Комплексна бакалаврська робота
Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

Конопльов Станіслав Ігорович
Частина І. Загальний аналіз конструкції вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

Волошин Євгеній Олександрович
Частина ІІ. Аналіз конструкції робочого обладнання вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

Зінченко Олександр Вікторович
Частина ІІІ. Організація процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

Керівник роботи **доц., к.т.н. Хруцький А.О.**

ВСТУП

Гірничі та гірничозбагачувальні підприємства представляють собою виробництва з видобутку й переробки корисних копалин, які відрізняються надзвичайною розмаїтістю видів, умов залягання та фізико-механічних властивостей. Це, у свою чергу, диктує велику різноманітність технологічних процесів видобутку, основними з яких є розкриття родовища, підготовка його до розробки, очисне виймання гірничої маси та необхідна переробка корисної копалини для подальшого використання (наприклад, збагачення руд для наступного металургійного переділу) [1-3].

Наприклад, під час підземної розробки рудних родовищ, зокрема залізорудних в умовах Кривбасу, застосовуються наступні основні технологічні процеси [4-13]:

- проходка горизонтальних та слабо похилих підземних виробок різного поперечного перетину з використанням як рейкового, так і безрейкового транспорту;

- проходка вертикальних та круто похилих (висхідних) підземних виробок буропідривним та буровим способами;

- селективне та неселективне очисне виймання гірничої маси.

Для механізації цих робіт випускається та використовується на практиці величезна кількість різноманітної техніки вітчизняного та закордонного виробництва. Це бурильні установки, верстати і ручний інструмент; обладнання для зарядки та підривання вибухових шпурів і свердловин; різноманітні машини для навантаження і транспортування відбитої гірничої маси; пристрої для кріплення виробок різними способами; установки для випуску руди з блоків, панелей та рудозвальних висхідних виробок (гезенків) тощо [9-12].

Переробка рудної сировини, що здійснюється на збагачувальних підприємствах, переслідує мету підвищення вмісту корисного компоненту (компонентів в разі роботи з поліметалевими рудами) в руді та видалення з неї шкідливих домішок. Для отримання потрібного металургам концентрату (концентратів) також

існують різні технологічні процеси переробки сировини.

Крім згаданих основних технологічних процесів, пов'язаних безпосередньо з видобутком і переробкою корисної копалини, існує також велика кількість допоміжних процесів, що служать для забезпечення основних та підтримки життєдіяльності видобувного чи збагачувального підприємства. Під землею, наприклад, використовується багато допоміжних операції під час виконання бурильних і транспортних робіт, підтримки підземних виробок у безпечному стані, провітрювання та осушення виробок, доставки матеріалів, устаткування і людей, будівництва комунікацій, монтажу та ремонту технологічного різноманітного обладнання.

Однак рівень механізації операцій допоміжного призначення явно недостатній. Багато операцій не механізовані зовсім і під час виконання цих робіт продовжує широко використовуватися ручна праця. Прикладом можуть бути операції, пов’язані з прибиранням та очищенням гірничих виробок від просипаної при здійсненні навантажувальних та перевантажувальних робіт гірничої породи, тобто догляд за ними та утримання в належному працездатному стані. Тому створення та практичне впровадження техніки для механізації усіх цих численних робіт є дуже важливим питанням, від вирішення якого залежить подальший розвиток гірничорудної галузі країни.

З огляду на вищесказане, актуальність представленої комплексної бакалаврської роботи, присвяченої аналізу конструкції та організації процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б, не викликає жодних сумнівів.

Об’єкти роботи:

- частина I – технологічні процеси виконання допоміжних операцій під час підземної розробки рудних родовищ;

- частина II – технологічні процеси навантаження гірничої маси та підйому вантажів під час утримання гірничих виробок та монтажу і ремонту механічного обладнання;

- частина III – технологічний процес експлуатації вантажника ковшового

ПКУ-Б.

Предмети роботи:

- частина I – вантажник ковшовий ПКУ-Б;

- частина II – змінне робоче обладнання вантажника ковшового ПКУ-Б;

- частина III – параметри режимів експлуатації вантажника ковшового ПКУ-Б.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
Кафедра гірничих машин і обладнання

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної (бакалаврської) роботи

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Тема роботи:

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

Частина І

Загальний аналіз конструкції
вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

РЕФЕРАТ

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б. Частина І. Загальний аналіз конструкції вантажника ковшового універсального ПКУ-Б. Конопльов Станіслав Ігорович. Криворізький національний університет, факультет механічної інженерії та транспорту, кафедра гірничих машин і обладнання, група ЗГМБ-23-1ск.– Кривий Ріг: КНУ, 2026. Загальний обсяг роботи: сторінок – 173, ілюстр. – 50, табл. – 19, література – 23; креслень – 12.

У першій частині роботи здійснено обґрунтування вибору механічного обладнання, описано загальну конструкцію і принцип роботи вантажника ковшового універсального ПКУ-Б, проаналізовано конструктивні особливості його основних вузлів, зроблена оцінка технічного рівня установки.

Ключові слова: обладнання для механізації допоміжних технологічних процесів підземного видобутку руд, вантажник ковшовий універсальний ПКУ-Б.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Основні технологічні процеси підземного видобутку міцних руд і техніка, що використовується для цього

Подальший розвиток гірничо-металургійної галузі України передбачає удосконалення усіх ланок видобутку і переробки рудної сировини, виробництва металу та металевої продукції, перебудову економічних відносин, широкий вихід на світові ринки збуту.

У цьому аспекті важливим напрямком є підвищення ефективності існуючих технологічних процесів гірничодобувної та гірничозбагачувальної галузей за рахунок раціональної механізації виконуваних робочих операцій.

Підземний видобуток металевих руд, у тому числі залізних, характеризується певним порядком виконання етапів розробки та технологічних процесів в кожному з них.

На першому етапі розробки відбувається розкриття родовища, під час якого потрібно дістатися до рудного тіла. Потім (на другому етапі) здійснюється підготовка цього рудного тіла до майбутнього очисного виймання, в процесі якої гірничий масив розділяється на окремі об’єми, а руда в них послідовно дробиться вибуховим способом для отримання транспортабельної суміші шматків. І, нарешті, на третьому етапі відбувається процес очисного виймання, тобто випуску руди з цих об’ємів та транспортування її на поверхню.

Усі ці роботи виконуються з використанням таких основних технологічних процесів, як проходка підземних гірничих виробок та очисне виймання руди.

Будівництво горизонтальних виробок в умовах залізорудних шахт з огляду на високу міцність руд та порожніх порід здійснюється практично виключно за допомогою буропідривного способу, коли проходка представляє собою циклічний процес, в кожному циклі якого послідовно виконуються операції буріння шпурів, зарядки їх вибухівкою і підривання, прибирання відбитої гірничої породи та кріплення пройденої в циклі дільниці виробки. Далі цикли повторюються.

В залежності від існуючих гірничо-геологічних умов даного родовища застосовуються різні способи розробки, які потребують певних характеристик виробок та механізмів, що працюють в них:

- для проходки горизонтальних виробок малого перетину (4-7 м^2) через надзвичайно стиснені умови роботи використовують здебільшого ручні бурильні і зарядні пристрої (перфоратори, найпростіші переносні бурильні установки, переносні зарядні машини). Відбита порода транспортується скреперними лебідками або компактними навантажувально-транспортними машинами. Доставка та монтаж кріплення також ведуться за допомогою лише найпростішого малогабаритного ручного інструменту;

- горизонтальні виробки більшого поперечного перетину (7-12 м^2) дають можливість застосовувати більш складні механізми, такі як самохідні шахтні бурильні установки, що дають можливість механізувати більшість бурильних операцій, пересувні та самохідні зарядні машини, самохідні навантажувально-транспортні машини, підйоймно-транспортне та тягальне обладнання, установки для укладання бетону за опалубку та нанесення набризк-бетону, машини для доставки людей, матеріалів, обладнання. В залежності від організації транспортних робіт на конкретному руднику ця техніка може базуватися як на колісно-рейкових ходових частинах, так і на безрейкових (наприклад, пневмошинних);

- горизонтальні виробки з площею поперечного перетину більше 12 м^2 будуються та обслуговуються в основному безрейковим транспортом. В таких умовах з'являється можливість застосування потужної високопродуктивної самохідної техніки (самохідних вагонів, підземних автосамоскидів).

Що стосується вертикальних та круто похилих виробок (вентиляційних, рудозвальних, ліфтових, господарчих тощо) то їхня проходка може здійснюватися як буропідривним, так і буровим способами. Перший з них в наш час більшменш механізований за допомогою використання прохідницьких комплексів типу КПВ з помостом, який переміщається по монорейці пневматичним приводом. Але операції буріння висхідних шпурів телескопними перфораторами та зарядки їх вибухівкою здійснюються зі значною часткою ручної праці, що робить цей

спосіб важким, малопродуктивним та доволі небезпечним. В останній час він активно витісняється буровою проходкою висхідних виробок за допомогою бурильних верстатів (комбайнів), постачених робочими органами шарошкового типу. Буріння виробок здійснюється у будь-якому напрямку (зверху-вниз, знизу-нагору) або з попередньою проходкою пілот-свердловини, або відразу на повний перетин виробки. Такий спосіб забезпечує механізацію практично усіх операцій проходки, безпеку роботи обслуговуючого персоналу та ідеальну геометричну форму виробки, що може бути важливим з огляду на її подальше використання (наприклад, гладкі стінки виробки знижують опір повітрю у висхідних вентиляційного призначення).

Очисне виймання руди в залежності від її цінності може здійснюватися як селективно (вибірково), так і неселективно (масовий випуск). Для високопродуктивного очисного виймання використовуються вібраційні машини, скреперні лебідки, магістральний локомотивний транспорт. Але докорінно змінити процес можуть лише циклічно-потокові та потокові технології транспорту руди із застосувань механічних засобів безупинної дії у вигляді очисних доставкових комплексів у складі вібраційної техніки для випуску руди та конвеєрного транспорту для її доставки у межах очисних блоків.

Звісно, переваги такого обладнання не можна у повній мірі отримати через необхідність його співпраці з циклічною електровозною відкаткою на магістральній дільниці внутрішньошахтного транспорту, заміна якої в масштабах вітчизняних шахт найближчим часом неможлива, адже потребуватиме величезних капітальних витрат. Тому більш реальним представляється варіант часткового удосконалення локомотивної відкатки (наприклад, шляхом використання технологій і механізмів для безупинного завантаження і розвантаження потягів для зменшення непродуктивних втрат часу на ці операції).

Окрім перерахованих основних технологічних процесів підземного видобутку руд існує багато допоміжних, які призначені для забезпечення основних (демонтаж, заправляння та заточування бурового інструменту, вторинне дроблення негабаритів, приведення виробок у безпечний стан після підриву шпурів,

місцеве провітрювання та осушення виробок, допоміжні операції кріплення, прибирання просипів гірничої маси, доставка матеріалів та обладнання), монтажу і демонтажу обладнання та підтримки життєдіяльності підземного підприємства (прокладка водовідливних канавок, навішування кабелів і трубопроводів, будівництво рейкових та безрейкових шляхів і догляд за ними тощо).

Для механізації цих робіт потрібна величезна кількість зручних і високопродуктивних засобів. Але існуючий рівень механізації допоміжних операцій, на жаль, суттєво поступається наявному рівню механізації основних. Значний відсоток таких робіт досі виконується вручну через відсутність подібного обладнання, що негативно позначається на техніко-економічних характеристиках вітчизняних рудників та на умовах праці гірників.

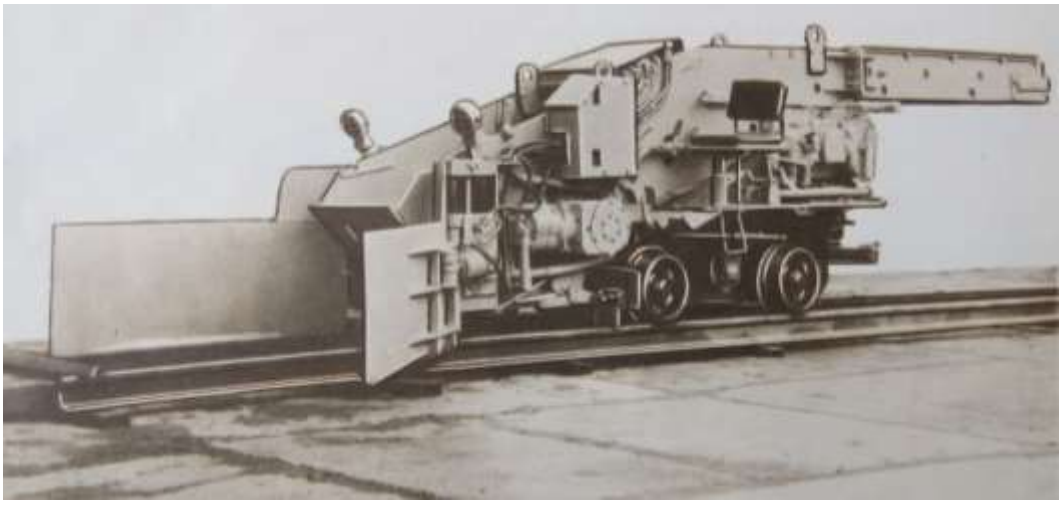
Таким чином, створення та використання на практиці засобів механізації допоміжних операцій підземного видобутку руд є дуже важливою задачею. Нижче будуть розглянуті деякі позитивні кроки на цьому шляху.

1.2 Обладнання для механізації операцій догляду за працездатним станом підземних гірничих виробок

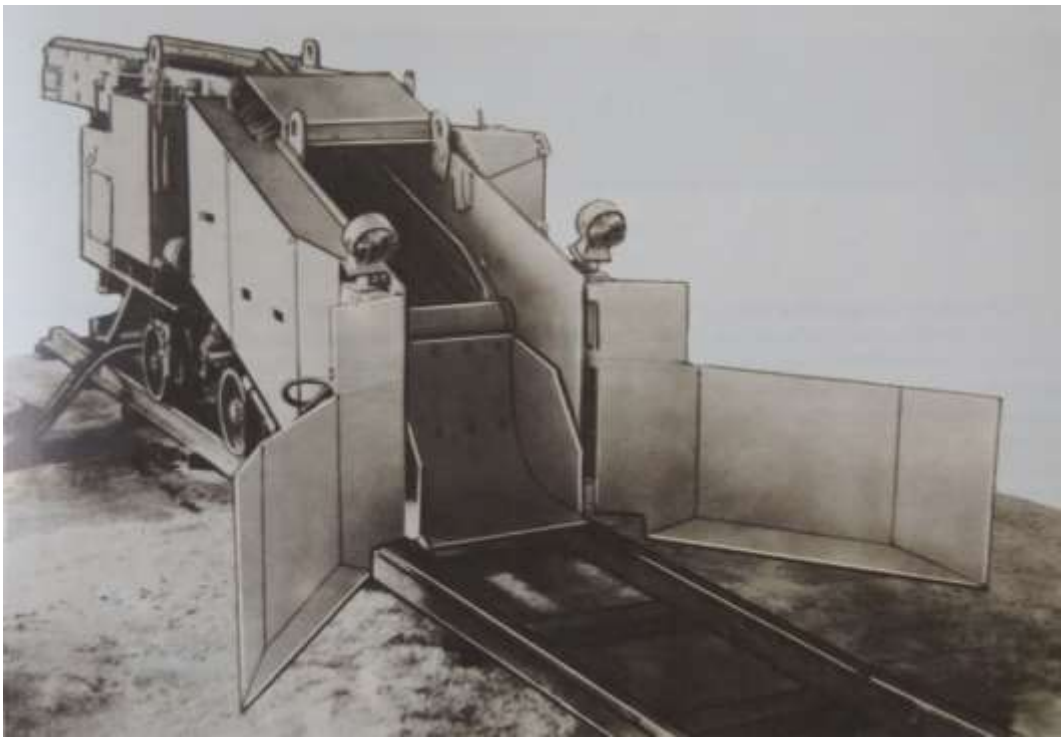
В інституті «КриворіжНДПІрудмаш» (м. Кривий Ріг), який протягом довгого часу був головним вітчизняним розробником техніки для підземного видобутку рудних родовищ, створено декілька конструкцій машин для механізації операцій з догляду за підземними гірничими виробками і приведення їх в належний робочий та безпечний стан. З найбільш цікавих зразків такого обладнання слід відзначити установку МВ-3 та різні модифікації вантажників з ковшовими робочими органами на рукоятці.

Машина МВ-3 призначена для механізації процесу прибирання гірничих виробок від гірничої маси, що просипалася під час її завантаження і транспортування. Установка має колісно-рейкову ходову частину з поворотною платформою на ній, пневматичний привод та забірну частину у складі ковшового робочого органу, рухомих бічних відвалів та збірного стрічкового конвеєра. Відвали

підбирають породу з боків виробки і зосереджують її перед ковшем, а він захоплює гірничу масу і шляхом переміщення у вертикальній площині переміщує її на конвеєр, де вона накопичується або перевантажується у причеплений ззаду машини вагон. На рис. 1.1 показаний зовнішній вигляд машини МВ-3, а в табл. 1.1 приведені її основні технічні характеристики [10-12].



а



б

Рисунок 1.1 – Машина МВ-3 для прибирання гірничих виробок:
а – вигляд збоку; *б* – вигляд спереду

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики машини МВ-3

Показники	Значення
Технічна продуктивність:	
під час очищення виробок, м/хв., не менше	3,0
під час навантаження, $м^3$/хв. (т/хв.), не менше	0,4 (0,7)
Ємність ковшу, $м^3$, не менше	0,16
Найбільша ширина захвату відвалами машини, мм, не менше	3700
Висота розвантаження конвеєра, мм	1300
Вид енергії	стиснене повітря (0,5 МПа)
Витрата повітря, $м^3$/год.	28
Максимальний розмір шматка гірничої маси, що завантажується, мм	450
Тривалість робочого циклу навантаження гірничої маси, с, не більше	20
Швидкість пересування на горизонтальній дільниці шляху, км/год., не більше	3,0
Колія, мм	750; 900
Радіус заокруглення рейкового шляху, м	15
Габаритні розміри у транспортному положенні, мм:	
довжина	7300±100
ширина	1350±50
висота	1600±50
Маса, кг, не більше	8000

Ковшові вантажники крім прибирання просипу можуть використовуватися для копання водовідливних канавок у гірничих виробках. На рис. 1.2 показаний зовнішній вигляд пневматичного вантажника ПКШ, призначеного для роботи у виробках завширшки не менше 2500 мм, обладнаних рейковою колією 600, 750 або 900 мм. В табл. 1.2 приведені його технічні характеристики [9].

На рис. 1.3 показаний ковшовий вантажник-тягач типу ПТР.

Розвитком суто ковшових конструкцій вантажників стали рейкові установки з більш розширеним вибором змінного робочого обладнання. Яскравим прикладом тут може бути серія машин ПКУ.



