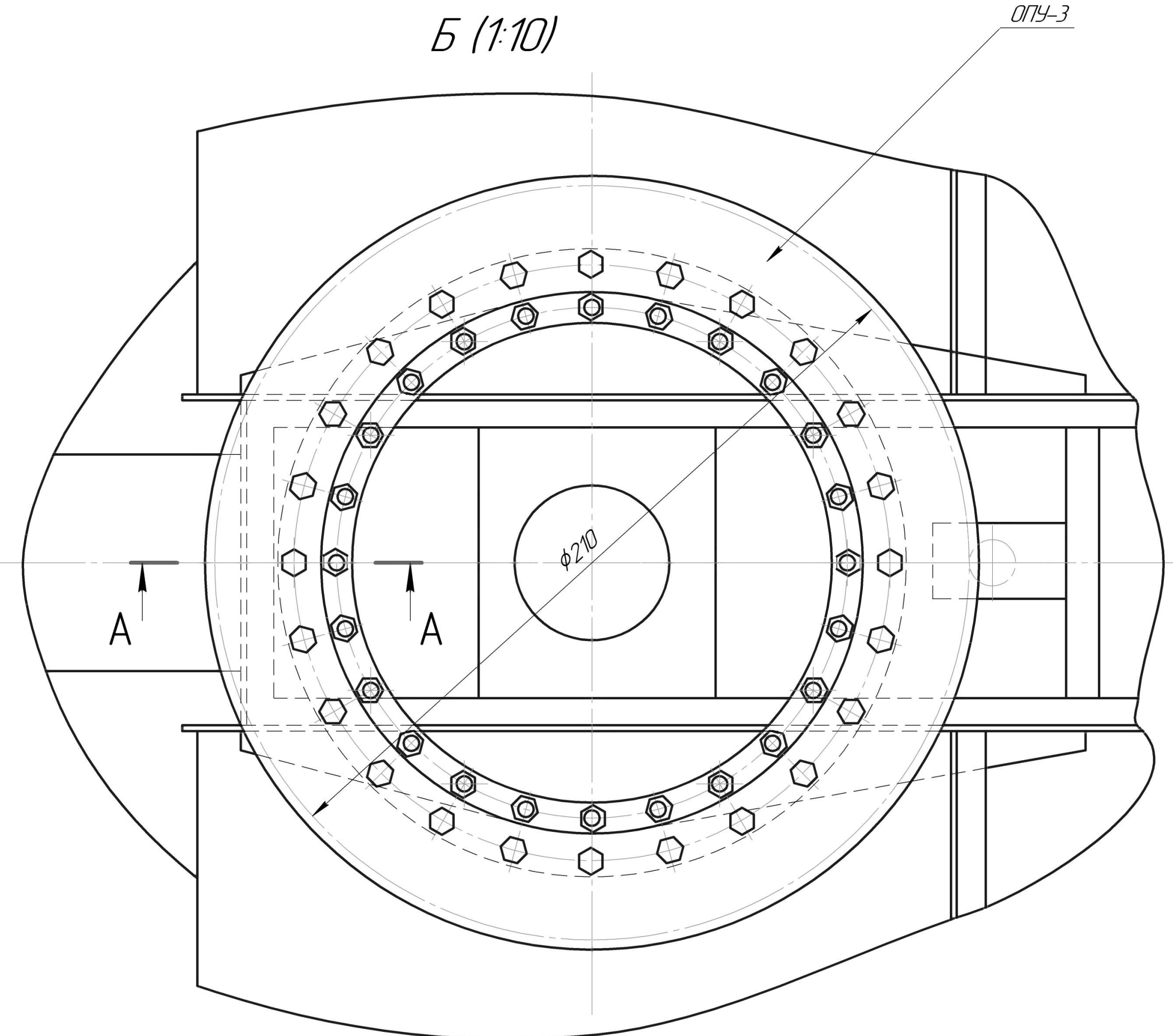
A-A (1:2,5)