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд ковшового вантажника ПКШ

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики ковшового вантажника ПКШ

Показники	Значення
Місткість ковшів, $м^3$:	
навантажувального	0,115
для проходки водовідливних канавок	0,05
Найбільший радіус навантаження, м	4,0
Висота розвантаження, мм, не більше	1550
Колія, мм	600; 750; 900
Витрата повітря при тиску в мережі 0,5 МПа, $м^3$/хв.	до 29
Тривалість робочого тиску, с	4
Габаритні розміри у транспортному положенні, мм:	
довжина	4100
ширина	1200
висота	1650
Маса з ковшем місткістю 0,05 $м^3$, кг	7350

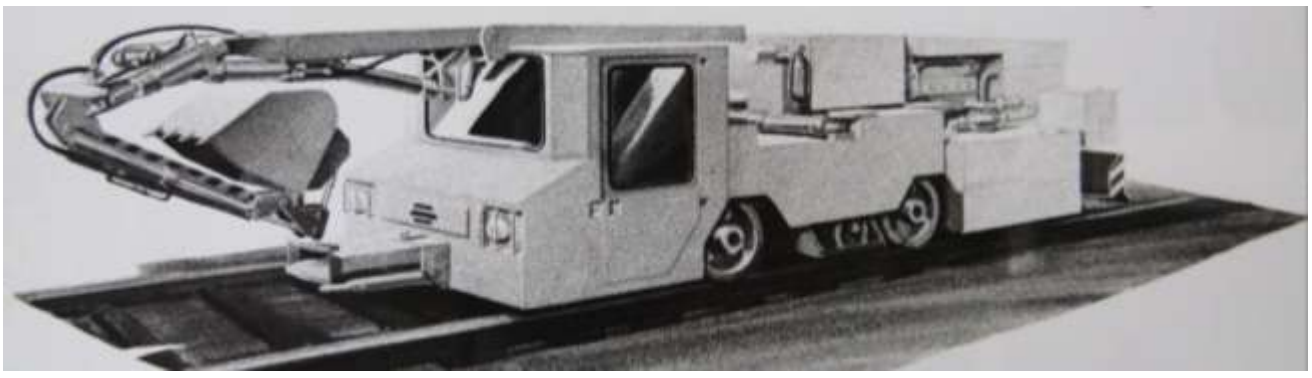
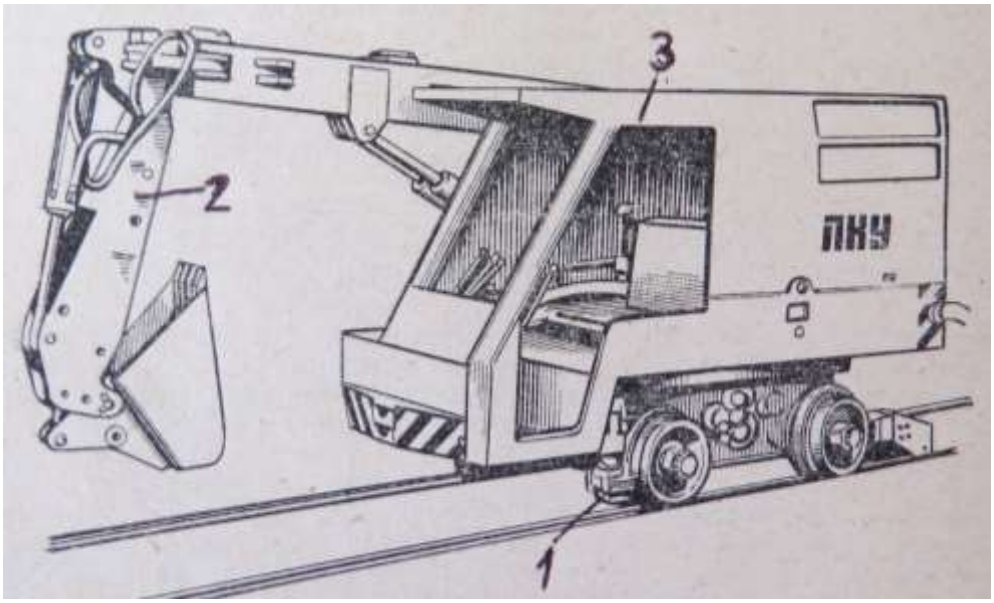
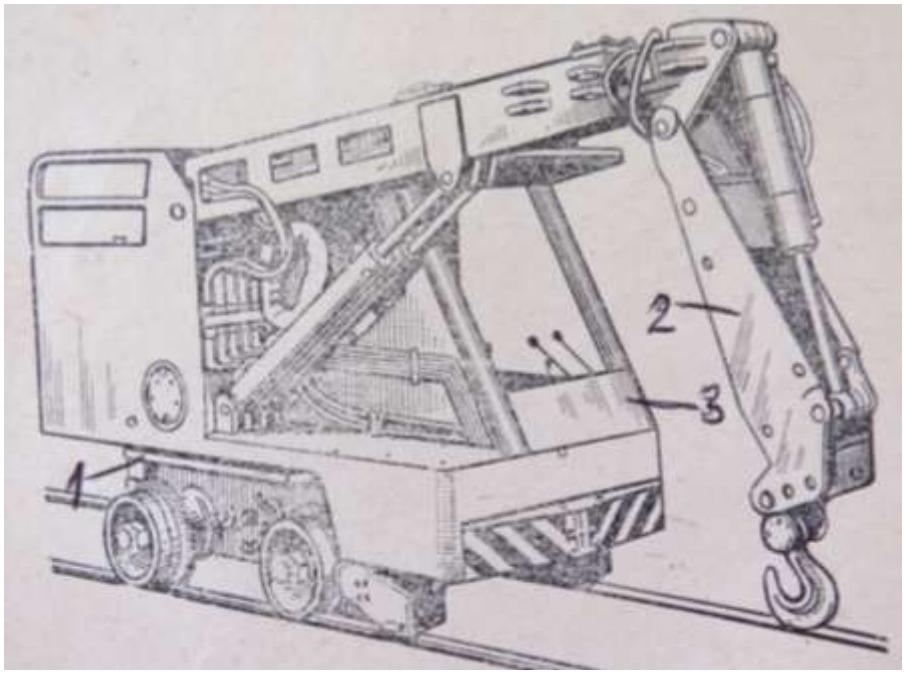


Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд ковшового вантажника-тягача ПТР

На рис. 1.4 показані схеми універсального ковшового вантажника ПКУ з ковшем (рис. 1.4*а*) та з гаком (рис. 1.4*б*) [12]. Установка складається ходової 1 та забірної 2 частин і кабіни 3. Окрім ковшів (пряма і зворотна лопати) і гаку, вантажник комплектується також грейфером та вилочним захватом. Машина має пневмогідравлічний привод.



а



б

Рисунок 1.4 – Схеми універсального ковшового вантажника ПКУ:
а – з ковшем; *б* – з гаком;
1 – ходова частина; 2 – забірна частина; 3 – кабіна машиніста

На базі вантажника ПКУ, що набув широку популярність на теренах минулого СРСР, була розроблена модернізована конструкція ПКУ-А. Вона мала вищі показники призначення у порівнянні зі своїм попередником і була призначена, крім механізації процесів навантаження гірничої маси при проведенні та очищенні водовідливних канавок і траншей, прибиранні виробок від просипів гірничої маси, проходки ніш та інших робіт, для механізації вантажопідйомних операцій під час ремонту і монтажу обладнання.

Як і вантажник ПКУ, установка ПКУ-А обладнана ковшами в положеннях прямої і зворотної лопати, гаком, грейфером та вилочним захватом. Використання машини дає можливість суттєво (у декілька разів) підвищити продуктивність праці робітників, скоротити їхню кількість, прискорити підготовку гірничих виробок до експлуатації, зменшити можливості травмування та аварій на внутрішньошахтному транспорті, підтримувати нормальний санітарно-гігієнічний стан підземних виробок.

На рис. 1.5 показаний зовнішній вигляд вантажника ПКУ-А у варіантах постачання його грейфером (*а*) та вилочним захватом (*б*) [11].

В табл. 1.3 приведені технічні характеристики ковшових вантажників ПТР, ПКУ та ПКУ-А [11,12].

Наступним етапом розвитку серій машин ПКУ в інституті «Криворіж-НДПІрудмаш» стала розробка удосконаленої конструкції ПКУ-Б. Далі про неї піде більш докладна розмова.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики універсальних ковшових вантажників

Показники	ПТР	ПКУ	ПКУ-А
Місткість, $м^3$:			
навантажувального ковшу	0,16	0,07	0,15
ковшу для проходки канавок	0,08	0,04	0,05
грейфера	-	0,15	0,15
Технічна продуктивність, $м^3$/хв., не менше:			
під час навантаження	0,4	-	0,3
під час проходки канавок	0,2	-	0,13
Вантажопідйомність на гаку (не більше), кН	-	10	10
Число черпань за хвилину	-	2-3	3-4
Висота підйому вантажу (не більше), мм	-	3500	3600
Швидкість пересування, км/год.	10	4	4
Потужність приводу, кВт	-	34	16
Габаритні розміри, мм:			
довжина	7000	4000	4000
ширина	1350	1180	1100
висота	1650	1600	1600
Маса, кг	8700	6350	5800

2 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВОЇ МАШИНИ

Опис конструкції та розробка заходів процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б виконані згідно з [14-20].

2.1 Призначення, склад та індексація виробу

Вантажник ПКУ-Б (далі вантажник) призначений для механізації процесів навантаження гірничої маси під час проведення та очищення водовідливних канавок і траншей, очищення горизонтальних гірничих виробок від просипів породи та інших робіт, а також для механізації вантажопідйомних робіт під час ремонту і монтажу обладнання в горизонтальних відкотних виробках (шириною не менше 2500 мм) підземних гірничодобувних підприємств, обладнаних рейковою колією розмірами 600 або 750 мм (радіус заокруглення рейкового шляху не менше 15 м) та пневматичною магістраллю з умовних проходом не менше 50 мм з тиском повітря в ній $0{,}5^{+0{,}1}_{-0{,}05}$ МПа (при тиску повітря менше 0,45 МПа технічні дані вантажника будуть відрізнятися від приведених нижче, в п. 2.3).

Загальний зовнішній вигляд установки показаний на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

До складу виробу входять:

- власне вантажник у зібраному вигляді з основним ковшем для проходки водовідливних канавок місткістю 0,075 м^3 в положенні «зворотна лопата» та залитим у бак маслом в об'ємі не менше 50 л;

- шухляда з інструментом, приладдям, запасними частинами та товаро-супроводжувальною документацією (формуляр, керівництво з експлуатації, відомість запасних частин та інструменту);

- комплект змінних робочих органів:

  - навантажувальний ківш місткістю 0,13 м^3;

  - гакова підвіска для підйомно-транспортних робіт;

  - грейферний ківш місткістю 0,15 м^3;

  - вилочний захват для вантажів;

  - кронштейн для установки кріплення.

Вантажник має колісно-рейковий хід для колії 750 або 600 мм і постачений стрілою, на кінці якої встановлена рукоятка з ковшем (як на рисунку) або з іншим змінним робочим обладнанням для виконання вказаних вище технологічних операцій.

Індекси вантажника:

- на колію 750 мм – ПКУ-Б;

- на колію 600 мм – ПКУ-Б-600.

2.2 Маркування та пакування виробу

На кожній машині з лівого боку прикріплена табличка за ДСТУ 12971, виконана згідно з вимогами ДСТУ 12969, з наступними даними:

- найменуванням заводу-виготовлювача або товарним знаком;

- найменуванням та умовним позначенням вантажника;

- порядковим номером за заводською системою нумерації;

- роком та місяцем випуску;

- позначенням ТУ.

Маркування наноситься ударним або іншим способом, що забезпечує чіткість надписів на цілий період служби вантажника.

Що стосується упаковки, то вантажник, запасні частини, інструмент, приладдя та змінні частини виробу піддаються консервації згідно з ДСТУ 9.014. Група виробів – II-I, група запасних частин, інструменту, приладдя та змінних частин – 1-2.

Варіант тимчасового захисту виробу – ВЗ-2 (робоче масло з маслорозчинним інгібітором АКОР-1 за ДСТУ 15171 при концентрації 5%). Варіант тимчасового захисту запасних частин, інструменту, приладдя та змінних частин – ВЗ-1. Варіант внутрішньої упаковки запасних частин (окрім рукавів), інструменту та приладдя – ВУ-5.

Термін захисту без повторної консервації для категорії умов зберігання та транспортування 7 (Ж1) за ДСТУ 15150 – 18 місяців. В разі більш тривалого терміну зберігання повторна консервація здійснюється через кожні 18 місяців.

Вантажник може поставлятися споживачеві або у зібраному вигляді без упаковки, або в зібраному вигляді чи розібраному га транспортабельні частини в упаковці. Категорія захисту вантажника без упаковки – КУ-0, в упаковці (шухляді) – КУ-1 за ДСТУ 23170. Тип шухляди III-I за ДСТУ 10198.

Змінні та запасні частини, інструмент і приладдя пакуються в шухляду згідно з ДСТУ 10198, тип шухляди – II-I, категорія упаковки – КУ-2 за ДСТУ 23170. Внутрішня частина шухляди вистилається водонепроникним матеріалом: руберойдом за ДСТУ 10923 або покрівельним пергаміном за ДСТУ 2697.

Один екземпляр пакувального листа, технічна та інша товаросупроводжувальна документація, що поставляється разом з виробом, герметично пакуються у пакет з поліетиленової плівки за ДСТУ 10354 товщиною не менше 0,15 мм або двошарового пакувального паперу за ДСТУ 8828 та розміщуються у шухляді із запасними частинами, на якій наноситься надпис «Документація тут». Другий екземпляр пакувального листа укладається в пакет або загортається у два-три шари водонепроникного матеріалу і закріплюється в кабіні вантажника до спинки сидіння.

2.3 Інструмент і приладдя

Вантажник ПКУ-Б постачається комплектом інструменту, приладдя та запасних частин згідно з переліком, що приводиться у товаросупроводжувальних документах, які поставляються споживачеві.

Інструмент, приладдя та запасні частини, а також товаросупроводжувальні документи знаходяться у запакованому вигляді у спеціальній шухляді (див. п. 2.2).

2.4 Технічні характеристики вантажника

Технічні характеристики вантажника ковшового універсального ПКУ-Б приведені в табл. 2.1.

2.5 Загальна будова та принцип дії вантажника

Принципова схема вантажника ПКУ-Б показана на рис. 2.2. Машина складається з ходового візка 1 з установленими на валах ходових коліс цапфами 2, за допомогою яких на візку змонтована кабіна 3 із закріпленою на ній поворотною опорою 4. На останній шарнірно встановлена забірна частина 5 (стрілою). Стріла в горизонтальній площині встановлена по центру кабіни і може переміщатися нагору-вниз та вліво-вправо відносно опорної поверхні вантажника. Рукоятка стріли з робочим органом може розвертатися відносно неї у вертикальній площині та в поперечному напрямку в обидва боки від поздовжньої осі стріли. Можливість цих рухів забезпечується гідроциліндром забірної частини. Поворот стріли у горизонтальній площині здійснюється за гідроциліндрів поворотної опори, встановлених під передньою частиною кабіни.

Ходовий візок машини постачений гідромотором, який за допомогою зубчастих передач кінематичним чином пов'язаний з колісними парами.

Принципова кінематична схема машини показана на рис. 2.3.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

Показники	Значення
Технічна продуктивність, $м^3$/хв.:	
під час навантаження гірничої маси	0,36
під час проходки водовідливних канавок	0,2
Місткість ковшів, $м^3$:	
навантажувального	0,13
для проходки водовідливних канавок	0,075
грейферного	0,15
Найбільша ширина захвату, мм	4100
Найбільший радіус навантаження, мм	4100
Вантажопідйомність на гаку, кН:	
при максимальному вильоту стріли	5,0
при мінімальному вильоту стріли	10,0
Найбільша висота підйому вантажу, мм, не менше*:	
при вантажопідйомності 5,0 кН	3250
при вантажопідйомності 10,0 кН	2200
Ширина колії, мм	600; 750
Вид енергії	пневматична
Питома витрата повітря, , $м^3/м^3$, не більше:	
під час навантаження гірничої маси	60
під час проходки водовідливних канавок	115
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм, не більше:	
довжина	5000
ширина	1200
висота	1650
Маса, кг, не більше	6400
Питома маса, т/$м^3$·хв., не більше**	17,8
Середній ресурс до капітального ремонту, $м^3$ (місяців) не менше	10800 (36)
Установлений ресурс до капітального ремонту, $м^3$, не менше	7500
Середнє напрацювання на відмову, год., не менше	100
Установлене безвідмовне напрацювання, год.	60
Повний середній термін служби, років, не менше	4,5
Питома трудомісткість технічних обслуговувань та ремонтів, чол.·год./год., не більше	0,35

*Від зіву гаку до рівня головок рейок.

**Відношення маси вантажника до технічної продуктивності під час навантаження.

Конструкція вантажника дозволяє можливість установки ковшу місткістю 0,075 м^3 (для проходки водовідливних канавок) в положеннях «пряма лопата» і «зворотна лопата», а навантажувальний ківш місткістю 0,13 м^3 встановлюється лише в положенні «пряма лопата».

Для приведення в дію усіх механізмів машини (гідромотору приводу ходового візка та гідроциліндрами керування забірною частиною), а також управління ними вантажник обладнаний гідравлічною системою, насос якої живиться від пневмодвигуна. Особливості конструкції та роботи гідросистеми будуть докладно розглянуті у другій частині роботи.

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ВАНТАЖНИКА ПКУ-Б

3.1 Аналіз конструктивного виконання складальних частин вантажника

3.1.1 Ходовий візок

Ходовий візок представляє собою двовісну колісно-рейкову конструкцію (рис. 3.1). Вали 1 ходових коліс 2 за допомогою зубчастих передач, розміщених всередині корпусу 3, пов'язані між собою та гідромотором 4 кінематичним чином. Гідромотор знаходиться між ходовими колесами і закріплений на корпусі за допомогою перехідного фланцю 5. Кінематичну схему ходового візка можна побачити на рис. 2.3.

З протилежного боку від гідромотора розміщений механізм перемикання 6, призначений для відключення валу гідромотора від трансмісії ходових коліс з метою забезпечення можливості транспортування вантажника електровозом. Вмикання і вимикання механізму здійснюється за допомогою рукоятки 7 з фіксацією останньої у двох крайніх положеннях. На рис. 3.1 механізм показаний у положенні «увімкнено». Для транспортування вантажника електровозом потрібно вимкнути пристрій шляхом переміщення рукоятки 7 в положення «на себе» і зафіксувати її. Дуже важливо пам'ятати, що транспортування вантажника електровозом допускається лише при відключеному гідромоторі!

На кінцях валів 1 встановлені цапфи 8 для з'єднання ходового візка з кабіною вантажника.

На верхній частині візка встановлена горловина 9 для заливки масла з масловказівником 10. В передній нижній частині корпусу передбачена пробка 11 для зливу масла.

Для переходу з одного розміру колії на інший потрібно лише замінити ходові колеса.

3.1.2 Забірна частина

Забірна частина вантажника складається зі стріли 1, рукоятки 2, кронштей-

нів 3 і 4, забірного органу (ковшу) 5 та гідроциліндрів 6, 7 та 8 (рис. 3.2).

Гідроциліндр 6 служить для повороту рукоятки в горизонтальній площині, гідроциліндр 7 – для її повороту у вертикальній площині, а гідроциліндр 8 – для повороту ковшу у вертикальній площині.

Гідроциліндр 9 (див. рис. 2.2) відповідає за процес підйому усієї забірної частини у вертикальній площині. Поворот останньої у горизонтальній площині здійснюється двома гідроциліндрами, розташованими у передній нижній частині машини через опору поворотну 4 (див. рис. 2.2).

3.1.3 Кабіна

Кабіна вантажника представляє собою зварну металоконструкцію, виконану з листової сталі та прокату. В кабіні встановлено одномісне сидіння машиніста та пульти керування вантажника.

Передня частина кабіни постачена поворотною платформою для навішування забірної частини вантажника та повороту її в горизонтальній площині за допомогою двох гідроциліндрів. Крім того, на ній є дві відкидні опори для за безпечення стійкості установки під час ведення вантажопідйомних робіт.

У задньому звукоізольованому відсіку кабіни розміщується маслостанція, а в ніші – барабан для намотування підвідного рукава.

Оскільки основним вмістом кабіни є обладнання гідравлічної системи, необхідне для керування робочими органами вантажника, більш докладна мова про її конструктивне виконання та вузли гідросистеми піде нижче, у другій частині роботи.

3.2 Розрахунки конструктивних та експлуатаційних параметрів вантажника

3.2.1 Обгрунтування вибору приводу маслостанції

Для визначення потужності пневмодвигуна потрібно пам’ятати, що тиск робочої рідини в гідросистемі машини створюється насосом НШ 71-3, характеристика якого приводиться в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика насосу НШ 71-3

Показники	Значення
Робочий об'єм, q, см^3, у тому числі:	71
потік для ходової частини, q_1	35,5
потік для решти гідрообладнання (гідроциліндрів), q_2	35,5
Тиск масла, Па:	
номінальний, $p_{рн}$	$150 \cdot 10^5$
максимальний, p_{max}	$200 \cdot 10^5$
Частота обертання, $n_н$, об/хв.	1500
К.к.д.:	
об'ємний, $\eta_{об}$	0,92
повний, $\eta_п$	0,85

Рідина, що подається насосом НШ 71-3 в магістраль, проходить через роздільник потоку, який ділить потік масла на дві рівні частини: на ходовий візок та на решту гідравлічного обладнання (гідроциліндри).

З огляду на це, вибираємо найбільш важкі умови роботи гідросистеми – роботу ходової частини за допомогою гідромотору МР-1, коли тиск в останньому дорівнює $p_{рг\ дв} = 150 \cdot 10^5$ Па; при цьому циліндри не працюють, масло перекачується на злив, тиск в зливній магістралі дорівнює $p' = 15 \cdot 10^5$ Па.

Потужність пневмодвигуна становитиме:

$$N' = \frac{\Delta pQq}{612\eta_п} = \frac{(p_{рг\ дв}q_1 + p'q_2)n\eta_{об}}{612\eta_п} = \frac{(150 \cdot 0{,}0355 + 15 \cdot 0{,}0355) \cdot 1500 \cdot 0{,}92}{612 \cdot 0{,}85} = 15{,}5 \text{ кВт.}$$

Вибираємо для установки на вантажнику пневмодвигун П16-25 з потужністю $N = 16$ кВт та з частотою обертання $n = 1500$ об/хв. при номінальному тиску в пневмомережі (на вході в пневмотор) $p = 5 \cdot 10^5$ Па.

Перевіримо, чи достатній крутний момент пневмодвигуна П16-25 під час роботи на запобіжному клапані, що налаштований на тиск $p = 150 \cdot 10^5$ Па. Момент на вихідному валу насосу можна визначити за допомогою наступної формули:

$$N = \frac{\Delta pqn\eta_{об}}{612} = \frac{M_н n}{974};$$

$$M_н = \frac{975\Delta pq\eta_{об}}{612\eta_п} = \frac{1{,}59\Delta pq}{\eta_м} = \frac{1{,}59\left(p_{рг\,дв}q_1 + p'q_2\right)}{\eta_м} =$$

$$= \frac{1{,}59(150\cdot 0{,}0355 + 15\cdot 0{,}0355)}{0{,}92} = 10{,}1 \text{ кг·м} = 101 \text{ Н·м},$$

де $\eta_м = \frac{\eta_п}{\eta_{об}} = \frac{0{,}85}{0{,}92} = 0{,}92.$

Номінальний крутний момент на валу пневмодвигуна П16-25:

$$M = 9750\frac{N}{n} = 9750\frac{16}{1500} = 104 \text{ Н·м}.$$

Максимальний момент на валу пневмодвигуна П16-25:

$$M_{max} = 1{,}6M = 1{,}6 \cdot 104 = 166{,}4 \text{ Н·м}.$$

Таким чином, під час роботи ходової частини до пробуксовки і налаштуванні клапану гідросистеми (одна гілка розділяється на дві рівні частини тиском 150105 Па, а друга працює на злив) пневмодвигун забезпечує роботу насосу НШ 71-3 при номінальному тиску повітря на вході не менше $5\cdot10^5$ Па.

3.2.2 Розрахунок приводу ходової частини

3.2.2.1 Кінематичний розрахунок

Кінематична схема приводу ходової частини вантажника показана на рис. 3.3 (її також можна побачити на рис. 2.3).

Спочатку визначимо частоти обертання валів редуктора.

Частота обертання валу гідромотора:

n_1 = 4,89 рад/с = 46,7 об/хв.