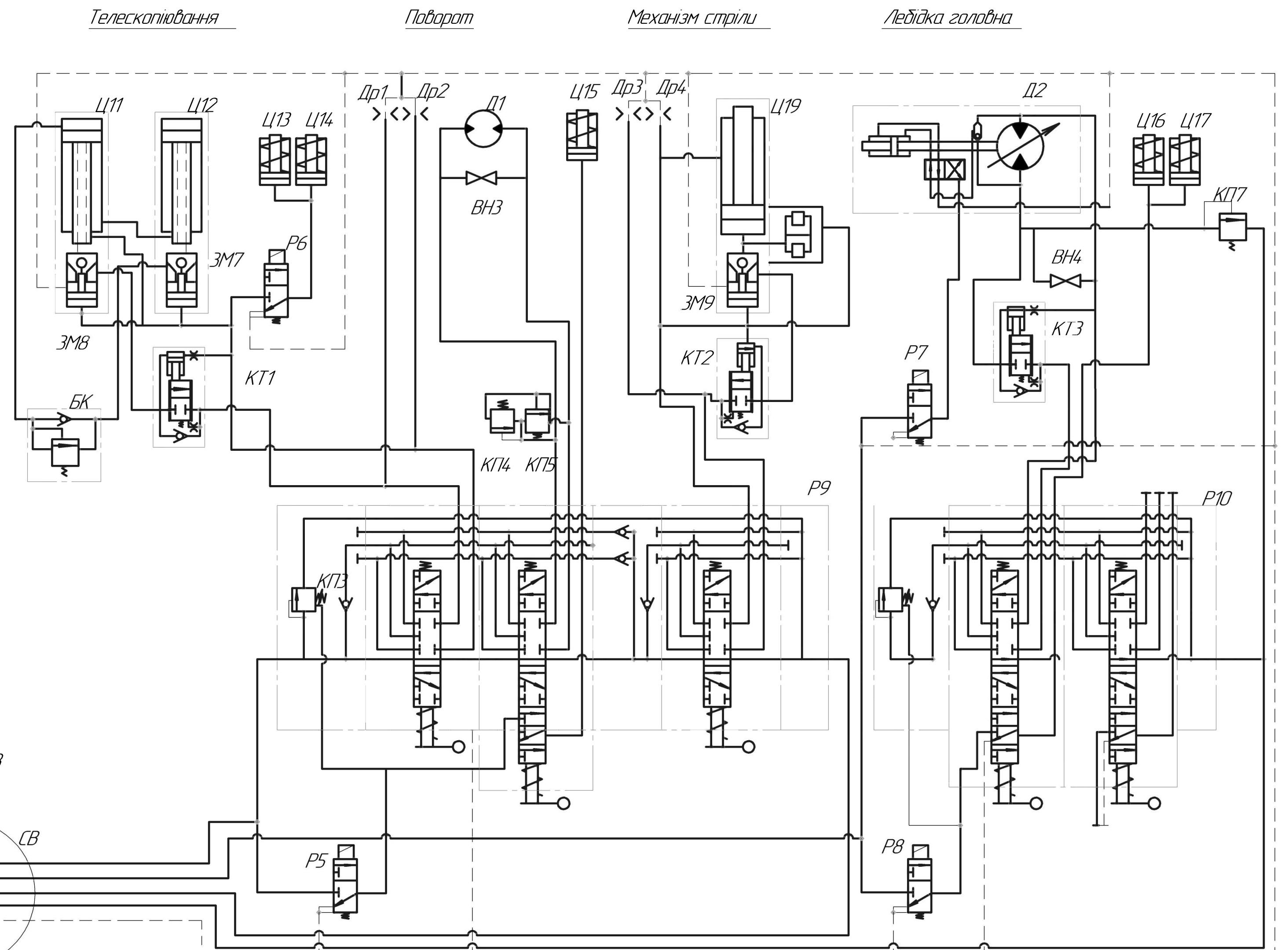
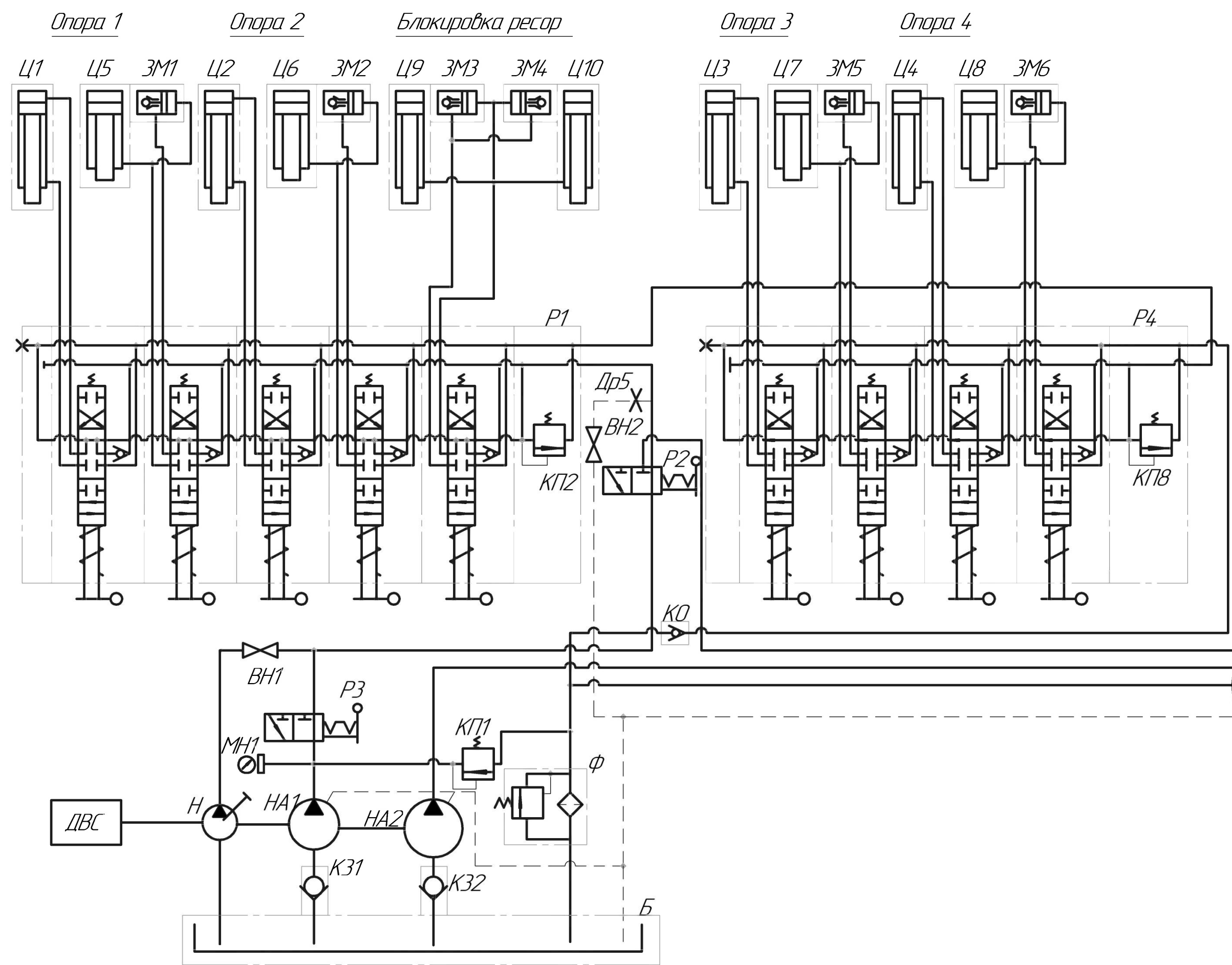
Г-Г (1:1)



Б (1:10)



08-62.МКР.05.04.000.СК				Лист	Масса	Масштаб
Имя Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Рама і платформа поворотна (складальний кресленник)		
Разраб	Котельнич Д.В.			Лист	Листов	1:10
Проб	Слободий А.В.					
Т.контр.						
Н.контр.	Слободий А.В.			ВНТУ, ІГМ-22М		
Утв.	Полещук Л.К.					



Технічні характеристики гідравлічної системи крана:

Насосна станція

- 1. Насос 210.20В
 робочий об'єм 54,8 см³/об.
 тиск насосу при нормальному режимі 16 МПа
 номінальна подача насосу 1,320 л/с.
 частота обертання 1500 об/хв.
 крутний момент на валу 133 Нм.
- 2. Насос 210.26В
 робочий об'єм 107 см³/об.
 тиск насосу при нормальному режимі 16 МПа
 номінальна подача насосу 2,080 л/с.
 частота обертання 1200 об/хв.
 крутний момент на валу 259 Нм.

Механізм підйому

- Гідромотор 223.25
 робочий об'єм 214 см³/об.
 тиск при нормальному режимі 16 МПа
 номінальна подача 4,840 л/с.
 частота обертання 1400 об/хв.

Механізм повороту

- Гідромотор 210.20В
 робочий об'єм 54,8 см³/об.
 тиск при нормальному режимі 16 МПа
 номінальна подача 1,320 л/с.
 частота обертання 1500 об/хв.

Гідроциліндр виносної опори

- діаметр поршня 140мм.
- діаметр штока 110мм.
- хід поршня 0,5м.
- тиск номінальний 16×10 Па.

Гідроциліндр підйому стріли

- діаметр поршня 200мм.
- діаметр штока 160мм.
- хід поршня 2,275м.
- тиск номінальний 16×10 Па.