Частота обертання колеса z_2:

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{1-2}} = \frac{n_1}{\frac{z_2}{z_1}} = \frac{4{,}89}{\frac{32}{23}} = \frac{4{,}89}{1{,}391} = 3{,}52 \text{ рад/с} = 33{,}6 \text{ об/хв}.$$

Частота обертання колеса z_3:

$$n_3 = \frac{n_2}{u_{2-3}} = \frac{n_2}{\frac{z_3}{z_2}} = \frac{3{,}52}{\frac{32}{32}} = \frac{3{,}52}{1} = 3{,}52 \text{ рад/с} = 33{,}6 \text{ об/хв.}$$

Частота обертання валу *IV*:

$$n_4 = n_3 = 3{,}52 \text{ рад/с} = 33{,}6 \text{ об/хв.}$$

Отримані параметри приводу ходової частини вантажника ПКУ-Б представлені в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Параметри приводу ходової частини вантажника ПКУ-Б

Найменування параметрів	Познач.	Значення			
1. Вид передачі		циліндрична		циліндрична	
2. Позначення на кінематичній схемі		3	4	5	6
3. Число зубів	z	23	32	32	32
4. Модуль, мм	m	6		6	
5. Передатне відношення	u	1,391	1	1	
6. Кутова швидкість, рад/с	ω	4,89	3,52	3,52	3,52
7. Міжосьова відстань (зовнішня початкова конусна відстань), мм	α_W				
	R_{WE}				
8. К.к.д. передачі	η	0,975	0,975	0,975	
9. Частота обертання, об/хв.	n	46,7	33,6	33,6	33,6

Сумарне передатне відношення редуктора: $u_\Sigma = \prod_{i=1}^{k} u_i = 1{,}39 \cdot 1 \cdot 1 = 1{,}39.$

Сумарний к.к.д. редуктора: $\eta_\Sigma = \prod_{i=1}^{k} \eta_i = 0{,}975^3 = 0{,}857.$

3.2.2.2 Розрахунок навантажень на валах механізму пересування

З кінематичної схеми механізму пересування, приведеної на рис. 3.3, видно, що максимальний крутний момент на валу гідромотора МР1 становитиме:

$$M_{I\,max} = \frac{p_{\text{р}} M_{\text{дв}}}{p_{max}} = \frac{160 \cdot 3750}{250} = 2400 \text{ Н·м,}$$

де $M_{дв}$ = 3750 Н·м – максимальний крутний момент на валу гідромотора при тиску p_{max} = 250·10^5 Па (за характеристикою пневмомотора); $M_{I\ max}$ = 2400 Н·м – крутний момент на валу гідромотора при тиску $p_р$ = 160·10^5 Па, прийнятому для розрахунку моментів.

Максимальний крутний момент у зачепленні z_1-z_2 на колесі z_1:

$$M'_{I\,max} = 0{,}5M_{I\,max} = 0{,}5 \cdot 2400 = 1200 \text{ Н·м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_1-z_2 на колесі z_2:

$$M_{II\,max} = M'_{I\,max}u_{1-2}\eta_{1-2} = 1200 \cdot 1{,}391 \cdot 0{,}975 = 1627 \text{ Н·м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_2-z_3 на колесі z_3:

$$M_{III\,max} = M_{II\,max}u_{2-3}\eta_{2-3} = 1627 \cdot 1 \cdot 0{,}975 = 1586 \text{ Н·м}.$$

Максимальний крутний момент на валу V:

$$M_{V\,max} = M_{III\,max}u_{3-4}\eta_{3-3} = 1586 \cdot 1 \cdot 0{,}975 = 1546 \text{ Н·м}.$$

Тепер розрахуємо крутні моменти на валу механізму пересування для випадку, коли потік потужності йде на одну колісну пару.

Максимальний крутний момент у зачепленні z_1-z_2 на колесі z_1:

$$M''_{I\,max} = M_{I\,max} = 2400 \text{ Н·м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_1-z_2 на колесі z_2:

$$M'_{II\,max} = M''_{I\,max}u_{1-2}\eta_{1-2} = 2400 \cdot 1{,}391 \cdot 0{,}975 = 3254 \text{ Н·м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_2-z_3 на колесі z_3:

$$M'_{III\,max} = M'_{II\,max}u_{2-3}\eta_{2-3} = 3254 \cdot 1 \cdot 0{,}975 = 3172 \text{ Н·м}.$$

Максимальний крутний момент на валу V:

$$M'_{V\,max} = M'_{III\,max}u_{3-4}\eta_{3-3} = 3172 \cdot 1 \cdot 0{,}975 = 3092 \text{ Н·м}.$$

3.2.2.3 Побудова графіку режиму навантаження приводу ходової частини

В якості першого ступеня графіку приймаємо максимальний момент, що розвивається гідромотором під час впровадження ковшу у відвал гірничої маси, коли задні колеса вантажника відриваються від рейок і весь потік потужності йде на одну колісну пару:

$$M_{\text{дв}\,max} = 2400 \text{ Н·м (див. п. 3.2.2.2).}$$

Час дії моменту:

$$T_1 = 50 \text{ год.}$$

Частота обертання валу гідромотора:

$$n_1 = 46{,}7 \text{ об/хв.}$$

За другий ступінь графіку приймаємо максимальний момент, що розвивається гідромотором при рівномірному розподіленні потужності на дві колісні пари:

$$M'_{g\,max} = 0{,}5 M_{\text{дв}\,max} = 0{,}5 \cdot 2400 = 1200 \text{ Н·м.}$$

Час дії моменту:

$$T_2 = 2750 \text{ год.}$$

Частота обертання валу гідромотора:

$$n_2 = n_1 = 46{,}7 \text{ об/хв.}$$

Третій ступінь графіку – момент, що розвивається двигуном під час пробуксовки:

$$M_{\text{б}} = \frac{0{,}5 G_{\text{м}} \psi r}{u_{\text{р}} \eta_{\text{р}}} = \frac{0{,}5 \cdot 58000 \cdot 0{,}24 \cdot 0{,}2}{1{,}391 \cdot 0{,}975^3} = 1070 \text{ Н·м,}$$

де $G_{\text{м}} = 58000$ Н – вага машини; $\psi = 0{,}24$ – коефіцієнт зчеплення коліс з рейками; $r = 0{,}2$ м – радіус колеса; $u_{\text{р}} = 1{,}391$ – передатне відношення редуктора (див. п. 3.2.2.1); $\eta_{\text{р}} = 0{,}975^3 = 0{,}857$ к.к.д. редуктора (див. п. 3.2.2.1).

Час дії моменту:

$$T_3 = 250 \text{ год.}$$

Частота обертання валу гідромотора:

n_3 = 46,7 об/хв.

За четвертий ступінь графіку приймаємо момент під час холостого ходу машини:

$M_х$ = 737 Н·м.

Час дії моменту:

T_4 = 1950 год.

Частота обертання валу гідромотора:

n_4 = 46,7 об/хв.

За отриманими даними будуємо графік роботи приводу:

$$m_1 = \frac{M_{дв\ max}}{M_{дв\ max}} = \frac{2400}{2400} = 1;$$

$$m_2 = \frac{M'_{g\ max}}{M_{дв\ max}} = \frac{1200}{2400} = 0{,}5;$$

$$m_3 = \frac{M_б}{M_{дв\ max}} = \frac{1070}{2400} = 0{,}446;$$

$$m_4 = \frac{M_х}{M_{дв\ max}} = \frac{737}{2400} = 0{,}307;$$

$$t_1 = \frac{T_1}{T} = \frac{50}{5000} = 0{,}01;$$

$$t_2 = \frac{T_2}{T} = \frac{2750}{5000} = 0{,}55;$$

$$t_3 = \frac{T_3}{T} = \frac{250}{5000} = 0{,}05;$$

$$t_4 = \frac{T_4}{T} = \frac{1950}{5000} = 0{,}39.$$

Графік режиму роботи приводу ходової частини вантажника ПКУ-Б приведений на рис. 3.4. На ньому m_1 відповідає максимальному моменту на валу гідромотора: M_1 = 2400 Н·м. Число годин роботи редуктора: T = 5000 год.

Коефіцієнт еквівалентного навантаження:

$$m_e = \sqrt[3{,}33]{\sum m_i^{3{,}33} t_i} =$$

$$= \sqrt[3{,}33]{1^{3{,}33} \cdot 0{,}01 + 0{,}5^{3{,}33} \cdot 0{,}55 + 0{,}446^{3{,}33} \cdot 0{,}05 + 0{,}307^{3{,}33} \cdot 0{,}39} = 0{,}461.$$

3.2.2.4 Розрахунки геометричних параметрів зубчастих передач

Розрахунки зроблено машинним способом. В якості прикладу в табл. 3.3 і 3.4 приводяться результати розрахунків евольвентних зубчастих передач відповідно z_1-z_2 і z_2-z_3 (поз. 3-4 і 4-7 на кінематичній схемі на рис. 3.3).

Таблиця 3.3 – Розрахунки геометричних параметрів зубчастої передачі z_1-z_2

Найменування параметру	Познач.	Шестірня	Колесо
1. Позначення на схемі рис. 3.3	-	z_1 (поз. 3)	z_2 (поз. 4)
2. Номер креслення	-	ПКУ-Б.04.044	ПКУ-Б.04.032
3. Число зубів	z	23	32
4. Модуль, мм	m	6	
5. Нормальний початковий контур	-	за ДСТУ 13755	
6. Ступінь точності	-	9-8-8В	
7. Довжина загальної нормалі з відхиленнями, мм	W	46,453	65,033
8. Коефіцієнт зміщення	x	0,058	0,085
9. Міжосьова відстань, мм	a_W	165,842	
10. Кут нахилу	β	-	
11. Діаметр вершин, мм	d_α	150,664	204,978
12. Початковий діаметр, мм	d_W	138,704	193, 001
13. Діаметр западин, мм	d_f	123,696	178,020
14. Кут зачеплення	α_W	$20^o47'04''$	
15. Коефіцієнт торцевого перекриття	ε_α	1,589	
16. Коефіцієнт осьового перекриття	ε_β	-	
17. Коефіцієнт перекриття	ε_γ	-	
18. Крок зачеплення	P_α	17,713	
19. Висота зубу, мм	h	13,48	
20. Нормальна товщина зубу, мм	S_n	9,678	9,796
21. Ширина вінця, мм	b	60	

3.2.2.5 Розрахунок осі, що з'єднує забірну частину вантажника з опорою

Аналіз варіантів навантаження показує, що найбільше навантаження вісь сприймає під час роботи вантажника з гаковою підвіскою, коли забірна частина займає горизонтальне положення.

Для визначення величини зусилля, що діє на вісь, побудуємо силовий три-

Таблиця 3.4 – Розрахунки геометричних параметрів зубчастої передачі z_2-z_3

Найменування параметру	Познач.	Шестірня	Колесо
1. Позначення на схемі рис. 3.3	-	z_2 (поз. 4)	z_3 (поз. 7)
2. Номер креслення	-	ПКУ-Б.04.001	ПКУ-Б.04.032
3. Число зубів	z	32	32
4. Модуль, мм	m	6	
5. Нормальний початковий контур	-	за ДСТУ 13755	
6. Ступінь точності	-	9-8-8В	
7. Довжина загальної нормалі з відхиленнями, мм	W	65,033	
8. Коефіцієнт зміщення	x	0,085	
9. Міжосьова відстань, мм	a_W	193,001	
10. Кут нахилу	β	-	
11. Діаметр вершин, мм	d_α	204,978	
12. Початковий діаметр, мм	d_W	193,001	
13. Діаметр западин, мм	d_f	178,020	
14. Кут зачеплення	α_W	$20^o47'04''$	
15. Коефіцієнт торцевого перекриття	ε_α	1,623	
16. Коефіцієнт осьового перекриття	ε_β	-	
17. Коефіцієнт перекриття	ε_γ	-	
18. Крок зачеплення	P_α	17,713	
19. Висота зубу, мм	h	13,48	
20. Нормальна товщина зубу, мм	S_n	9,796	
21. Ширина вінця, мм	b	60	

кутник і з нього за допомогою теореми синусів знайдемо шукану величину. Силовий трикутник будуємо, виходячи з відомих зусиль, що діють на забірну частину, а саме:

- максимальної розрахункової ваги вантажу – G_{max} = 10882 Н;

- зусилля підйому вантажу, що розвивається гідроциліндром – $P_г$ = 86350 Н;

- ваги забірної частини – $G_{зч}$ = 4776 Н.

Сумарна вага становитиме:

$$G = G_{max} + G_{зч} = 10822 + 4776 = 15598 \text{ Н}.$$

Місце установки осі та збудований силовий трикутник показані на рис. 3.5.

Знаючи величини двох сторін трикутника ($c = G$ = 15598 Н; $b = P_г$ = 86350 Н) та кута між ними ($\alpha = 65^o$) визначаємо кут φ. Маємо:

$$tan\frac{\beta-\varphi}{2} = \frac{b-c}{b+c}cot\frac{\alpha}{2} = \frac{86350-15598}{86350+15598}\cdot 1{,}569686 = 1{,}089363;$$

$$\frac{\beta-\varphi}{2} = 47^o26';\quad \frac{\beta+\varphi}{2} = 90^o - \frac{\alpha}{2};$$

Звідси після деяких перетворень отримаємо:

$$\varphi = 90^o - \frac{\alpha}{2} - 47^o26' = 90^o - \frac{65^o}{2} - 47^o26' = 10^o4'.$$

За допомогою теореми синусів знайдемо величину зусилля P_1, що діє на вісь:

$$P_1 = \frac{G\,sin\,\alpha}{sin\,\varphi} = \frac{G\,sin\,65^O}{sin\,10^O4'} = \frac{15598\cdot 0{,}906308}{0{,}174794} = 80876 \text{ Н}.$$

Розрахункова схема осі представлена на рис. 3.6.

Інтенсивність навантаження складає:

$$q = \frac{P_1}{b} = \frac{80876}{0{,}129} = 626946 \text{ Н/м}.$$

Максимальний згинальний момент:

$$M_{max} = \frac{qb^2}{8}\left(4\frac{a}{b}+1\right) = \frac{626946\cdot 0{,}129^2}{8}\left(4\frac{0{,}017}{0{,}129}+1\right) = 1992 \text{ Н·м}.$$

Момент опору перетину:

$$W = \frac{\pi D^3}{32} = \frac{3{,}14\cdot 0{,}045^3}{32} = 0{,}894\cdot 10^{-5} \text{ м}^3,$$

де D = 0,045 м – діаметр перетину валу.

Напруження згинання у небезпечному перетині:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} = \frac{1992}{0{,}894\cdot 10^{-5}} = 2228\cdot 10^5 .$$

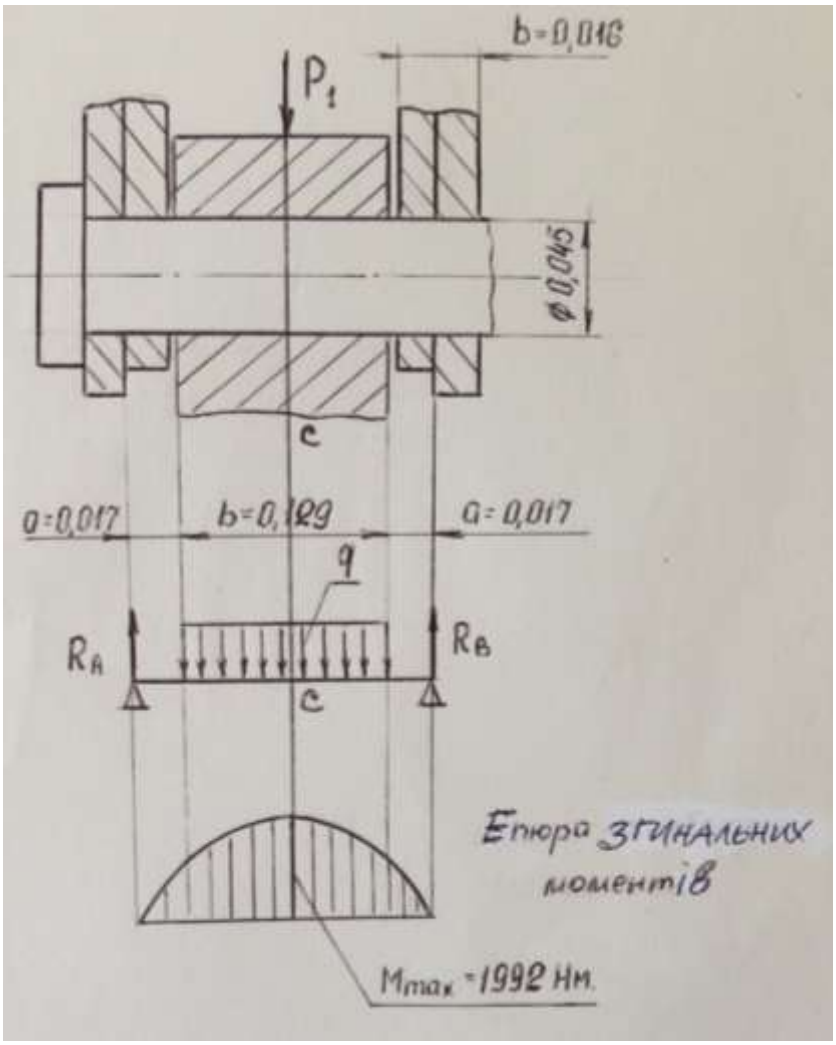


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема осі (розміри в метрах)

Матеріал осі – сталь 40Х поліпшена 241-285 НВ, $\sigma_т = 6500 \cdot 10^5$ Па.

Запас міцності за межею текучості:

$$n = \frac{\sigma_т}{\sigma} = \frac{6500 \cdot 10^5}{2228 \cdot 10^5} = 2{,}9.$$

З огляду на те, що $n = 2{,}9 > n_{min} = 1{,}25$ (мінімальний запас міцності при максимально можливих навантаженнях), можна зробити висновок: міцність осі цілком достатня.

Визначаємо питомий тиск у з'єднанні валу з вухами металоконструкції забірної частини (рис. 3.6):

$$p = \frac{P_1}{2bD} = \frac{80876}{2 \cdot 0{,}032 \cdot 0{,}045} = 281 \cdot 10^5 \text{ Па},$$

де b = 0,032 м – ширина вуха.

Для підшипників, що працюють на малих швидкостях ковзання, допустимі тиски наближаються до межі текучості.

Матеріал вуха – сталь 10ХСНД за ДСТУ 19281, $\sigma_т = 4000 \cdot 10^5$ Па.

Оскільки $p = 281 \cdot 10^5$ Па < $\sigma_т = 4000 \cdot 10^5$ Па, то умова міцності осьового сполучення виконана.

3.2.2.6 Розрахунок болтів, що з'єднують опору з кабіною

Опора кріпиться до кабіни за допомогою шести болтів М30. На болтове з'єднання діють:

- вага забірної частини – G = 4776 Н;
- вага вантажу – G_{max} = 10822 Н (розрахункова);
- вага опори – G_o = 2150 Н.

Розрахункова схема болтового з'єднання приведена на рис. 3.7.

Визначаємо координату центру жорсткості болтового сполучення:

$$y_c = \frac{n_1 y_1 + n_2 y_2}{n_1 + n_2 + n_0} = \frac{2 \cdot 0{,}24 + 2 \cdot 0{,}36}{2+2+2} = 0{,}2 \text{ м},$$

де n_1, n_2, n_0 – кількість болтів в ряду.

Момент сил відносно осі x_0:

$$M_{x_0} = G_{max} l_1 + G_{зч} l_2 + G_o l_3 =$$

$$= 10822 \cdot 3{,}7 + 4776 \cdot 2{,}012 + 2150 \cdot 0{,}14 = 49952 \text{ Н·м}.$$

Навантаження на одиничне болтове сполучення:

$$P_{т\,м x_0} = \frac{(y_0 - y_i) M_{x_0}}{n_0 y_0^2 + n_1 (y_1 - y_0)^2 + n_2 (y_2 - y_0)^2} =$$

$$= \frac{(0{,}2-0) \cdot 49952}{2 \cdot 0{,}2^2 + 2(0{,}24-0{,}2)^2 + 2(0{,}36-0{,}2)^2} = 74330 \text{ Н}.$$

Конструктивна схема болтового з'єднання та його розрахунок на міцність приведені відповідно на рис. 3.8 та в табл. 3.5.