Гідроциліндри телескопічної стріли

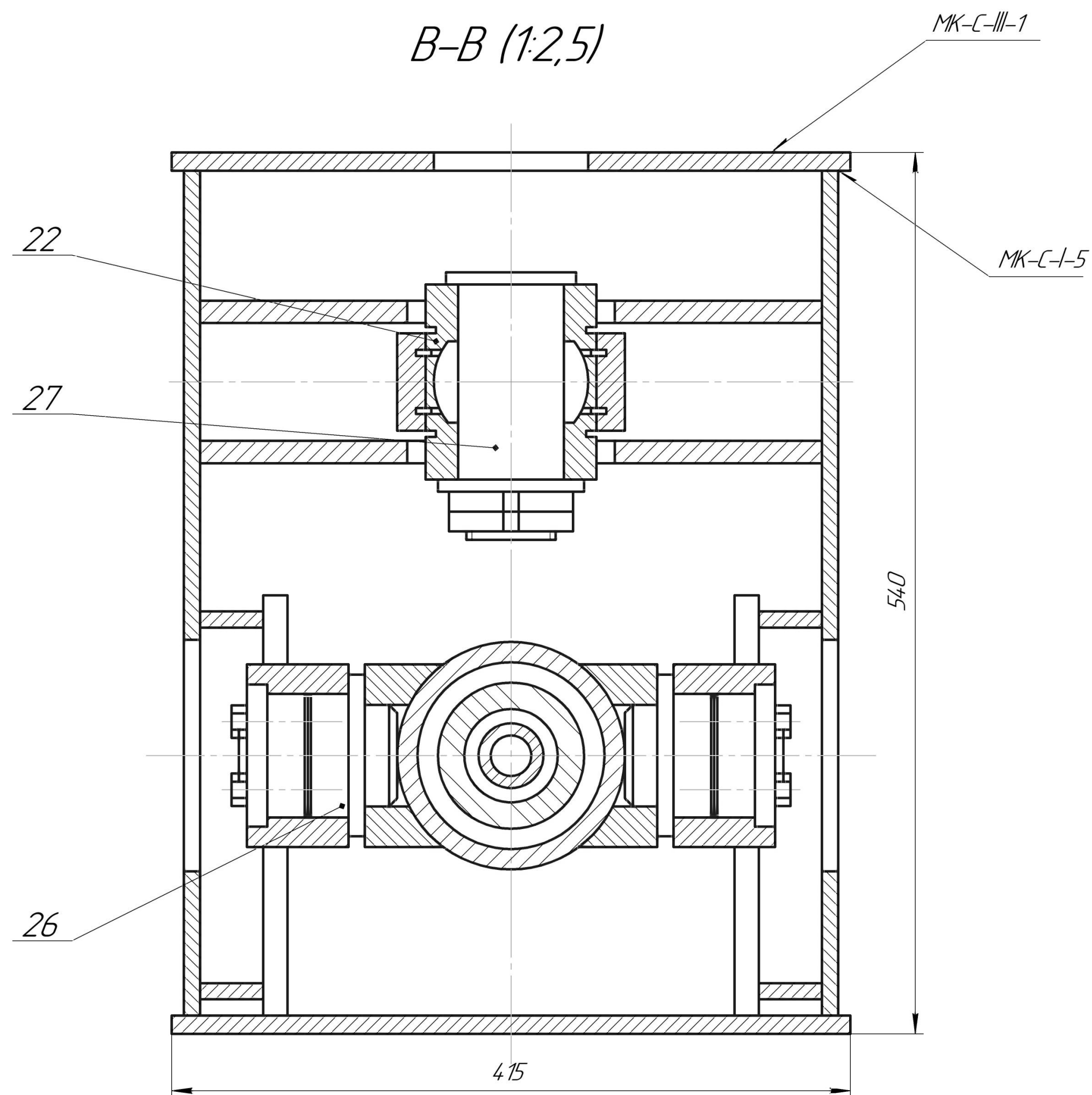
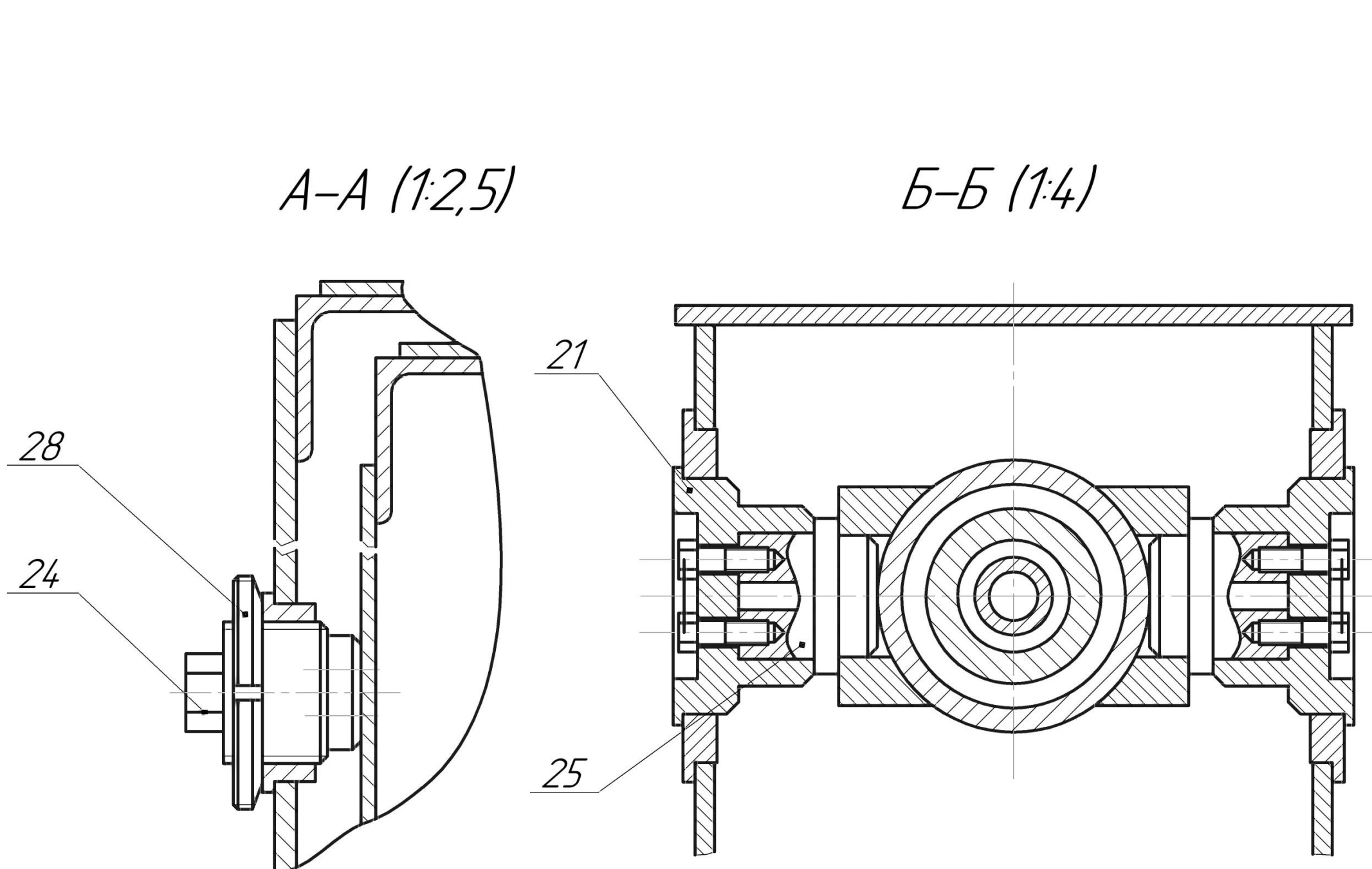
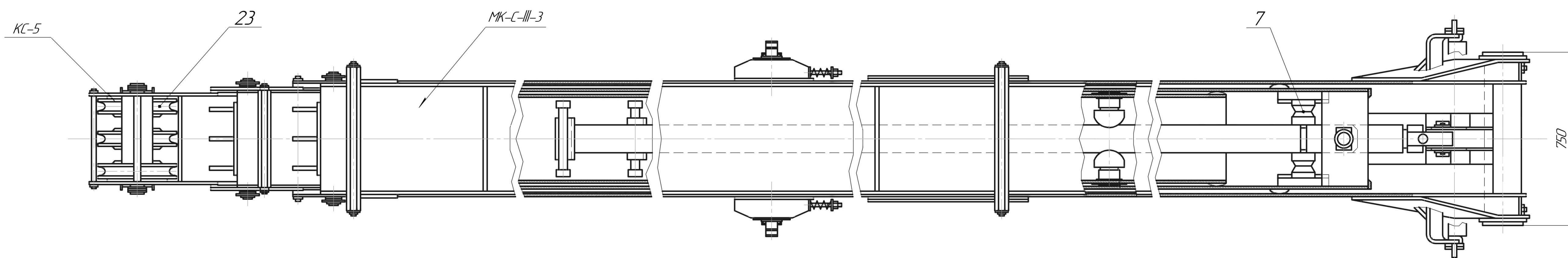