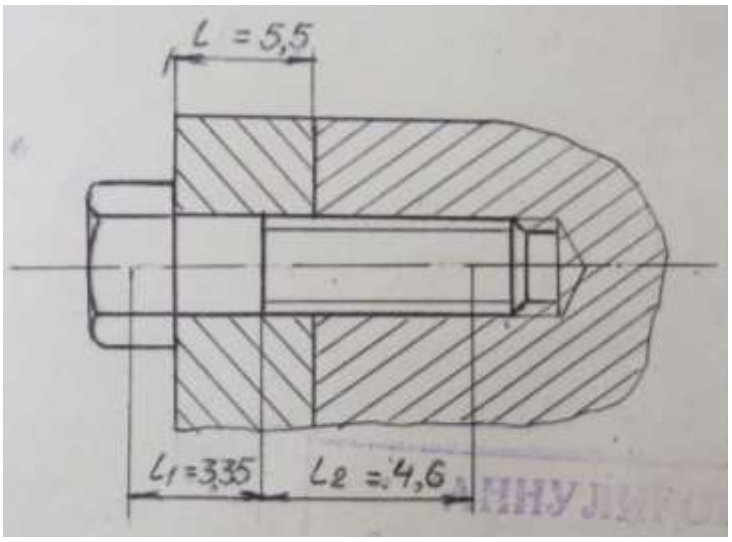


Рисунок 3.8 – Конструктивна схема болтового з’єднання (розміри в сантиметрах)

Таблиця 3.5 – Розрахунок болтового з’єднання на міцність

Найменування параметру	Познач.	Значення
Вихідні дані для розрахунку		
Позначення	-	М30-89х90.109.40Х.019 ДСТУ 7798
Клас міцності	-	10.9
Марка сталі, термообробка, твердість (НВ)	-	40Х ДСТУ 4543, поліпшена, 280
Межі, Па:		
міцності	$\sigma_в$	$10000 \cdot 10^5$
текучості	$\sigma_т$	$9000 \cdot 10^5$
Номінальний діаметри різьби, м	d_0	0,03
Площа перетину, м^2:		
нарізаної частини	$F_р$	$4{,}95 \cdot 10^{-4}$
гладкої частини	$F_г$	-
призонної частини	$F_п$	-
Коефіцієнт зміцнення	β	1
Межа витривалості, Па	$(\sigma_{-1k})_D$	$471 \cdot 10^5$
Коефіцієнт впливу асиметрії циклу	$(\psi_\sigma)_D$	0,027
Результати розрахунку		
Піддатливість болта, см/Н:		
болта	$\lambda_б$	$0{,}65 \cdot 10^{-7}$
крайньої деталі	$\lambda_{кр\ д}$	$0{,}037 \cdot 10^{-7}$
Коефіцієнт зовнішнього навантаження	χ	0,054

Продовження таблиці 3.5		
Зусилля затягування, Н:		
необхідне	T	87895
максимально можливе*	$T_{\text{пр}}$	176000
умова затягування	-	доведена
Напруження, Па:		
від осьового навантаження	σ	$1857 \cdot 10^5$
кручення від затягування	τ	$879 \cdot 10^5$
від зовнішнього навантаження	$\sigma_{\text{з}}$	$81 \cdot 10^5$
Номінальне напруження від затягування, Па	$\sigma_{\text{зат}}$	$1776 \cdot 10^5$
Запас міцності за пластичною деформацією:		
отриманий	n_{e}	3,7
допустимий	$[n_{\text{e}}]$	1,5
умова міцності	-	доведена
Запас міцності за амплітудою, Па:		
отриманий	n_{a}	10,0
допустимий	$[n_{\text{a}}]$	3,0
умова міцності	-	доведена
Запас міцності за максимальним напруженням, Па:		
отриманий	n	1,4
допустимий	$[n]$	1,25
умова міцності	-	доведена

*Зусилля затягування, створюване найбільшим зусиллям робітника на рукоятці ключа 90 кг

3.3 Аналіз та загальна оцінка технічного рівня машини

Аналіз конструктивних особливостей вантажника ПКУ-Б показує, що машина повністю відповідає вимогам технічних умов [20] та комплекту документації ПКУ-Б.00.000.

Основні параметри та розміри вантажника відповідають вказаним в табл. 2.1 (в тому числі показники надійності) за умови дотримання потрібного тиску повітря на вході в установку (не менше 0,5 МПа).

Робочі рухи стріли, рукоятки, ковшів та опор відбуваються плавно, без ривків та заїдань.

Вантажник відповідає вимогам «Правил безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом» [23]. Машина постачена запобіжними пристроями, блокуваннями та огородженнями, які забезпечують:

- захист машиніста від падіння шматків породи і крапель води з люків чи покрівлі виробки;

- неможливість мимовільного переміщення механізмів непрацюючого вантажника;

- фіксацію забірної частини і ковшу в транспортному положенні установки;

- автоматичне повернення в нейтральні положення рукояток та педалей керування після зняття з них робочих зусиль;

- додаткове кріплення підвідного рукава;

- попереджувальний звуковий сигнал перед початком роботи машини;

- захист гідрообладнання і гідросистеми від надмірних навантажень;

- транспортування вантажника на жорсткій тязі;

- безпечність роботи установки під час підйому вантажу за допомогою гакової підвіски.

В конструкції вантажника на вживаються шкідливі речовини (емульсії, мастила тощо), для яких встановлюються гранично допустимі концентрації у повітрі робочої зони машини та вимагаються спеціальні дозволи на використання з боку відповідних санітарних служб.

Загальні вимоги безпеки з точки зору шуму відповідають ДСТУ 12.1.003. Шумова характеристика (рівень звукової потужності в октавних смугах частот, дБ) не перевищує значень, приведених в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Шумова характеристика вантажника ПКУ-Б

Найменування параметру	Середньогеометричні частоти октавних смуг, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рівень звукової потужності, дБ, не більше	98	102	106	105	95	94	90	85

Еквівалентний рівень звуку на робочому місці не перевищує 80 дБА при роботі вантажника до 2 годин протягом зміни. В разі перевищення часу роботи достатньо застосовувати засоби індивідуального захисту від шуму за ДСТУ 12.4 051. Ними машину доукомплектовує підприємство, що експлуатує її.

Середні квадратичні значення віброшвидкості в октавних смугах частот та на робочому місці і на органах керування не перевищують значень, встановлених ДСТУ 12.1.012.

Концентрація пилу та масляного аерозолю в робочій зоні не перевищує значень, що вимагає ДСТУ 12.1 005.

В конструкції вантажника (в тому числі окремих складальних частин масою більше 20 кг) передбачені та вказані необхідні місця стропування і кріплення для транспортування.

Вантажник постачений фарами для освітлення робочої зони машини з живленням від автономного джерела, встановленого на вантажнику, або від шахтної освітлювальної мережі напругою не більше 36 В. Рівень освітленості на вертикальній площині на відстані не більше 3 м від пульта керування машиною становить не менше 20 лк.

Машина обладнана місцем для кріплення вогнегасника, який постачається підприємством-експлуатаційником, а також звуковим сигнальним пристроєм з рівнем звукового тиску на частоті 2000 Гц, який не менше, ніж на 13 дБ перевищує маскувальний рівень звуку.

Високі якісні показники установки забезпечуються обов'язковими випробуваннями виробу (попередніми та приймальними), які дають можливість достеменно перевірити конструктивну досконалість вантажника та його придатність до виконання усіх тих технологічних операцій, для яких він створений.

Основні економічні та конструктивні переваги вантажника ПКУ-Б над попередньою моделлю ПКУ-А забезпечуються наступними шляхами:

- підвищенням технічної продуктивності під час навантаження гірничої маси до 0,36 $м^3$/хв. (на 20%) та під час проходки водовідливних канавок до 0,2 $м^3$/хв. (на 50%);

- підвищенням середнього ресурсу до капітального ремонту до 10800 $м^3$ (на 50%);

- підвищенням величини безвідмовного напрацювання виробу до 60 год. (на 100%);

- зниженням питомої витрати повітря під час навантаження гірничої маси до 70 $м^3/м^3$ (на 14%), а під час проходки водовідливних канавок до 140 $м^3/м^3$ (на 25%);

- зниженням питомої маси машини під час навантаження до 17,8 $т/м^3 \cdot хв.$ (на 12%);

- входом в кабіну машиніста з обох боків вантажника;

- однакової можливістю здійснювати навантаження гірничої маси з обох боків рейкового полотна;

- зручністю роботи та транспортування вантажника з великим ковшем (зменшення габаритного розміру вантажника під час транспортування);

- зниженням витрат часу на монтаж і демонтаж навісного змінного робочого обладнання;

- підвищенням експлуатаційної надійності вантажника за рахунок виключення з його конструкції поворотного кола (підшипника повороту);

- збільшення глибини копання траншеї між рейками до 1,5 м;

- кращим оглядом робочого простору з кабіни машиніста;

- можливістю підйому елементів аркового металевого кріплення під час його установки за рахунок появи нового виду робочого навісного обладнання – кронштейну (розширення технологічних можливостей машини, підвищення її універсальності);

- зручністю керування роботою вантажника за рахунок розділення пультів керування циліндрами та установки пульта для керування ходовою частиною;

- механізованою установкою відкидних опор;

- зручністю обслуговування та проведення поточних ремонтів машини.

Виконані в роботі розрахунки конструкційних та експлуатаційних параметрів вантажника довели високий рівень міцності та надійності основних його

складальних одиниць та деталей.

Здійснений інститутом «КриворіжНДПІрудмаш» розрахунок економічної ефективності практичного використання вантажника ПКУ-Б (у порівнянні з попередньою конструкцією машини ПКУ-А) показав його суттєві переваги над нею, а саме: середнє підвищення технічної продуктивності виконуваних операцій на 30% та зниження витрат часу на виконання допоміжних операцій за рахунок змінення конструкції та розташування робочого органу і кабіни керування.

На підставі здійсненого в роботі аналізу можна із впевненістю стверджувати, що вантажник ПКУ-Б має достатньо високий технічний рівень і повністю відповідає усім очікуванням проектувальників.

ВИСНОВКИ ПО ЧАСТИНІ І

У першій частині роботи розглянуто основні технологічні процеси підземного видобутку міцних руд і техніку, що використовується для цього, зокрема обладнання для механізації операцій догляду за працездатним станом підземних гірничих виробок та навантажувально-підйомних робіт.

Основний обсяг першої частини роботи присвячений опису та аналізу конструктивного виконання вантажника ковшового універсального ПКУ-Б розробки інституту «КриворіжНДПІрудмаш». Проведений аналіз установки надав можливість високо оцінити її технічний рівень та переваги у порівнянні з попередніми моделями такого устаткування.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
Кафедра гірничих машин і обладнання

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної (бакалаврської) роботи

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Тема роботи:

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

Частина ІІ

Аналіз конструкції робочого обладнання
вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

РЕФЕРАТ

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б. Частина ІІ. Аналіз конструкції робочого обладнання вантажника ковшового універсального ПКУ-Б. Волошин Євгеній Олександрович. Криворізький національний університет, факультет механічної інженерії та транспорту, кафедра гірничих машин і обладнання, група ЗГМБ-23-1ск. – Кривий Ріг: КНУ, 2026.
Загальний обсяг роботи: сторінок – 173, ілюстр. – 50, табл. – 19, література – 23; креслень – 12.

Друга частина роботи присвячена аналізу конструкційних та експлуатаційних особливостей змінного робочого обладнання вантажника ПКУ-Б, оцінці його працездатності та надійності.

Ключові слова: обладнання для механізації допоміжних процесів підземного видобутку міцних руд, змінне робоче обладнання вантажника ПКУ-Б

4 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОМПЛЕКТУ ЗМІННОГО РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ВАНТАЖНИКА ПКУ-Б

4.1 Аналіз можливих шляхів скорочення номенклатури гірничого обладнання

Сучасний етап розвитку гірничого машинобудування характеризується, окрім інших, тенденцією до скорочення номенклатури об'єктів виробництва техніки.

Справа в тім, що надзвичайна широка розмаїтість умов і параметрів залягання родовищ корисних копалин, зокрема металевих руд, а також фізико-механічних властивостей мінеральної сировини, неминуче створює аналогічну різноманітність технологічних способів їхнього видобутку. А це, у свою чергу, вимагає широкої номенклатури обладнання, необхідного для механізації операцій технологічних процесів відкритої та підземної розробки руд. При цьому серійність виробництва кожного виду такого обладнання досить незначна (не враховуючи, власне, таких окремих випадків масового виробництва, як, наприклад, роликоопор стрічкових конвеєрів або бурового інструменту).

Подібна ситуація є не дуже сприятливою для розвитку і зростання ефективності відповідного галузевого машинобудування. Не секрет, що усі машинобудівники прагнуть підвищення серійності своєї продукції, адже чим вона більше, тим дешевше обходиться одиниця такої продукції.

Загальновідомо, що серійне виробництво виграє у порівнянні з одиничним (індивідуальним) за рахунок випуску продукції значними серіями, а деталей для неї – періодично повторюваними партіями. В одиничному виробництві вироби випускаються в невеликих кількостях, для їхнього виготовлення використовується універсальне обладнання, пристосування та інструмент, а для виконання різноманітних за характером робіт, як правило, потрібні спеціалісти високої кваліфікації.

Серійне ж виробництво, під час якого випуск виробів визначається тисяча-

ми та десятками тисяч екземплярів на рік, відрізняється сталістю характеру виконуваних робіт. За кожним робочим місцем закріплюється певна багаторазово повторювана операція, а це дозволяє використовувати для її виконання спеціально розроблене, тобто спеціалізоване обладнання (верстати, пристосування, ріжучий та вимірювальний інструмент тощо). Таке обладнання, на відміну від універсального, може виконувати лише одну або декілька певних операцій, але з більшою точністю та продуктивністю.

Найвищим ступенем серійного виробництва є масове, коли виготовлення постійної продукції здійснюється протягом тривалого часу, а продуктивність випуску продукції може сягати сотень тисяч та мільйонів екземплярів.

При серійному, а особливо масовому способах виробництва широко використовується потоковий метод, який забезпечується розміщенням обладнання у послідовності, що відповідає технологічному процесу (принцип послідовності методу); систематичною зміною певного циклу операцій (принцип повторюваності); одночасною роботою машин і механізмів у процесі обробки деталей або складання вузлів (принцип безупинності); рівномірністю перебігу процесів та виробництвом однакової кількості продукції у рівні проміжки часу (принцип ритмічності) [5].

Потокове виробництво організується на базі потокових ліній, на яких виробничий процес поділяється на ряд послідовно виконуваних за один і той же час операцій. Усе це забезпечує виконання робіт у найкоротші терміни і з найменшими витратами на випуск одиниці продукції. Класичним прикладом потокової лінії може бути складальний конвеєр автомобільного заводу.

Таким чином, будь-яке машинобудівне підприємство більше зацікавлено випускати, умовно кажучи, сто тисяч машин на рік однієї моделі, ніж десять моделей по десять тисяч штук кожна, хоча загальні обсяги випуску в обох випадках будуть однаковими. Але менша серійність з більшою номенклатурою випуску вимагає від виробника набагато більших витрат на проектування, технологічну підготовку виробництва, обладнання, пристосування, інструменту, робітників, енергії тощо (достатньо сказати, що для випуску десяти різних моделей замість

однієї знадобляться десять потокових ліній).

Звісно, такі інтереси виробників завжди вступають у протиріччя з бажаннями покупців продукції, які хочуть бачити максимально широкий вибір різної продукції. Тому потрібно шукати компроміси, які дозволять задовольнити обидві сторони процесу купівлі-продажу.

В гірничому машинобудуванні обмеженість серійності випуску машин, як вже було сказано вище, закладена особливостями гірничодобувної галузі промисловості. У такій ситуації скорочення номенклатури виробництва для підвищення його ефективності та економічності може здійснюватися шляхом універсалізації механічного обладнання, тобто розробки і випуску машин, здатних виконувати не одну, а декілька технологічних операцій. Одна така універсальна машина може замінити дві і більше спеціалізованих [6].

Варіантів практичного впровадження цього шляху може бути декілька [6]:

- використання касетного принципу, коли нова машина утворюється шляхом установки того чи іншого робочого обладнання на базове шасі;

- постачання машини додатковими робочими органами або змінним навісним обладнанням;

- уведення регулювання робочих параметрів машини з метою розширення номенклатури оброблюваних нею виробів або регулювання її головних показників призначення.

Найбільш ефективними слід визнати перші два, які мають вдалі приклади застосування у вітчизняному та закордонному гірничому машинобудуванні.

Згаданим вище інститутом «КриворіжНДПрудмаш» (м. Кривий Ріг) розроблено комплекс машин допоміжного призначення на базі єдиного універсального самохідного шасі 1.ВОМ.01 з дизельним приводом. До складу комплексу входять машини спеціального призначення, отримані шляхом установки відповідного обладнання на це шасі (рис. 4.1) [5]: машина для доставки матеріалів та обладнання 1ВОМ.А; машина для перевезення людей, матеріалів та малогабаритного устаткування 1ВЛГ.А; машина для доставки паливно-мастильних матеріалів 1ДЗА; машина для зведення набризк-бетонного та анкерного кріплення МКС;

мобільна ремонтна майстерня ПМЗ; агрегат для транспортування та укладання труб 1УМВ3; кран для виконання підйомно-транспортних робіт ТКГ; установка для підвіски кабелів та інші.

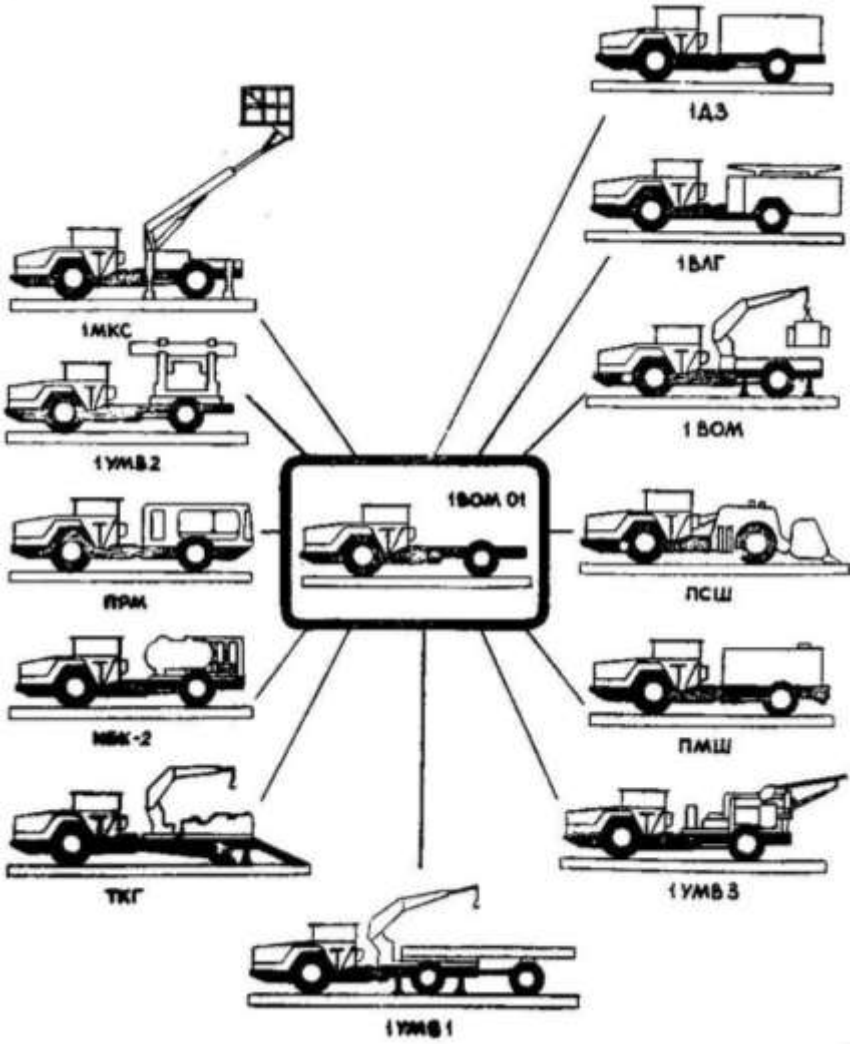


Рисунок 4.1 – Комплекс машин допоміжного призначення на базі універсального самохідного шасі 1ВОМ.01

На рис. 4.2 показані зразкові схеми утворення допоміжних машин на базі єдиного шасі [5].

Ще одним прикладом такого конструктивного підходу може бути багатофункціональна касетна система ПД-8МКС, створена в інституті «КриворіжНДПрудмаш» на базі відомої конструкції навантажувально-транспортної машини ПД-8 (рис. 4.3) [5]. Замість ковшу на цій удосконаленій установці 1 передбачений спеціальний легкознімний приєднувальний елемент, до якого можна прикрі-

пити вантажну 2 або підйомну 3 платформи, вилочний захват 4, контейнер для вибухових речовин 5, контейнер для нанесення торкретбетону 6, бульдозерний відвал 7. З кожним із цього можливого набору обладнання установка перетворюється на нову машину виконання спеціальних допоміжних робіт на гірничому виробництві.

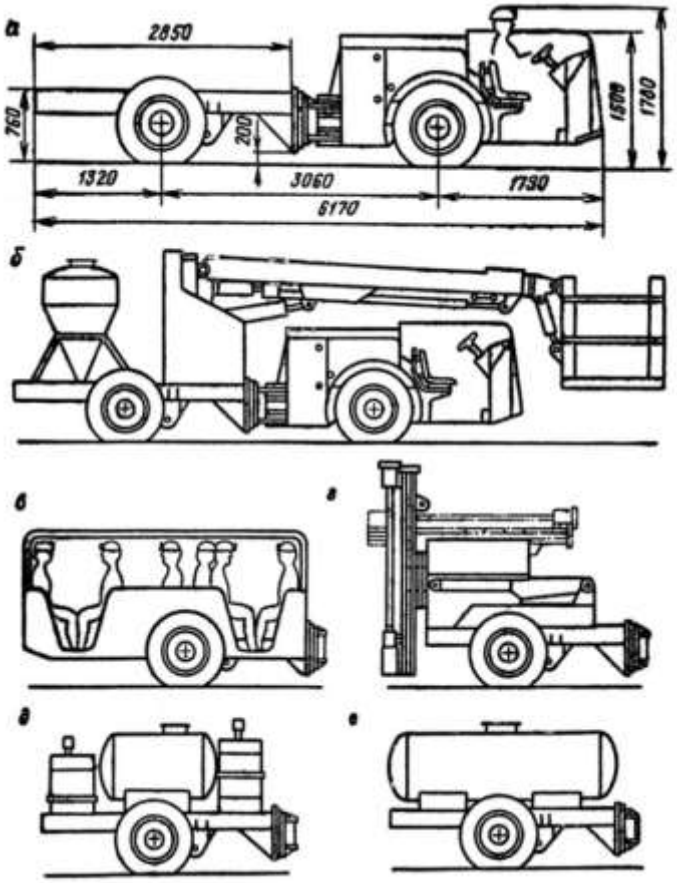


Рисунок 4.2 – Схеми можливого утворення допоміжних машин на базі єдиного шасі;
а – платформа для перевезення вантажів; *б* – платформа для кріплення покрівлі і зарядки шпурів; *в* – причіп для перевезення людей; *г* – причіп для перевезення та зведення анкерного кріплення; *д* – причіп для перевезення паливно-мастильних матеріалів; *е* – причіп для перевезення води чи цементу

В конструкціях вантажників серії ПКУ використовується другий варіант універсалізації обладнання, а саме: шляхом використання змінних навісних інструментів на єдиному робочому органі установки; в якості нього на вантажнику працює стріла з рукояткою. Завдяки цьому можна легко отримати машини різного технологічного призначення.

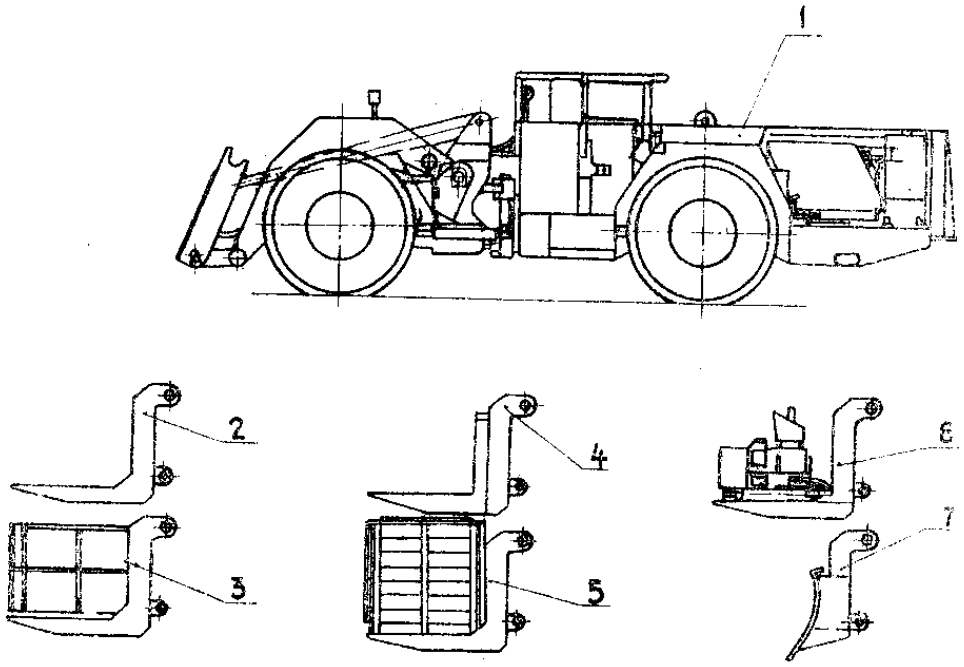


Рисунок 4.3 – Багатофункціональна касетна система ПД-8МКС;
1 – базова машина; 2 – вантажна платформа; 3 – підйомна платформа; 4 – захват вилочний; 5 – контейнер для вибухових речовин; 6 – контейнер-торкрет; 7 – бульдозерний відвал

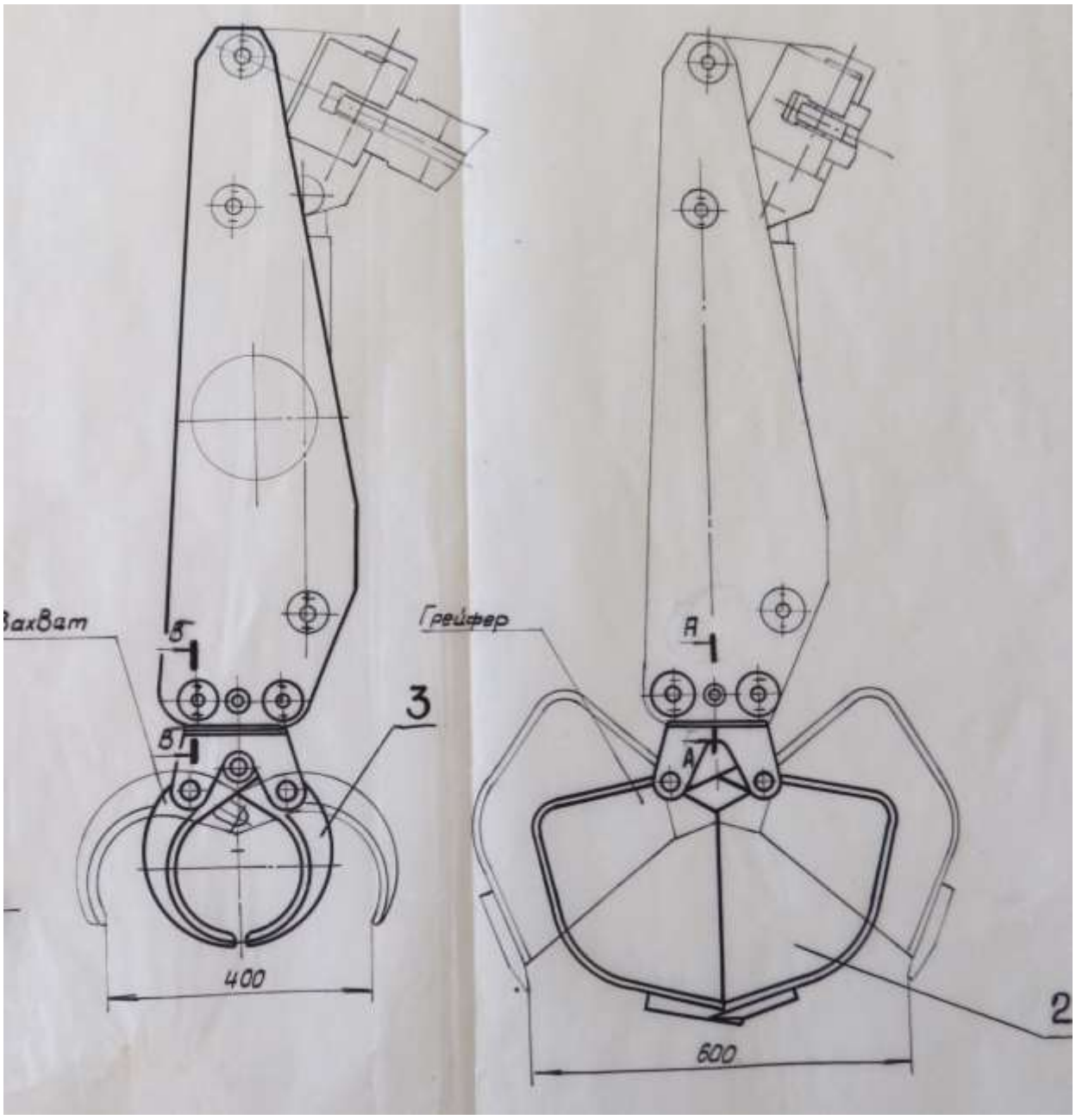
4.2 Оцінка технологічних можливостей вантажника ПКУ-Б

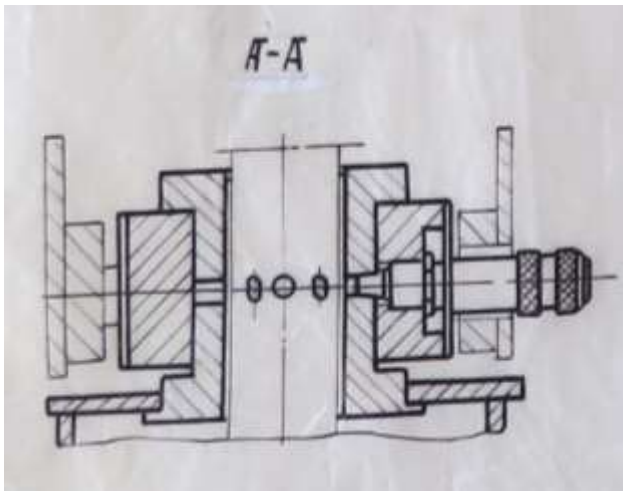
На схемах рис. 4.4 показані технологічні можливості вантажника з точки зору використання різних типів змінного обладнання для виконання тих чи інших технологічних операцій допоміжного призначення. На ньому, а також на рис. 2.2 приведені деякі габаритні розміри вантажника з цим обладнанням у різних робочих положеннях.

Вантажник може бути застосований для виконання наступних видів робіт:

- *проведення та очищення водовідливних канавок*. Робота з проходки та очищення водовідливних канавок виконується переважно ковшем 8 місткістю 0,075 м^3 в положенні «зворотна лопата». В деяких випадках може використовуватися положення «пряма лопата» при розвертанні стріли на кут 55^o у кожний бік від осі рейкової колії (див. рис. 2.2);

- *очищення виробок від просипаної гірничої маси*. Роботи з очищення виробок виконуються ковшем 1 місткістю 0,13 м^3 в положенні «пряма лопата» (див.





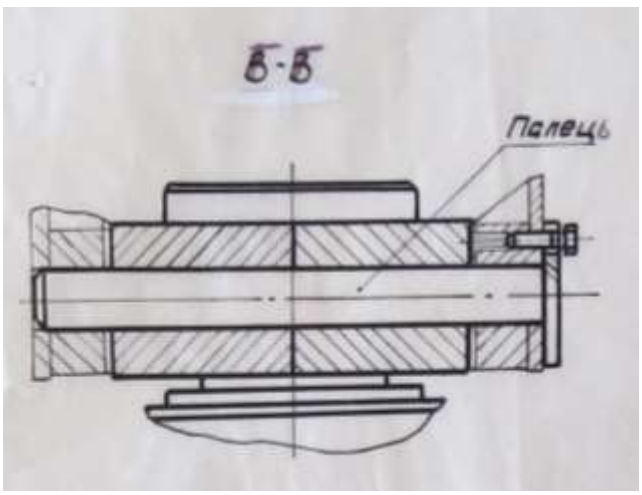


Рисунок 4.4 – Установка змінного робочого обладнання вантажника ПКУ-Б. Продовження: 2 – грейферний ківш; 3 – вилочний захват

рис. 4.4) з максимальним (за необхідності) кутом повороту стріли на 55° у кожен бік від осі рейкової колії (див. рис. 2.2);

- *підйом вантажів*. Підйом вантажів дозволяється виконувати лише за допомогою гакової підвіски 5 (див. рис. 4.4) при встановлених у робочі положення опорах 6 з рейкозахватами 7 (див. рис. 2.2). Під час підйому вантажів повороти стріли у кожен бік від осі рейкової колії не повинні перевищувати 50°. Опори 6 і рейкозахвати 7 використовуються тільки для виконання вантажопідйомних робіт. Решту часу вони обов'язково мають бути встановленими у транспортних положеннях;

- *укладання бетону або щебеню*. Ці операції потрібно виконувати під час будови пішохідних доріжок чи бетонування водовідливних канавок, а також для укладання щебеню на підошву виробок при ремонті рейкового шляху. Для їхньої механізації застосовують грейферний ківш 2 (див. рис. 4.4);

- *монтаж труб великого перетину, кріплення гірничих виробок дерев'яним кріпленням тощо*. Для цього використовується вилочний захват 3 (див. рис. 5.1);

- *установка арок металевого кріплення*. Для механізації процесу монтажу арок призначений кронштейн 4 (див. рис. 4.4).

На рис. 4.5 показані кінематичні схеми, що пояснюють характер руху змінних робочих органів вантажника ПКУ-Б.

Як видно з викладеного вище переліку операцій, практично усі роботи, для виконання яких призначений вантажник, пов'язані з підйомом та переміщенням тих чи інших вантажів. Ці операції здійснюються шляхом послідовних пересувань стріли та рукоятки забірної частини машини. Переміщення самого вантажника під час виконання вантажопідйомних робіт суворо забороняється!

Гірнича маса, що виймається чи збирається установкою, вантажиться у вантажні вагони або інші наявні транспортні засоби.

В разі роботи ковшем в положенні «зворотна лопата» під час навантаження гірничої маси ківш встановлюється у крайню верхню позицію. За допомогою повороту і опускання стріли і рукоятки передня кромка ковшу впроваджується у породу, а за рахунок повороту ковшу у крайнє положення, максимально набли-

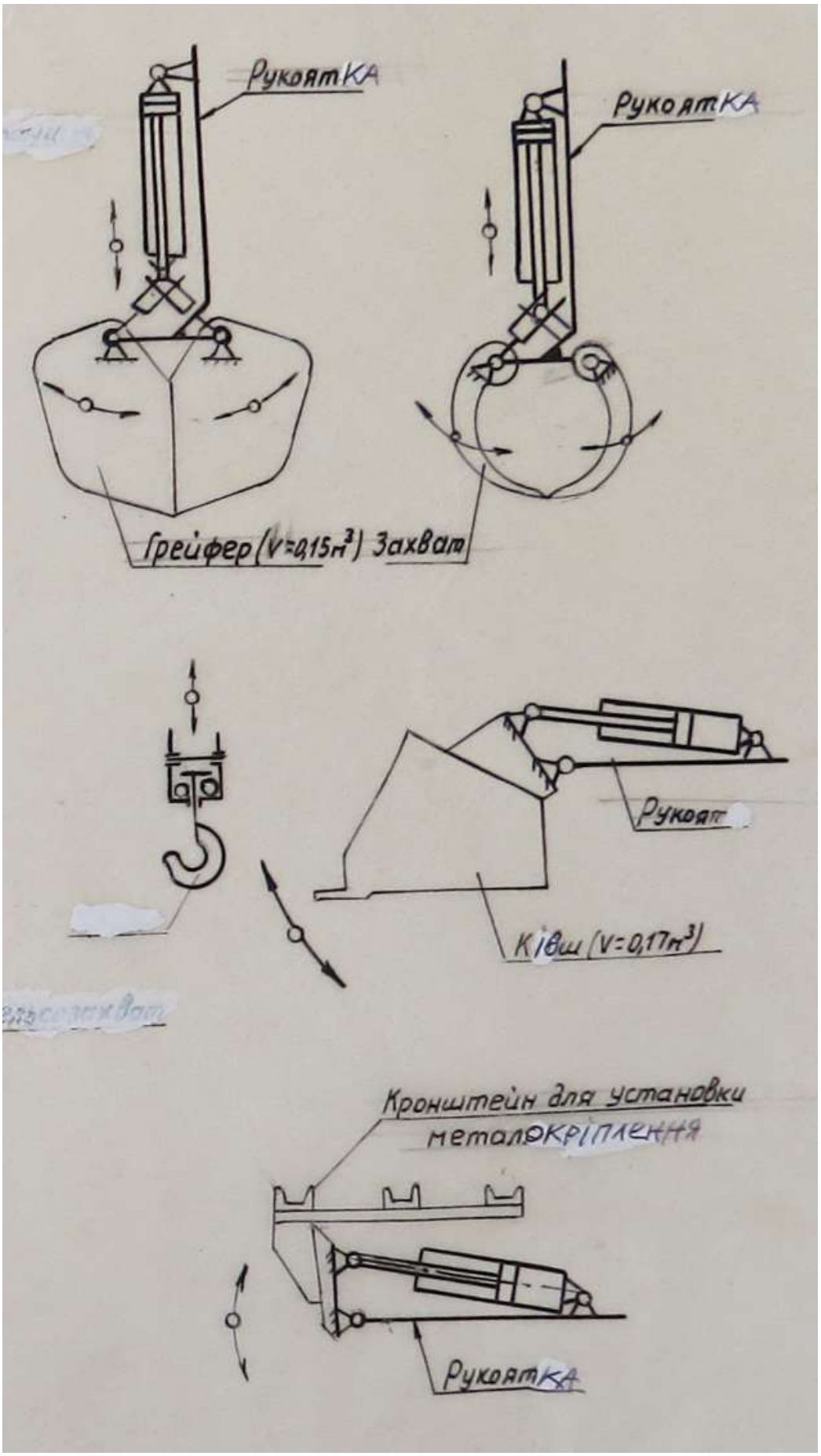


Рисунок 4.5 – Кінематичні схеми рухів змінних робочих органів вантажника

жене до рукоятки, він заповнюється гірничою масою. Далі рукоятка і стріла піднімаються нагору таким чином, щоб нижня частина ковшу опинилася вище кузова вагону, а сам ківш шляхом повороту стріли і рукоятки встановлюється по центру рейкової колії над вагоном і розвантажується шляхом його «розкриття» у крайньому верхньому положенні. Після розвантаження машина повертається у початкове положення для чергового заповнення ковшу. Процес заповнення може здійснюватися за рахунок переміщення вантажника з опущеним в канаву або на підошву виробки ковшем.

Процес завантаження гірничої маси ковшем в положенні «пряма лопата» відбувається аналогічно, за виключенням того, що забір породи робиться знизу. Впровадження ковшу у штабель гірничої маси здійснюється шляхом використання напірного зусилля ходової частини машини або переміщення стріли, рукоятки та ковшу забірної частини.

5 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ВУЗЛІВ ВАНТАЖНИКА, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ

Процес керування змінним робочим обладнанням вантажника ПКУ-Б здійснюється за допомогою низки гідроциліндрів, які живляться від гідравлічної системи машини. Остання розташована в кабіні установки разом з іншими важливими вузлами. Тому нижче в першу чергу буде приведений докладний опис цього обладнання згідно з [18].

5.1 Загальний опис конструкції кабіни

5.1.1 Основні вузли

Як вже було зауважено в п. 3.1.3 першої частини роботи, кабіна вантажника ПКУ-Б виконана у вигляді зварної конструкції з листового та фасонного сталевого прокату. Схема кабіни приведена на рис. 5.1.

В кабіні встановлено одномісне сидіння 1 для машиніста установки та пульти 2, 3 і 4 для керування вантажником.

У задньому звукоізольованому відсіку кабіни на спеціальних гумових амортизаторах типу АКСС для зниження шуму та вібрації розміщена маслостанція 5. У цьому ж відсіку розташований роздільник потоку 12, блок фільтрів 13 та маслобак 14.

Позаду кабіни встановлений барабан 11 для намотування підвідного рукава.

В передній частині кабіни розташовані:

- поворотна опора 6 для навішування забірної частини вантажника та повороту її в горизонтальній площині;

- два гідроциліндра 7 для повороту опори 6;

- дві відкидні опори 8 для фіксації вантажника під час ведення вантажопідйомних робіт;

- два гідроциліндра 9 для приведення в дію опор 8;

- два рейкових захвата 10 для додаткової фіксації вантажника.

Пульт 2 (див. рис. 5.1) представляє собою пневматичну панель, показану на рис. 5.2, призначену для керування пневматичним двигуном маслостанції. Пневмопанель складається з фільтру пневматичного 1 типу ФП 50-80, автомасельнички 2 типу А 2х35 та трубопровідної арматури. Вмикання та вимикання маслостанції здійснюється рукояткою 3.

Фільтр ФП 50-80 служить для очищення стисненого повітря, а також в якості апарату вмикання-вимикання та регулювання подачі стисненого повітря для пневмодвигуна. Автомасельничка А 2х35 призначена для подачі у пневмодвигун розпиленого у стисненому повітрі масла. Кількість подаваного масла регулюється гвинтом 4 (потрібно встановити його у таке положення, щоб у пневмодвигун поступало 60-70 крапель масла за хвилину).

Пульт 3 (див. рис. 5.1) представляє собою два чотирьохсекційні гідророзподільники (рис. 5.3) типу Р20, які з'єднані між собою та постачені рукоятками керування. Гідророзподільники служать для керування усіма механізмами вантажника, що приводяться в дію гідроциліндрами.

Пульт 4 (див. рис. 5.1) служить для керування ходом вантажника і представляє собою двохсекційний гідророзподільник (рис. 5.4) типу Р20, постачений двома педалями керування.