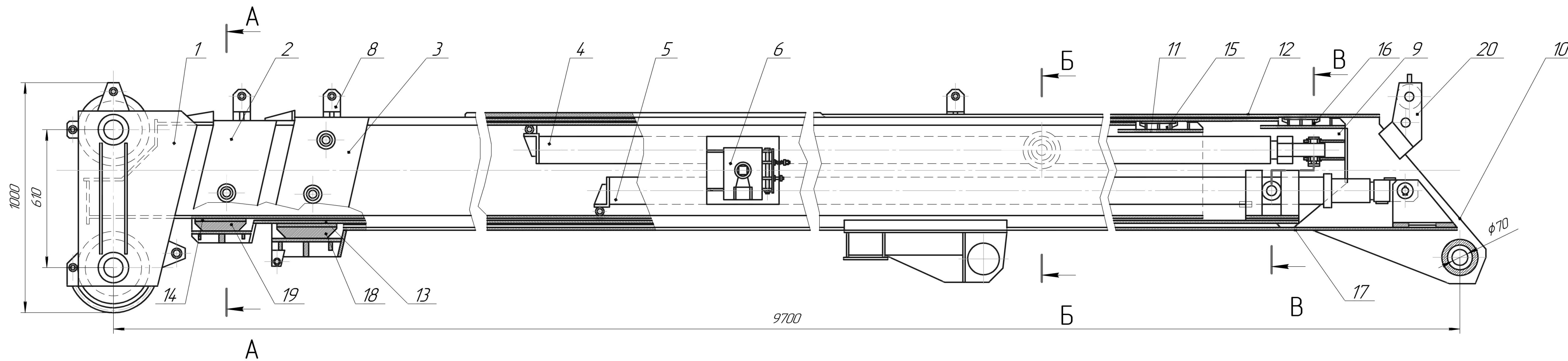
- діаметр штока 80мм.
- діаметр поршня 100мм.
- хід поршня 6м.
- тиск номінальний 16×10 Па.

Заправочні ємності

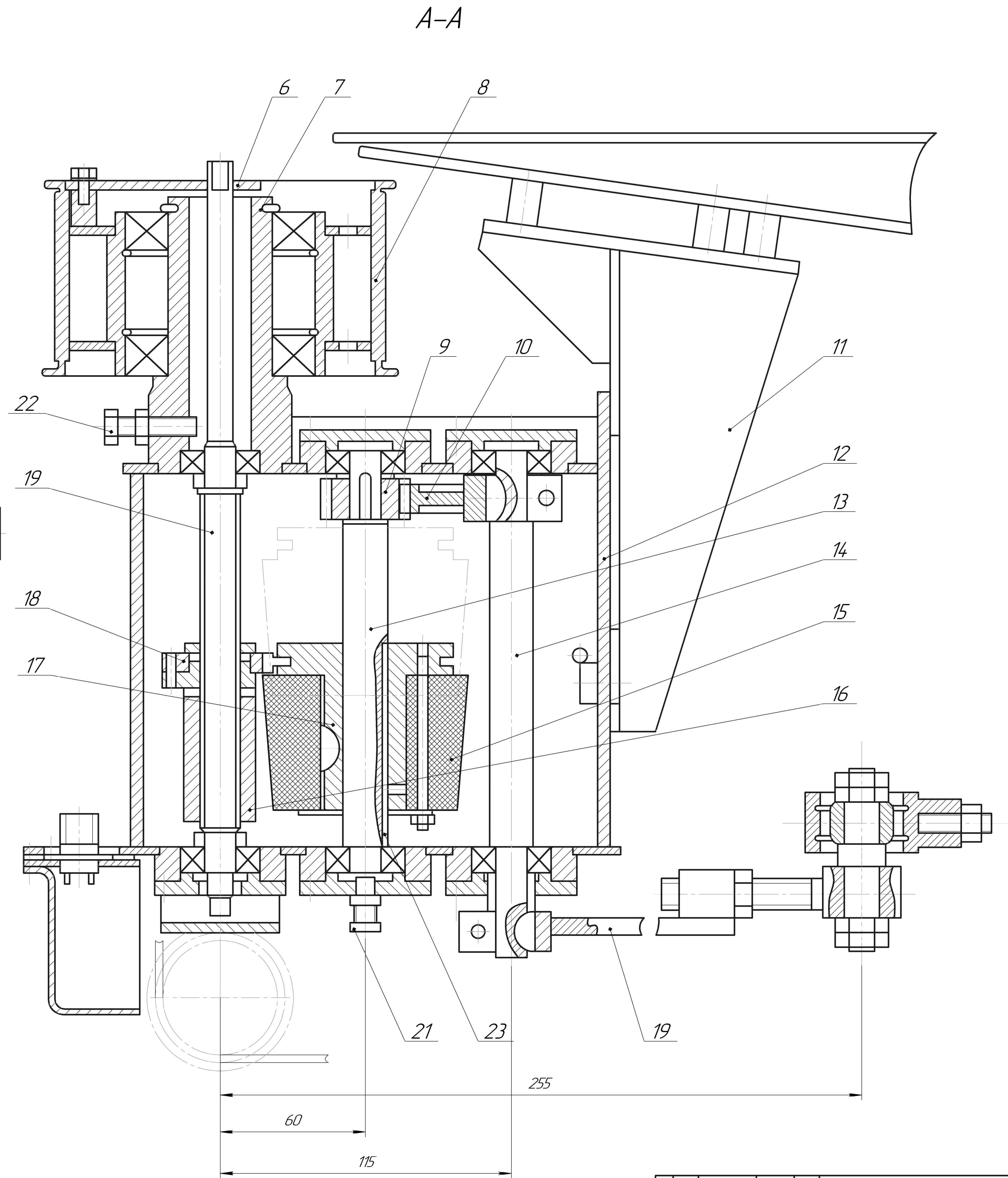
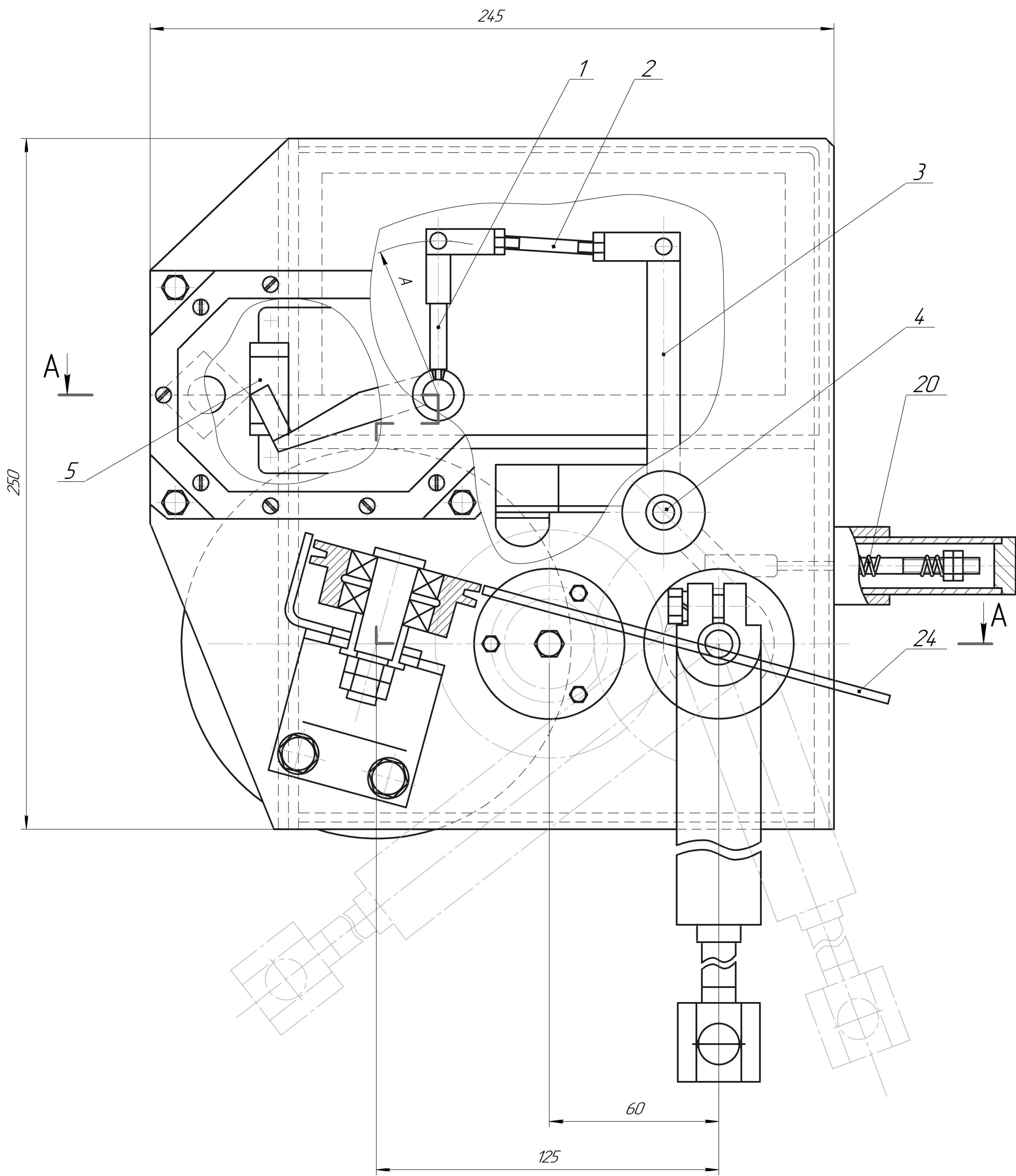
- бак мастильний 300л.
- вся гідросистема 400л.