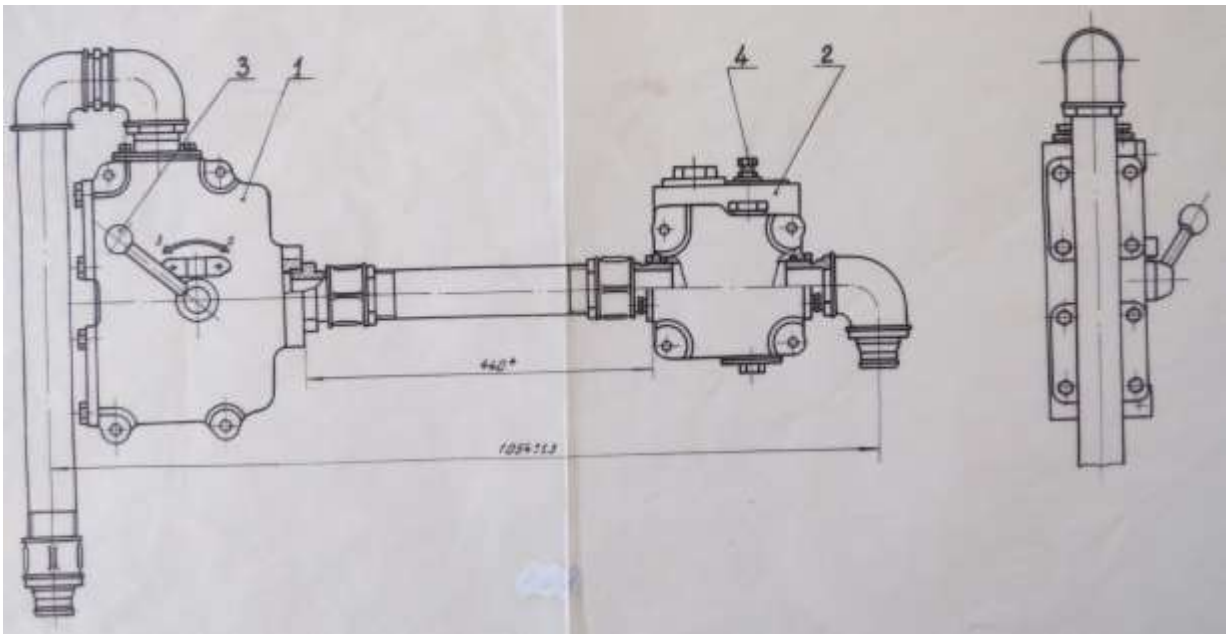


Рисунок 5.2 – Пневматична панель: 1 – пневматичний фільтр; 2 – автомасельничка; 3 – рукоятка; 4 – регулювальний гвинт

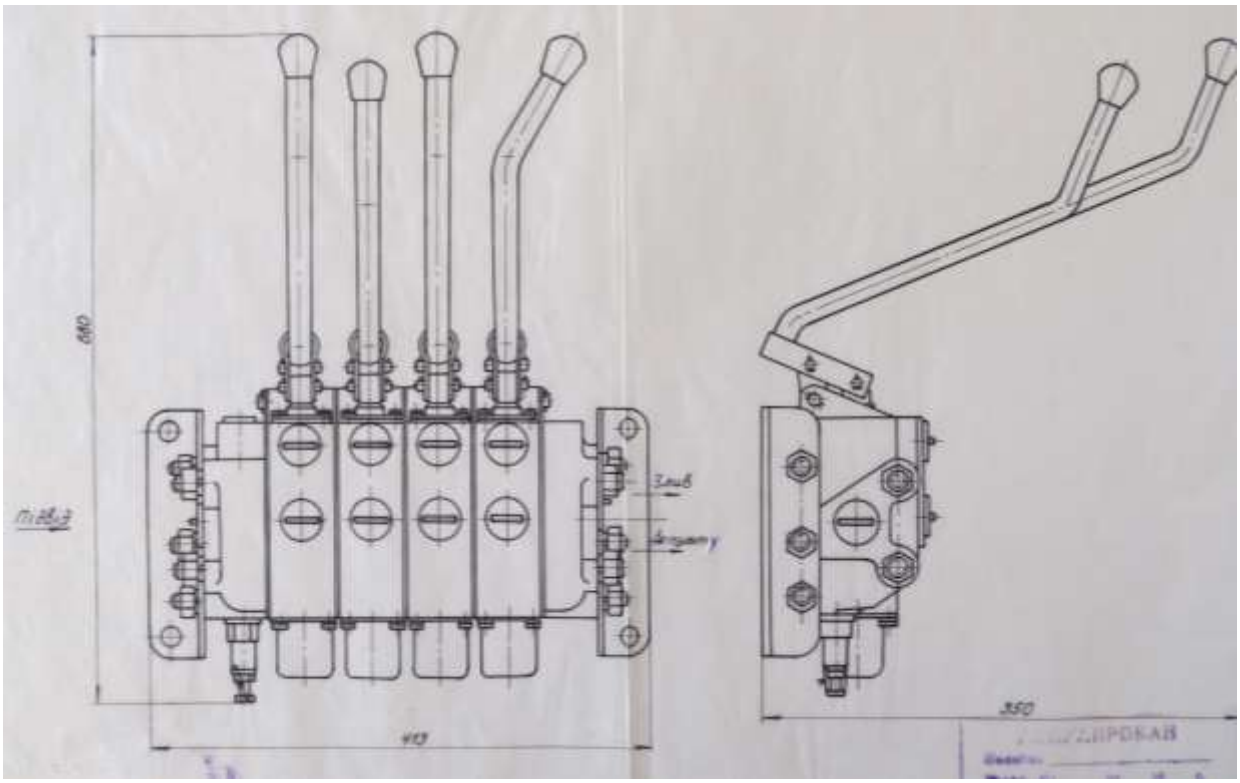


Рисунок 5.3 – Чотирьохсекційний гідророзподільник Р20

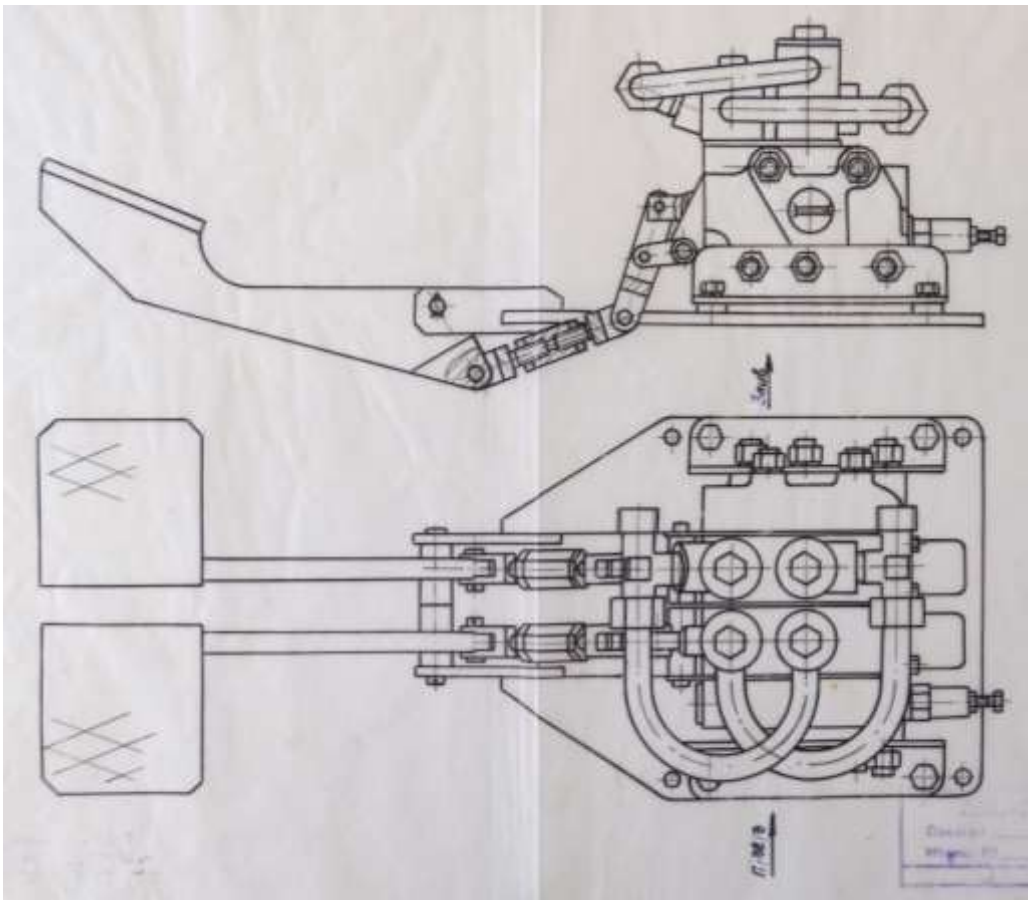


Рисунок 5.4 – Керівник ходу

Маслостанція 5 (див. рис. 5.1) складається з насосного агрегату та маслобаку. Схема маслостанції приведена на рис. 5.5.

Насосний агрегат (рис. 5.6) складається з пневмомотора 1 типу П16-25 і насоса шестеренного 2 типу НШ 71-3Л, змонтованих на кронштейні 4 та сполучених між собою зубчастою муфтою 3.

Маслобак (рис. 5.7) складається зі зварного корпусу 1, в якому змонтовані глушник 2, фільтр 3, фільтр повітряний (сапун) 4, запірний клапан 5 та маслопоказівні вікна 6. Заливка масла здійснюється через блок фільтрів за допомогою ручного насосу через штуцер 8, а злив – через штуцер 7.

Конструкції опори поворотної 6 та рейкового захвата 10 (див. рис. 5.1) показані відповідно на рис. 5.8 та 5.9.

5.1.2 Гідравлічна система

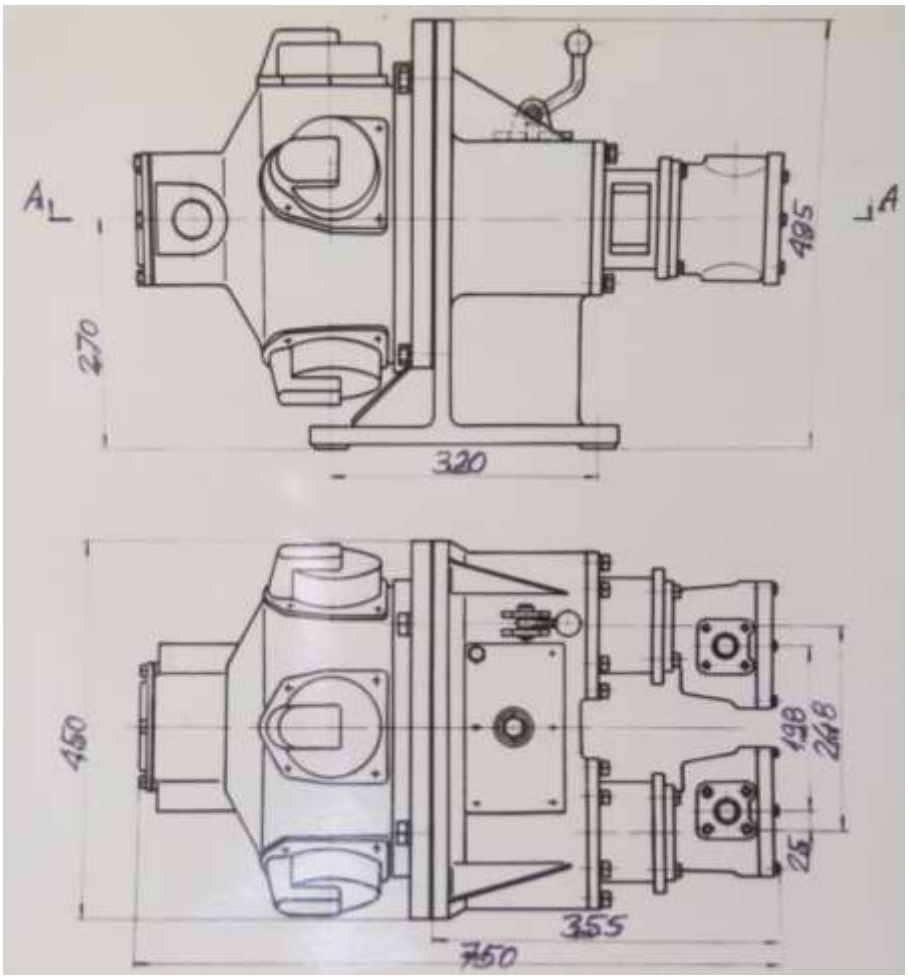
Гідросистема вантажника ПКУ-Б (рис. 5.10 та 5.11) складається з основних вузлів, перелік яких приводиться в табл. 5.1. Перша заміна робочої рідини в гідросистемі робиться після попередніх випробувань, а усі подальші – через кожні 500 годин роботи гідросистеми.

5.1.3 Органи керування вантажником

Органи керування вантажником розташовані в передній частині кабіни перед сидінням машиніста і на задній стінці кабіни. Органи керування представлені на рис. 5.1 і 5.11.

Важіль 15 (див. рис. 5.1) служить для вмикання (крайнє праве положення) і вимикання (крайнє ліве положення) подачі стисненого повітря в пневмосистему вантажника. Проміжні положення важеля дають можливість регулювання подачі повітря, тобто швидкості обертання валу пневмодвигуна. При цьому регулюється продуктивність масло насосу, а, значить, швидкість переміщення вантажника та швидкості переміщення штоків гідроциліндрів.

Педалі 16 і 17 (див. рис. 5.1) призначені для керування ходовою частиною вантажника (перша – переміщення вперед, друга – задній хід).



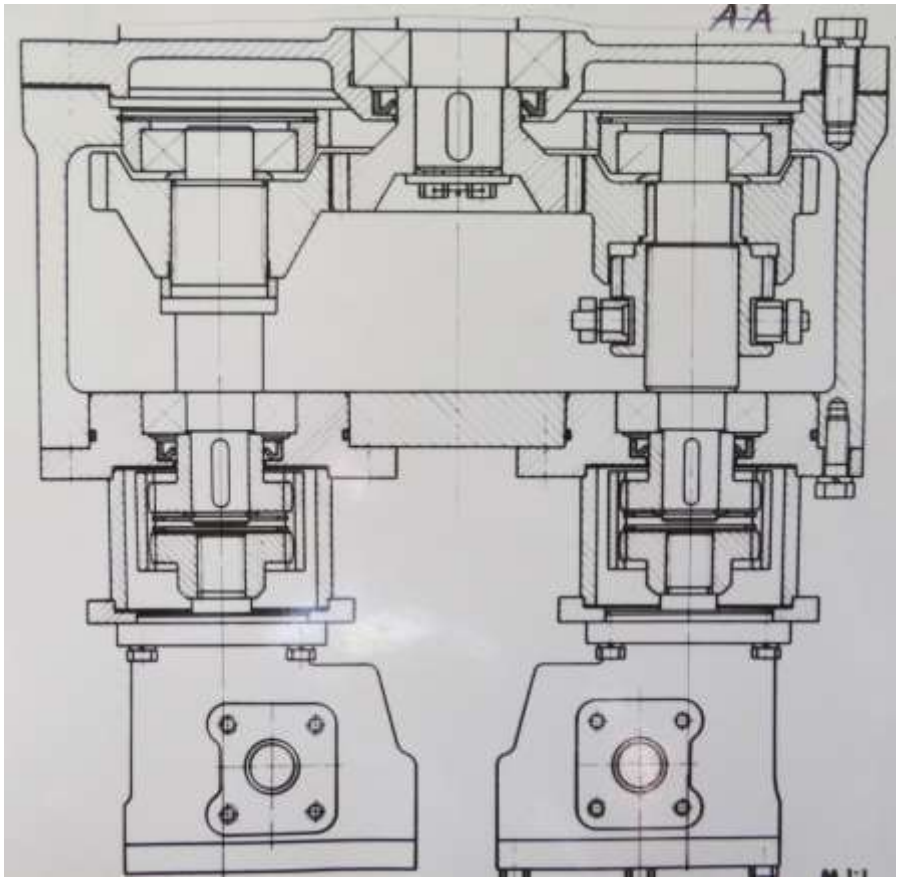


Рисунок 5.5 – Маслостанція

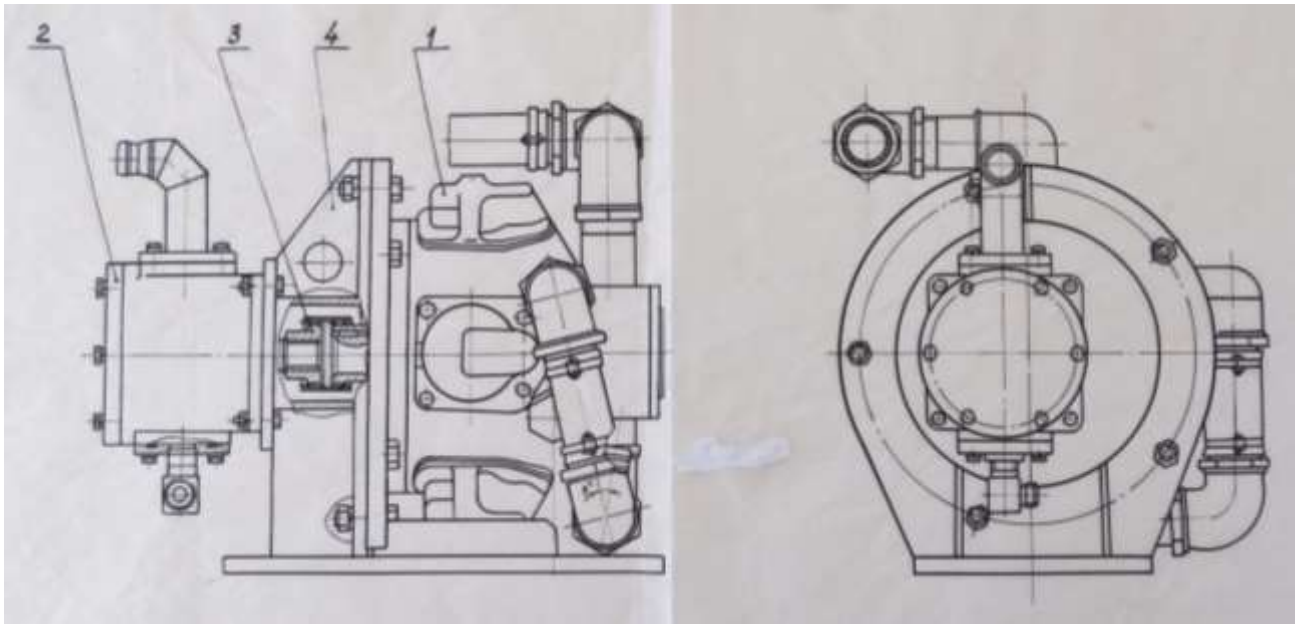


Рисунок 5.6 – Насосний агрегат:
1 – пневмомотор; 2 – насос; 3 – зубчаста муфта; 4 – кронштейн

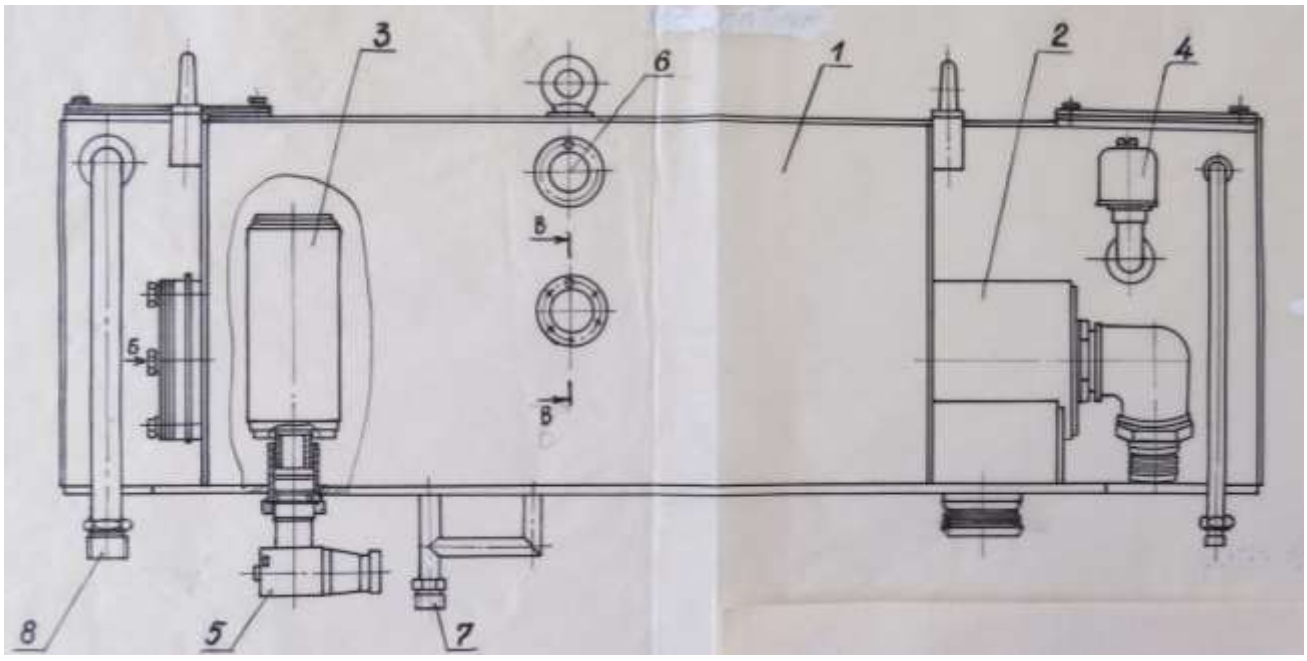


Рисунок 5.7 – Маслобак:
1 – зварний корпус; 2 – глушник; 3, 4 – фільтри; 5 – запірний клапан;
6 – масловказівне вікно; 7, 8 – відповідно зливний та заливний штуцери