Позначення	Найменування	Примітки
Б	гідробак	
БК	клапанний блок	
ВН1-ВН5	вентилі	
Д1-Д2	гідромотори	
ДР1-ДР5	дроселі	
ЗМ1-ЗМ9	гідромоти	
К31, К32	запорні клапани	
К0	зворотний клапан	
КТ1-КТ3, КТ6-КТ8	запобіжні клапани	
КТ4, КТ5	перезапускні клапани	
КТ1-КТ4	гальмівні клапани	
МН1-МН4	манометри	
Н	ручний насос	
НА1, НА2	гідронасоси	1. p=16 МПа; Q=1,320 л/с 2. p=16 МПа; Q=2,082 л/с
Р1, Р4, Р9, Р10	гідророзподільники	
Р2, Р3	двопозиційні крани	
Р5-Р8	гідророзподільники з електрокеруванням	
ОВ	обертальне з'єднання	
УТ	показник температури	
Ф	лінійний фільтр	
Ц1-Ц12, Ц19	гідроциліндри	
Ц13-Ц18	роз'єднувачі гальма	

08-62.МКР.05.00.000.Г3			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Котлярчук Д.В.		
Проб.	Славий А.В.		
Т.контр.			
Исполн.	Славий А.В.		
Утв.	Полещук Л.К.		
Гідравлічна схема принципова		Лист	1
		Листов	1
		ВНУ, 1ГМ-22М	



				08-62.МКР.05.05.000.СК		
				Стрела		
				(складальний кресленник)		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса
						Максимал
Разраб.		Котлярчук Д.В.				1/10
Проб.		Славский А.В.			Лист	Листов
Т.контр.						
Исполн.		Славский А.В.			ВНТУ, ІГМ-22М	
Удб.		Полещук Л.К.				



Лист пр. мен.
Лист №
Лист №
Лист №
Лист №
Лист №

				08-62.МКР.05.06.000.СК		
				Механізм сумувальний обмежувача вантажопіємості (складальний кресленник)		
Лист	Масса	Масштаб				
11		1				
				ВНТУ, ІГМ-22М		
				Копіювання		

Додаток В

СПЕЦИФІКАЦІЇ

**РОЗРОБКА ВАНТАЖОПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ АВТОМОБІЛЬНОГО
КРАНА**

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.				<u>Документация</u>			
	A1		08-62.МКР.05.02.000.СК.	Ледідка вантажна	1		
Стр. №				<u>Сборочные единицы</u>			
		1	08-62.МКР.05.02.100.СК	Редуктор Ц2У-250	1		
		2	08-62.МКР.05.02.200.СК	Стрічкове гальмо	1		
		3	08-62.МКР.05.02.300.СК	Напівмуфта	1		
		4	08-62.МКР.05.02.400.СК	Плита-противага	1		
		5	08-62.МКР.05.02.500.СК	Напівмуфта	1		
				<u>Детали</u>			
		6	08-62.МКР.05.02.001	Шків гальмівний	1		
Подп. и дата		7	08-62.МКР.05.02.002	Зірка	1		
		8	08-62.МКР.05.02.003	Кронштейн	1		
		9	08-62.МКР.05.02.004	Кронштейн	1		
		10	08-62.МКР.05.02.005	Кронштейн	1		
		11	08-62.МКР.05.02.006	Барабан	1		
		12	08-62.МКР.05.02.007	Штовхач	1		
		13	08-62.МКР.05.02.008	Важіль	1		
		14	08-62.МКР.05.02.009	Фіксатор	1		
Взам. инв. №				<u>Стандартные изделия</u>			
		15		Підшипник 1212	1		
Подп. и дата		16		Підшипник 1224	1		
	08-62.МКР.05.02.000.						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Катеринчук Д.О.					
	Пров.	Сладкий А.В.					
	Н.контр.	Сладкий А.В.					
Утв.	Поліщук Л.К.						
Ледідка вантажна					Лит.	Лист	Листов
						1	2
ВНТУ, 1ГМ-22М							

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
Перв. примен.				<u>Документация</u>						
			A1	08-62.МКР.05.01.000.СК	Механізм повороту	1				
					<u>Детали</u>					
				1	08-62.МКР.05.01.001	Шестерня	1			
				2	08-62.МКР.05.01.002	Вал вихідний	1			
				3	08-62.МКР.05.01.003	Колесо зубчасте	1			
				4	08-62.МКР.05.01.004	Колесо зубчасте	1			
				5	08-62.МКР.05.01.005	Вал-шестерня	1			
				6	08-62.МКР.05.01.006	Вал-шестерня	1			
				7	08-62.МКР.05.01.007	Втулка зубчаста	1			
				8	08-62.МКР.05.01.008	Шків гальмівний	1			
				9	08-62.МКР.05.01.009	Фланець	1			
Страв. №			10	08-62.МКР.05.01.010	Тяга	1				
			11	08-62.МКР.05.01.011	Траверса	1				
			12	08-62.МКР.05.01.012	Важиль	2				
Подп. и дата				<u>Стандартные изделия</u>						
			13		Підшипник 46220 ГОСТ 831-75	1				
Взам. инв. №				<u>Прочие изделия</u>						
			14		Гідромотор 210.20	1				
Подп. и дата			15		Гідророз'єднувач	1				
Инв. № покл.			08-62.МКР.05.01.000							
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	
			Разраб.	Катеринчук Д.О.						1
			Пров.	Сладкий А.В.				Механізм повороту		
					ВНТУ, 1ГМ-22М					
			Н.контр.	Сладкий А.В.						
			Утв.	Поліщук Л.К.						

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			08-62.МКР.05.05.000.СК	Стріла	1	
<u>Сборочные единицы</u>						
		1	08-62.МКР.05.05.100.СК	Верхня секція	1	
		2	08-62.МКР.05.05.200.СК	Середня секція	1	
		3	08-62.МКР.05.05.300.СК	Основа стріли	1	
		4	08-62.МКР.05.05.400.СК	Гідроциліндр	1	
		5	08-62.МКР.05.05.500.СК	Гідроциліндр	1	
		6	08-62.МКР.05.05.600.СК	Механізм блокування	1	
		7	08-62.МКР.05.05.700.СК	Шарнір	1	
<u>Детали</u>						
		8	08-62.МКР.05.05.001	Кронштейн	3	
		9	08-62.МКР.05.05.002	Кронштейн	1	
		10	08-62.МКР.05.05.003	Кронштейн	1	
		11	08-62.МКР.05.05.004	Плита ковзання	1	
		12	08-62.МКР.05.05.005	Плита ковзання	1	
		13	08-62.МКР.05.05.006	Плита ковзання	1	
		14	08-62.МКР.05.05.007	Плита ковзання	1	
		15	08-62.МКР.05.05.008	Башмак	1	
		16	08-62.МКР.05.05.009	Башмак	1	
		17	08-62.МКР.05.05.010	Башмак	1	
		18	08-62.МКР.05.05.011	Башмак	1	
		19	08-62.МКР.05.05.012	Башмак	1	
				08-62.МКР.05.05.000.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Катеринчук Д.О.			Лит.	Лист
Пров.		Сладкий А.В.				1
Н.контр.		Сладкий А.В.			Листов	
Утв.		Поліщук Л.К.			2	
Стріла					ВНТУ, 1ГМ-22М	

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
								Стр.
<u>Документация</u>								
A1				08-62.МКР.05.04.000.СК	Рама і платформа поворотна	1		
<u>Сборочные единицы</u>								
		1		08-62.МКР.05.04.100.СК	Шасі	1		
		2		08-62.МКР.05.04.200.СК	Неповоротна платформа	1		
		3		08-62.МКР.05.04.300.СК	Поворотна платформа	1		
<u>Стандартные изделия</u>								
		4			Гайка М22 ГОСТ11871-88	40		
		5			Болт М30 ГОСТ78005-80	24		
		6			Болт М30 ГОСТ78005-80	24		
		7			Шайба 30 ГОСТ6402-70	24		
		8			Гайка М30 ГОСТ11871-88	24		
		9			Болт М28 ГОСТ78005-80	4		
		10			Болт М28 ГОСТ78005-80	2		
				08-62.МКР.05.04.000.				
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Катеринчук Д.О.						
Пров.		Сладкий А.В.						
Н.контр.		Сладкий А.В.						
Утв.		Полещук Л.К.						
Рама і платформа поворотна						Лит.	Лист	Листов
ВНТУ, 1ГМ-22М								1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			08-62.МКР.05.06.000.СК	Механізм сумувальний обмежувача вантажопід'ємності	1	
<u>Детали</u>						
		1	08-62.МКР.05.06.001	Поводок	1	
		2	08-62.МКР.05.06.002	Тяга	1	
		3	08-62.МКР.05.06.003	Важиль	1	
		4	08-62.МКР.05.06.004	Ось	1	
		5	08-62.МКР.05.06.005	Потенціометр	1	
		6	08-62.МКР.05.06.006	Поводок	1	
		7	08-62.МКР.05.06.007	Цапфа	1	
		8	08-62.МКР.05.06.008	Барабан	1	
		9	08-62.МКР.05.06.009	Шестерня	1	
		10	08-62.МКР.05.06.010	Зубчастий сектор	1	
		11	08-62.МКР.05.06.011	Кронштейн	1	
		12	08-62.МКР.05.06.012	Корпус	1	
		13	08-62.МКР.05.06.013	Валик	1	
		14	08-62.МКР.05.06.014	Валик	1	
		15	08-62.МКР.05.06.015	Кудачок	1	
		16	08-62.МКР.05.06.016	Гайка	1	
		17	08-62.МКР.05.06.017	Втулка	1	
		18	08-62.МКР.05.06.018	Вилка	1	
		19	08-62.МКР.05.06.019	Валик	1	
08-62.МКР.05.06.000.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Катеринчук Д.О.			Лист	Листов
Пров.		Слабкий А.В.			1	2
Н.контр.		Слабкий А.В.			Механізм сумувальний обмежувача вантажопід'ємності ВНТУ, 1ГМ-22М	
Утв.		Поліщук Л.К.				

Додаток В

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ
РОЗРОБКА ВАНТАЖОПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ АВТОМОБІЛЬНОГО
КРАНА

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Розробка вантажопідйомної установки автомобільного крана»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ Кафедра «Галузевого машинобудування», ФМТ.
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unischek

Оригінальність 92,2% Схожість 7,8%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

✓ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Шенфельд В. Й.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unischek щодо роботи.

Автор роботи _____ Катеринчук Д.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Слабкий А.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)