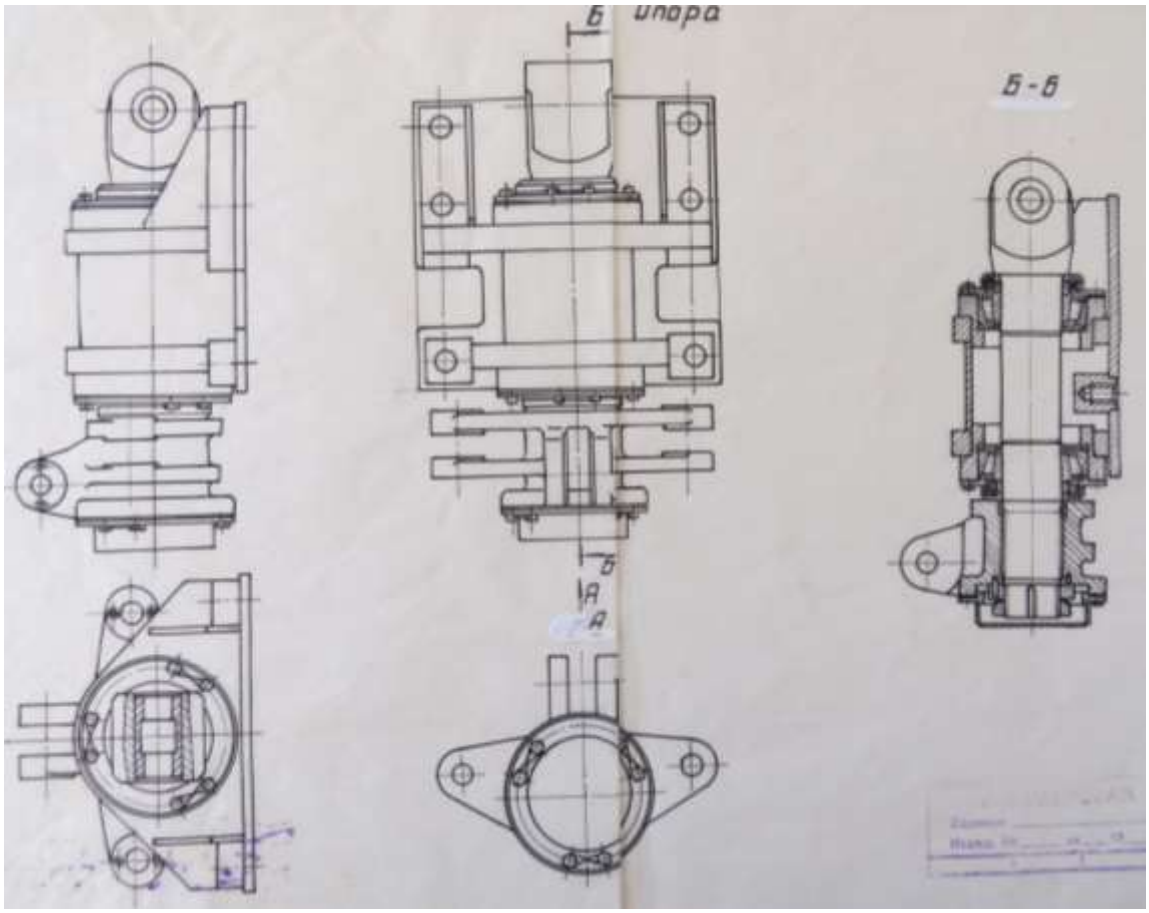


Рисунок 5.8 – Поворотна опора

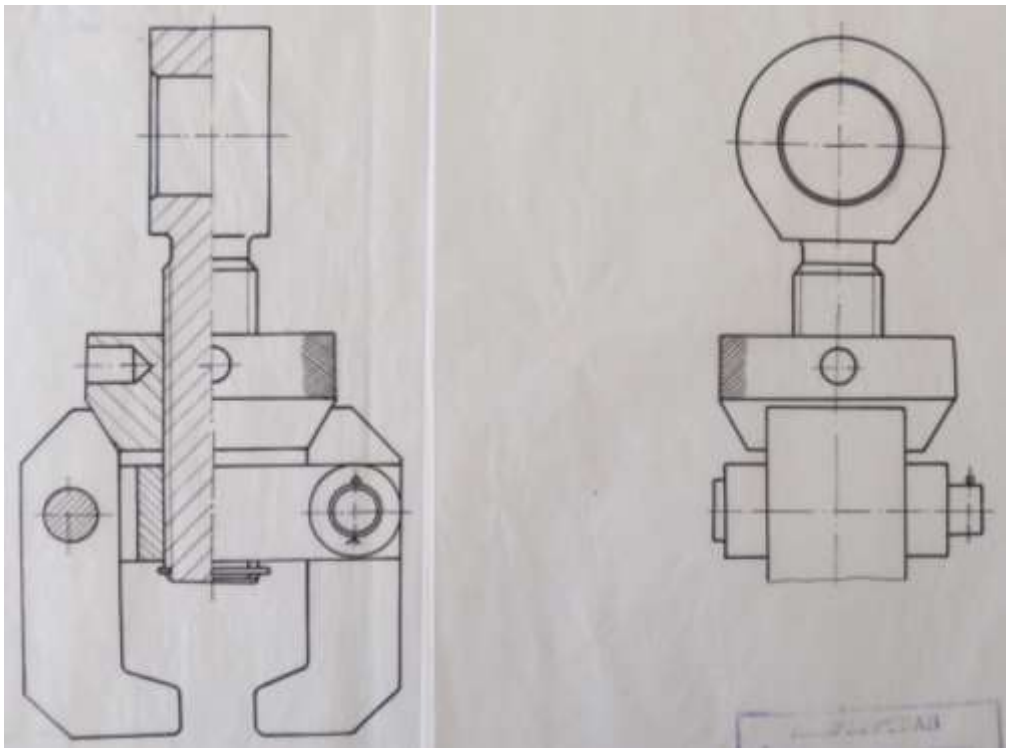


Рисунок 5.9 – Рейковий захват

Таблиця 5.1 – Основні елементи гідравлічної системи вантажника ПКУ-Б

Позначення	Найменування	Кільк.
Б1	Гідробак ПКУ-Б.01.040	1
БК1; БК2	Блок клапанів 35.038.001.030	2
ДП1	Роздільник потоку МШД 22-006 ТУ 23.1-402	1
М1	Гідромотор МР10 ТУ 2-053-1772 (хід вантажника)	1
МН1	Манометр МТ1-250х4 ТУ 25-02-72	1
Н1	Насос шестеренний НШ 71-3Л ДСТУ 8753	1
Н2	Насос ручний поршневий $РО_1$8-30-01 ТУ 26-06-1158	1
ПМ1	Перемикач манометра ПМ2.1-320 ТУ 2-053-1707	1
Р1	Гідророзподільник Р20.16-20-2х01-30.У5 ТУ 24.08.808	1
Р2	Гідророзподільник Р20.16-20.1-3х01.1-30.У5 ТУ 24.08.808	1
Р3	Гідророзподільник Р20.16-20-4х01-30.1.У5 ТУ 24.08.808	1
Ф1	Фільтр повітряний 20 ОСТ 2Г-45-2	1
Ф2	Фільтр магнітний ФМ-6 ТУ 2-053-1341	1
Ф3	Фільтр 32-25КВ УХЛ4 ДСТУ 16026 (тонке очищення)	1
Ц1; Ц2; Ц5	Гідроциліндр Ііз-80-40-500 ТУ 24.08.1172	3
Ц3; Ц4	Гідроциліндр Ііз-63-32-320 ТУ 24.08.1172	2
Ц6; Ц7	Гідроциліндр Ііз-63-32-250 ТУ 24.08.1172	2
Ц8	Гідроциліндр Ііз-100-50-500 ТУ 24.08.1172	1

Для інших регулювальних цілей служать рукоятки 18-25 (див. рис. 5.1):

- 18 – для отримання маневрової швидкості пересування вантажника;

- 19 – для поперечного повороту рукоятки (положення «на себе» – поворот рукоятки вліво відносно стріли, положення «від себе» – поворот вправо);

- 20 – для повороту правої опори;

- 21 – для керування забірною частиною (положення «на себе» – ківш розвертається у бік рукоятки, положення «від себе» – ківш переміщується від рукоятки);

- 22 – для повороту стріли в горизонтальній площині (положення «на себе» – стріла повертається праворуч, положення «від себе» – ліворуч);

- 23 – для підйому та опускання рукоятки (положення «на себе» – рукоятка опускається вниз, положення «від себе» – піднімається нагору);

- 24 – для по повороту лівої опори;

- 25 – для керування переміщенням стріли у вертикальній площині (положення «на себе» – стріла переміщається нагору, положення «від себе» – переміщається вниз).

Усі рукоятки та педалі керування повинні автоматично повертатися у нейтральне положення після зняття з них навантаження.

Праворуч від сидіння машиніста розміщена кнопка 26 (див. рис. 5.1), призначена для подачі звукового сигналу.

В кабіні машиніста (перед його сидінням на пульті керування) розміщені контрольно-вимірювальні прилади вантажника. Зокрема, можна згадати блок манометрів (рис. 5.12), що складається з манометра 1 для контролю рідини в гідравлічній системі, та манометра 2 для контролю тиску стисненого повітря, що поступає в систему вантажника.

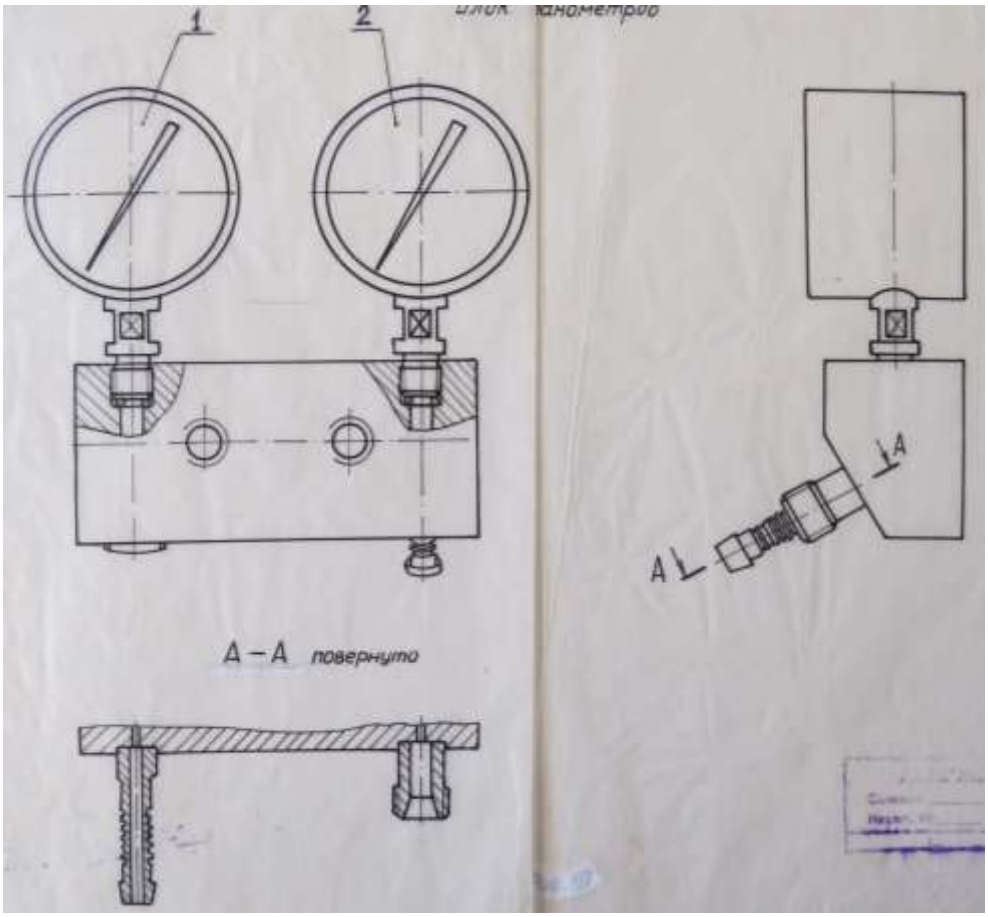


Рисунок 5.12 – Блок манометрів:
1 – манометр для контролю рідини в гідравлічній системі;
2 – манометр для контролю тиску стисненого повітря

В кабіні за сидінням машиніста встановлені два блоки гідроклапанів 27 і 28 (див. БК-1 і БК-2 на рис. 5.1). Перший з них служить для регулювання тиску в гідросистемі пересування вантажника (тиску в гідромоторі МР-1,0), другий – для регулювання тиску в гідроциліндрі підйому-опускання стріли забірної частини.

Регулювання блоку гідроклапанів БК-2 перед виконанням робочих операцій слід здійснювати в обов'язковому порядку для запобігання сходу машини з рейок. Порядок його проведення приводиться нижче, в п. 5.2.

Залишається додати, що справа від сидіння машиніста в кабіні вантажника встановлений перемикач манометрів 29 (див. рис. 5.1), призначений для замірів тиску у двох потоках гідросистеми після роздільника потоку, а також для відключення гідравлічного манометра від гідросистеми під час роботи для запобігання його передчасного виходу з ладу.

5.2 Порядок регулювання блоків гідроклапанів

В табл. 5.2 приведені дані для налаштування блоків гідроклапанів БК-1 і БК-2 на безпечні значення тиску для різних варіантів використання вантажника при підйомі та опусканні стріли забірної частини та під час роботи гідромотора ходової частини. Установка необхідного тиску здійснюється після опускання гідроклапану до мінімального тиску.

5.2.1 Регулювання блоку клапанів для роботи з гаковою підвіскою, грейфером або з вилочним захватом

Перед виконання робіт грейфером або вилочним захватом регулюють верхній і нижній клапани блоку БК-2. Для регулювання верхнього клапану (підйом стріли) рукоятку стріли опускають у крайнє нижнє положення, гак чіпляють до закріпленого вантажу, рукоятку 25 (див. рис. 5.1) встановлюють в положення «на себе» і, спостерігаючи за показаннями манометра, регулюють верхній клапан до отримання тиску, при якому ходові колеса не відриваються від рейок (у межах, вказаних в табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Налаштування блоків гідроклапанів БК-1 і БК-2 на безпечні значення тиску для різних варіантів використання вантажника

Виконавчий механізм	Клапан, що налаштовується (див. рис. 5.1)	Тиск налаштування клапанів за манометром, МПа (див. поз.1 на рис. 5.12) для колії:	
		600 мм	750 мм
Гідромотор приводу ходового візка	БК-1, верхній і нижній клапани	15,0 (завернути до упору)	15,0 (завернути до упору)
Гідроциліндр підйому та опускання забірної частини під час роботи:	БК-2		
грейфером і захватом	верхній клапан	12,0	12,0
	нижній клапан	7,0-8,0	7,0-8,0
прямою лопатою:			
$V = 0{,}075$ м^3	верхній клапан	6,0-7,0	7,0-8,0
	нижній клапан	4,5-5,0	6,0-7,0
$V = 0{,}13$ м^3	верхній клапан	9,0-10,0	10,0-12,0
	нижній клапан	6,0-7,0	7,0-8,0
зворотною лопатою:			
$V = 0{,}075$ м^3	верхній клапан	8,0-9,0	10,0-12,0
	нижній клапан	5,0-6,0	7,0-8,0
гаковою підвіскою	верхній клапан	15,0	15,0
	нижній клапан	7,0-8,0	6,0-8,0

Примітка: верхній і нижній клапани призначені відповідно для регулювання в поршневій та штоковій порожнинах гідроцилиліндра.

Для регулювання нижнього клапану рукоятку 25 встановлюють в положення «від себе» (рукоятку стріли при цьому упирають в грунт) і, спостерігаючи за показаннями манометра, регулюють тиск нижнього клапану таким чином, щоб ходові колеса не відривалися від рейок (у межах, вказаних в табл. 5.2).

Для роботи гаковою підвіскою (підйом вантажів) верхній і нижній клапани блоку БК-2 перекривають (закручують до упору). Запобіжний клапан гідророз-

подільника Р3 (див. рис. 5.9) налаштовують на тиск 12 МПа, а гідророзподільника Р1 – на тиск 15 МПа.

5.2.2 Регулювання блоку клапанів для роботи зі зворотною та прямою лопатами

Перед здійсненням робіт цими виконавчими органами клапани блоку БК-2 повинні бути налаштовані на відповідний тиск. Для налаштування верхнього клапану (підйом стріли) рукоятку забірної частини розвертають у напрямку до стріли, а ківш закріплюють за нерухомий предмет. Рукоятку 25 (див. рис. 5.1) встановлюють в положення «на себе» (переміщення стріли нагору) і, спостерігаючи за показаннями манометра, регулюють верхній клапан до тиску, вказаному в табл. 5.2.

Для налаштування нижнього клапану рукоятку 25 встановлюють у положення «від себе», спираючись ковшем в грунт, і здійснюють налаштування аналогічним чином.

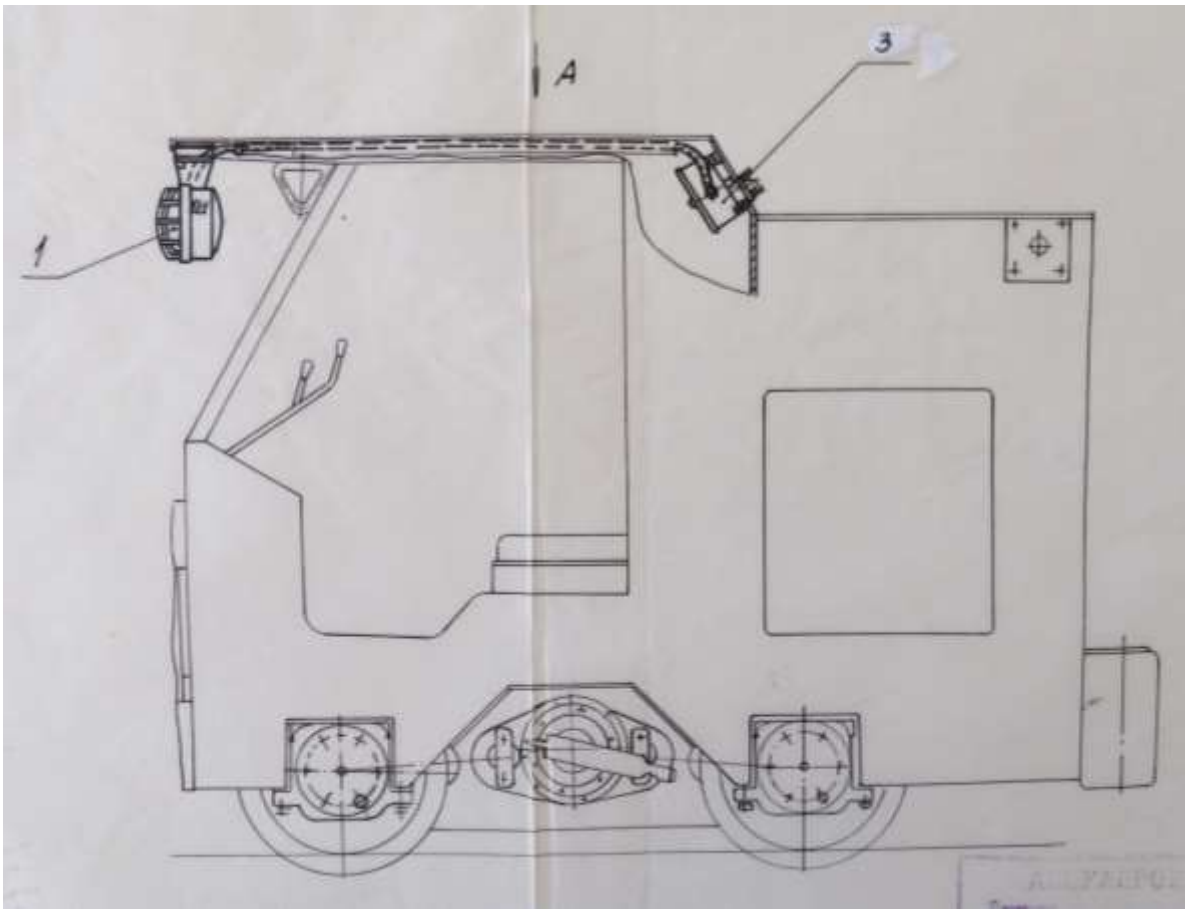
УВАГА! Якщо під час роботи виконавчим органом спостерігається відрив коліс вантажника від рейок, необхідно провести додаткове регулювання клапанів блоку БК-2, а саме: зменшити тиск в порожнинах гідроциліндра Ц8 підйому забірної частини.

5.3 Обладнання для освітлення зони роботи вантажника

Для ефективного використання робочих органів забірної частини вантажника важливо забезпечити належне освітлення зони їхньої діяльності. Для цього машина постачена освітлювальною установкою, показаною на рис. 5.13.

Установка змонтована на кабіні вантажника і складається з двох фар 1, кабелю 2 та з'єднувальної коробки 3. Живлення освітлювальної установки передбачено від шахтної освітлювальної мережі напругою 36 В.

У місця роботи вантажника освітлювальна установка підключається до шахтної мережі за допомогою з'єднувальної коробки 3 через гнучкий кабель з мід-



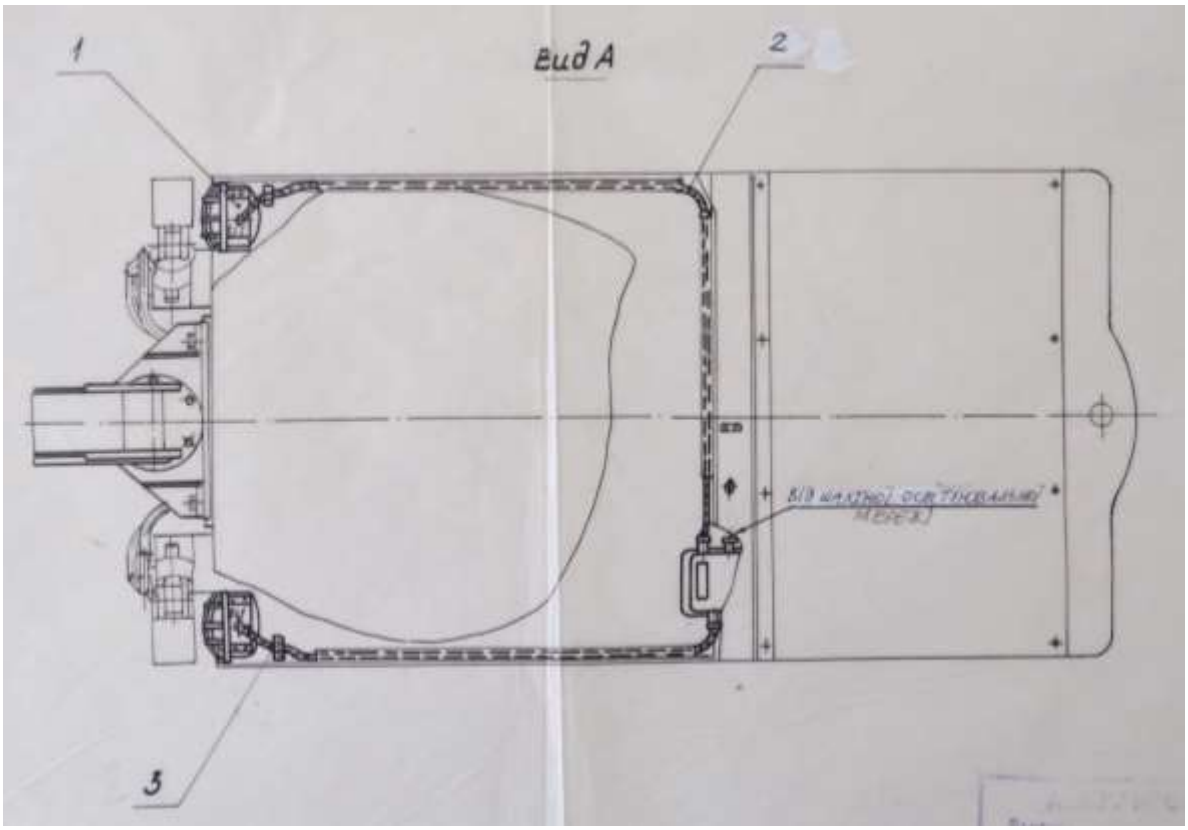
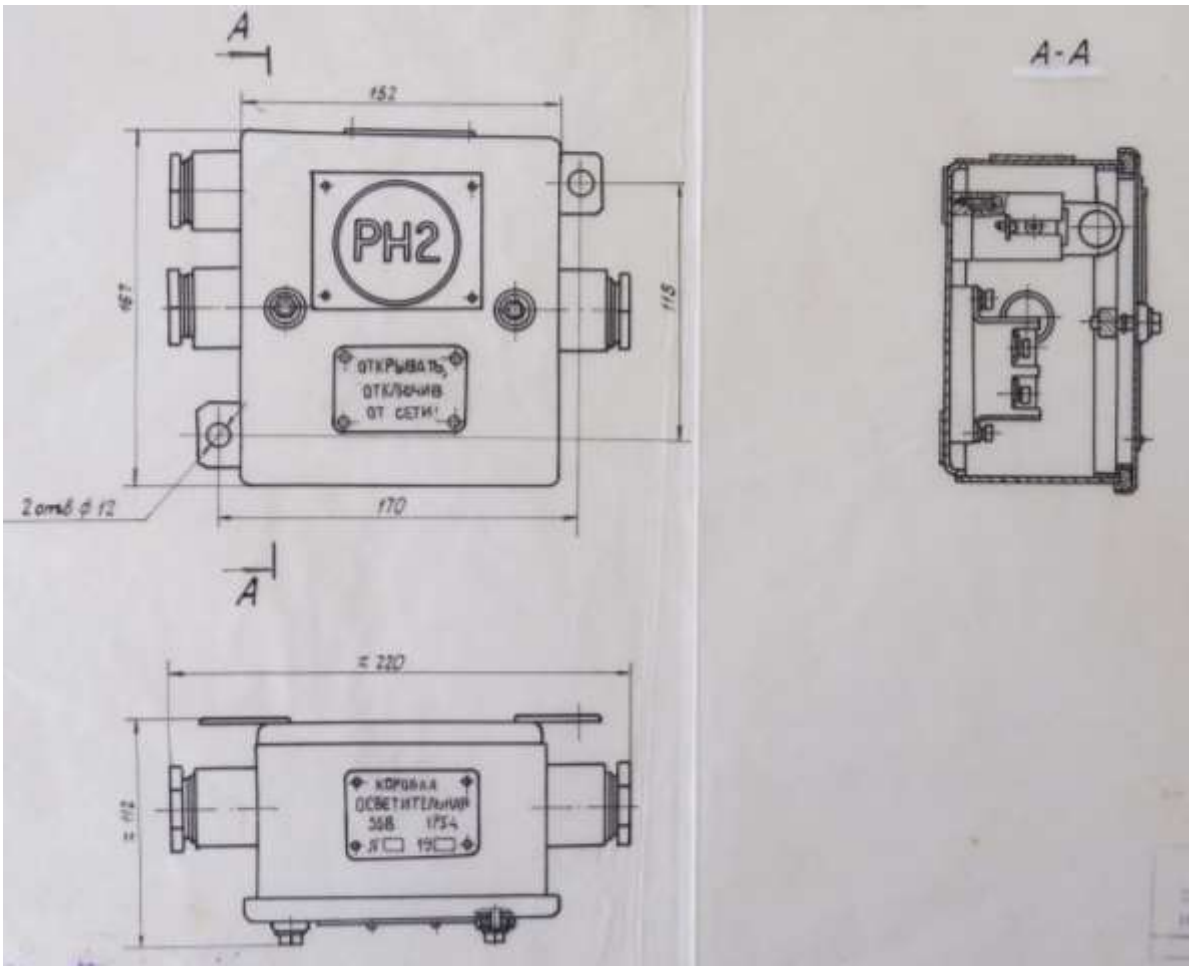
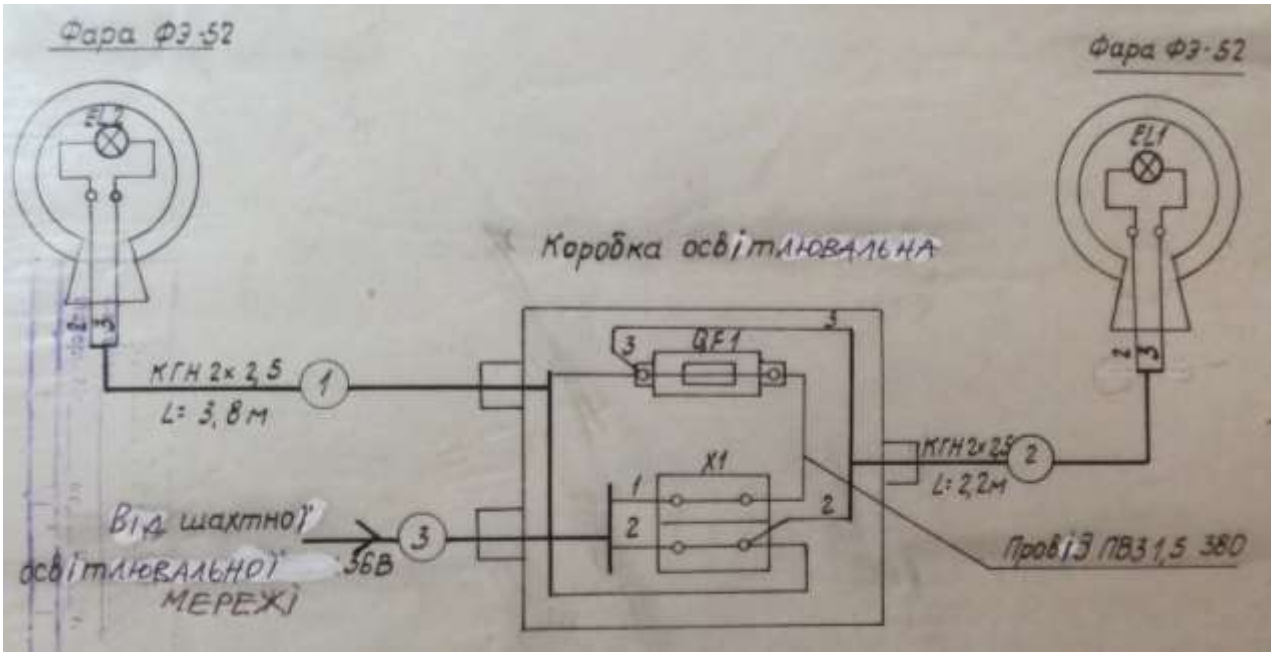


Рисунок 5.13 – Освітлювальна установка вантажника ПКУ-Б:
1 – фара; 2 – кабель; 3 – освітлювальна коробка



а



б

Рисунок 5.14 – Освітлювальна коробка (*а*) та схема електричних з’єднань освітлювальної установки вантажника (*б*)

ними жилами перетином не менше 2,5 мм^2, який відповідає вимогам, що ставляться до шахтних силових кабелів.

На рис. 5.14 приведені конструкція з'єднувальної коробки та застосована схема електричних з'єднань.

На задній стінці кузова вантажника передбачені карман і скоба для розміщення акумулятора і фари шахтного індивідуального світильника.

6 ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВАНТАЖНИКА

Забезпечення надійної роботи механічного обладнання є надзвичайно важливою задачею, що постає перед його проектувальниками. Створювана машина повинна забезпечувати високий рівень готовності виконувати функції її призначення, відрізнятися довговічністю та ремонтопридатністю.

Конструкція універсального ковшового вантажника ПКУ-Б розрахована на здійснення різноманітних технологічних операцій допоміжного характеру в процесах підземного видобутку міцних руд, пов'язаних зі значними навантаженнями на її змінні робочі органи та небезпекою втрати стійкості під час їхнього виконання.

Головними приводами цих робочих органів служать гідравлічні циліндри, від працездатності яких залежить надійність роботи усієї конструкції.

В цьому розділі розглянуто деякі аспекти забезпечення високого рівня надійності вантажника.

6.1 Аналіз стійкості вантажника в різних варіантах його використання

Під час виконання допоміжних операції вантажником задіяні три гідроциліндри:

- гідроциліндр підйому ковшу;
- гідроциліндр підйому рукоятки забірної частини;
- гідроциліндр повороту рукоятки забірної частини у горизонтальній площині.

Ці гідроциліндри в разі роботи ковшем налаштовуються на тиск 10 МПа, а при роботі гаковою підвіскою – 12 МПа. Діаметр їхніх поршнів становить: D = 80 мм.

Крім того, підйом забірної частини здійснюється гідроциліндром з діаметром поршня D_1 = 100 мм, який під час роботи ковшем налаштовується на тиск 7 МПА, а гаковою підвіскою – 11 МПа.

Розрахункові схеми для визначення поздовжньої та поперечної стійкості вантажника для усіх типів змінного робочого обладнання представлені відповідно на рис. 6.1 і 6.2 (на першому з них показаний варіант навішування гакової підвіски).

Аналіз стійкості вантажника здійснюється для рейкової колії розміром 600 мм, адже в таких умовах він буде менш стійким, ніж на коліях більшого розміру.

6.1.1 Робота ковшем (пряма лопата)

Розрахунок поздовжньої стійкості ведеться для наступних випадків:

- випадок 1 – черпання ковшем; підйом здійснюється гідроциліндром підйому ковшу;

- випадок 2 – виривання кромкою порожнього ковшу; працює гідроциліндр підйому ковшу;

- випадок 3 – виривання кромкою порожнього ковшу; працює гідроциліндр підйому рукоятки;

- випадок 4 – виривання кромкою порожнього ковшу; працює гідроциліндр підйому забірної частини.

Аналіз вказаних випадків роботи вантажника з точки зору забезпечення поздовжньої стійкості установки показує, що найгіршим розрахунковим випадком є другий, тому перевірка поперечної стійкості здійснюється лише для нього в двох положеннях забірної частини машини:

- положення 1 – забірна частина пряма і повернута на кут $\alpha = 55^{o}$;

- положення 2 – забірна частина «зламана», тобто стріла повернута на кут $\alpha = 55^{o}$, а рукоятка встановлена паралельно осі машини.

6.1.1.1 Розрахунок поздовжньої стійкості вантажника з ковшем

Випадок 1. Вантаж у ковші – $G_{в} = 4250$ Н. Працює штокова порожнина гідроциліндру підйому ковшу.

Зусилля в гідроциліндрі:

$$P_1 = pF_{шт} = 10^7 \cdot 0{,}3768 \cdot 10^{-2} = 37680 \text{ Н},$$

де $p = 10^7$ Па – тиск в гідроциліндрі; $F_{шт}$ – площа штокової порожнини:

$$F_{шт} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{3{,}14(0{,}08^2 - 0{,}04^2)}{4} = 0{,}3768 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$

де D = 0,08 м – діаметр поршневої порожнини гідроциліндру; d = 0,04 м – діаметр штока.

Зусилля черпання знаходимо з наступного виразу:

$$P_1 h_1 = G_{кг} L_1 + P_{зач}(L_0 + L_1).$$

Звідси маємо:

$$P_{зач} = \frac{P_1 h_1 - G_{кг} L_1}{L_0 + L_1} = \frac{37680 \cdot 0{,}15 - 5520 \cdot 0{,}43}{0{,}55 + 0{,}43} = 3345 \text{ Н},$$

де h = 0,15 м – плече зусилля P_1 відносно точки O (див. рис. 6.1); $G_{кг}$ = 5520 Н – вага ковшу та вантажу в ньому; L_1 = 0,43 м – плече зусилля $G_{кг}$ відносно точки O; L_0 = 0,55 м – відстань від лінії дії зусилля черпання до центру ваги ковшу.

Перекидний момент відносно точки A (див. рис. 6.1):

$$M_{о1} = P_{зач}(L_8 + L_5) + G_{зч}(L_3 + L_5) + G_о L_5 + G_{гц}(L_4 + L_5) + G_1 L_6 =$$
$$= 3345(4{,}2 + 0{,}52) + 5610(2{,}135 + 0{,}52) + 2150 \cdot 0{,}52 + 540(0{,}53 + 0{,}52) +$$
$$+ 1060 \cdot 0{,}46 = 32856 \text{ Н·м}.$$

Відновлювальний момент:

$$M_в = (G_м - G_{зч} - G_{гц} - G_о - G_1)x_c =$$
$$= (58000 - 5610 - 540 - 2150 - 1060) \cdot 0{,}993 = 48300 \text{ Н·м}.$$

У двох останніх виразах маємо: L_8 = 4,2 м – плече сили $P_{зач}$ відносно точки O_2; L_5 = 0,52 м – відстань від осі обертання забірної частини до точки A; $G_{зч}$ = 5610 Н – вага забірної частини; L_3 = 2,135 м – плече сили $G_{зч}$ відносно точки O_2; $G_о$ = 2150 Н – вага опори; $G_{гц}$ = 540 Н – вага гідроциліндру підйому забірної частини; L_4 = 0,53 м – плече сили $G_{гц}$ відносно точки O_2; G_1 = 1060 Н – вага двох опор, двох гідроциліндрів та трубопроводів; L_6 = 0,46 м – плече сили G_1 відносно точки A; $G_м$ = 58000 Н – вага машини; $x_с$ = 0,93 м – центр ваги ходової частини і

кабіни відносно точки *А*.

Коефіцієнт стійкості:

$$K_1 = \frac{M_в}{M_{о1}} = \frac{48300}{32856} = 1{,}46 > [K] = 1{,}4.$$

Таким чином, умова стійкості виконана.

Випадок 2. Ківш порожній. Працює штокова порожнина гідроциліндру підйому ковшу.

Реакцію на кромці ковшу знаходимо з наступного виразу:

$$P_1 h_1 = G_к L_1 + R_1(L_0 + L_1).$$

Звідси маємо:

$$R_1 = \frac{P_1 h_1 - G_к L_1}{L_0 + L_1} = \frac{37680 \cdot 0{,}15 - 1270 \cdot 0{,}43}{0{,}55 + 0{,}43} = 5210 \text{ Н},$$

де $G_к$ = 1270 Н – вага ковшу.

Перекидний момент:

$$M_{о2} = R_1(L_8 + L_5) + G_{зч}(L_3 + L_5) + G_о L_5 + G_{гц}(L_4 + L_5) + G_1 L_6 =$$
$$= 5210(4{,}2 + 0{,}52) + 5610(2{,}135 + 0{,}52) + 2150 \cdot 0{,}52 + 540(0{,}53 + 0{,}52) +$$
$$+ 1060 \cdot 0{,}46 = 41658 \text{ Н·м}.$$

Коефіцієнт стійкості:

$$K_2 = \frac{M_в}{M_{о2}} = \frac{48300}{41658} = 1{,}16 < [K] = 1{,}4.$$

Таким чином, умова стійкості не виконана.

Випадок 3. Ківш порожній. Працює поршнева порожнина гідроциліндру підйому рукоятки.

Зусилля в гідроциліндрі:

$$P_2 = pF_п = 10^7 \cdot 0{,}5024 \cdot 10^{-2} = 50240 \text{ Н},$$

де $p = 10^7$ Па – тиск в гідроциліндрі; $F_п$ – площа поршневої порожнини:

$$F_п = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}08^2}{4} = 0{,}5024 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Реакцію на кромці ковшу знаходимо з наступного виразу:

$$P_2 h_2 = G_{\text{рк}} L_2 + R_2(L_9 + L_0).$$

Звідси маємо:

$$R_2 = \frac{P_2 h_2 - G_{\text{рк}} L_2}{L_9 + L_0} = \frac{50240 \cdot 0{,}2 - 2690 \cdot 1{,}1}{1{,}65 + 0{,}55} = 3222 \text{ Н},$$

де h_2 = 0,2 м – плече зусилля P_2 відносно точки O_1; $G_{\text{рк}}$ = 1270 Н – вага ковшу; L_9 = 1,65 м – відстань від центру ваги ковшу до точки O_1.

Перекидний момент:

$$M_{\text{оз}} = R_2(L_8 + L_5) + G_{\text{зч}}(L_3 + L_5) + G_0 L_5 + G_{\text{гц}}(L_4 + L_5) + G_1 L_6 =$$
$$= 3222(4{,}2 + 0{,}52) + 5610(2{,}135 + 0{,}52) + 2150 \cdot 0{,}52 + 540(0{,}53 + 0{,}52) +$$
$$+ 1060 \cdot 0{,}46 = 32275 \text{ Н·м}.$$

Коефіцієнт стійкості:

$$K_3 = \frac{M_{\text{в}}}{M_{\text{оз}}} = \frac{48300}{32275} = 1{,}5 > [K] = 1{,}4.$$

Таким чином, умова стійкості виконана.

Випадок 4. Ківш порожній. Працює поршнева порожнина гідроциліндру підйому забірної частини.

Зусилля в гідроциліндрі:

$$P_3 = p_1 F_{\text{п}_1} = 7 \cdot 10^6 \cdot 0{,}785 \cdot 10^{-2} = 54950 \text{ Н},$$

де p = 7·10^6 Па – тиск в гідроциліндрі; $F_{\text{п1}}$ – площа поршневої порожнини гідроциліндра забірної частини:

$$F_{\text{п}_1} = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}1^2}{4} = 0{,}785 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$

де D_1 = 0,1 м – діаметр поршневої порожнини гідроциліндра забірної частини.

Реакцію на кромці ковшу знаходимо з наступного виразу:

$$P_3 h_3 = G_{\text{зч}} L_3 + R_3 L_8.$$

Звідси маємо:

$$R_3 = \frac{P_3 h_3 - G_{\text{зч}} L_3}{L_8} = \frac{54950 \cdot 0{,}575 - 5610 \cdot 2{,}135}{4{,}2} = 4671 \text{ Н},$$

де h_3 = 0,575 м – плече зусилля P_3 відносно точки O_2 (див. рис. 6.1).

Перекидний момент:

$$M_{o4} = R_3(L_8 + L_5) + G_{зч}(L_3 + L_5) + G_o L_5 + G_{гц}(L_4 + L_5) + G_1 L_6 =$$
$$= 4671(4{,}2 + 0{,}52) + 5610(2{,}135 + 0{,}52) + 2150 \cdot 0{,}52 + 540(0{,}53 + 0{,}52) +$$
$$+ 1060 \cdot 0{,}46 = 32275 \text{ Н·м}.$$

Коефіцієнт стійкості:

$$K_4 = \frac{M_в}{M_{o4}} = \frac{48300}{39115} = 1{,}23 < [K] = 1{,}4.$$

Таким чином, умова стійкості не виконана.

6.1.1.2 Розрахунок поперечної стійкості вантажника з ковшем

Положення 1. Забірна частина пряма і повернута на 55^o (див. рис. 6.2).

Розрахунок ведемо для другого випадку, тобто виривання кромкою порожнього ковшу. Перекидання відбувається відносно лінії AA_1.

Зусилля на кромці ковшу (див. п. 6.1.1.1, випадок 2): $R_1 = 5210$ Н.

Перекидний момент:

$$M'_{o2} = R_1(L_8 \sin\alpha - к) + G_{зч}(L_3 \sin\alpha - к) + G_{гц}(L_4 \sin\alpha - к) =$$
$$= 5210(4{,}2 \cdot 0{,}819 - 0{,}33) + 5610(2{,}135 \cdot 0{,}819 - 0{,}33) +$$
$$+ 540(0{,}53 \cdot 0{,}819 - 0{,}33) = 24216 \text{ Н},$$

де к = $(0{,}5b + a)$ = (0,5·0,6 + 0,3) = 0,33 м; b = 0,6 м – ширина рейкової колії; a = 0,03 м – половина ширини головки рейки; $\alpha = 55^o$ – кут повороту забірної частини.

Відновлювальний момент:

$$M_{в_1} = (G_м - G_{зч} - G_{гц})к = (58000 - 5610 - 540) \cdot 0{,}33 = 17111 \text{ Н·м}.$$

Коефіцієнт стійкості:

$$K'_2 = \frac{M_{в1}}{M'_{o2}} = \frac{17111}{24216} = 0{,}7 < [K] = 1{,}4.$$

Тобто умова стійкості не виконана, тому для роботи з повернутою на кут 55^o забірною частиною потрібно встановлювати опори.

Тепер визначимо коефіцієнт стійкості машини відносно лінії BB_1 при максимальному зусиллі на кромці ковшу R_1 = 5210 Н.

Перекидний момент:

$$(M'_{o2})_o = G_{зч}L_{10} + R_1L_{11} = 5610 \cdot 0{,}15 + 5210 \cdot 1{,}25 = 7354 \text{ Н·м}.$$

Відновлювальний момент:

$$M'_{в1} = G_в L_{12} + (G_о + G_1)L_{13} + G_{гц}L_{14} =$$

$$= 48640 \cdot 0{,}4 + (2150 + 1060) \cdot 0{,}965 + 540 \cdot 0{,}685 = 22923 \text{ Н·м},$$

де $G_в$ = 48640 Н – вага кабіни та ходової частини машини; L_{12} = 0,4 м – плече сили $G_в$ відносно лінії BB_1 (див. рис. 6.2); L_{13} = 0,965 м – плече сил $G_о$ і G_1 відносно лінії BB_1 (див. рис. 6.2); L_{14} = 0,685 – плече зусилля $G_{гц}$ відносно лінії BB_1 (див. рис. 6.2).

Коефіцієнт стійкості:

$$K_2'' = \frac{M'_{в1}}{(M'_{o2})_o} = \frac{22923}{7354} = 3{,}1 > [K] = 1{,}4.$$

Умова стійкості виконана.

Положення 2. Забірна частина «зламана», тобто стріла повернена на кут 55°, а рукоятка встановлена паралельно осі машини. Зусилля на кромці ковшу – R_1 = 5210 Н.

Перекидний момент:

$$M''_{o2} = R_1(L - к) + G_{рк}(L - к) + G_{стр}(L_{15}\sin\alpha - к) + G_{гц}(L_4\sin\alpha - к) +$$

$$+G_{к_1}(L - к) + G_{к_2}(L_{15}\sin\alpha - к) = 5210(1{,}45 - 0{,}33) + 2690(1{,}45 - 0{,}33) +$$

$$= 2490(1{,}262 \cdot 0{,}819 - 0{,}33) + 540(0{,}53 \cdot 0{,}819 - 0{,}33) + 200(1{,}45 - 0{,}33) +$$

$$+230(1{,}262 \cdot 0{,}819 - 0{,}33) = 11042 \text{ Н·м},$$

де $G_{стр}$ = 2490 Н – вага стріли з двома гідроциліндрами; L = 1,45 м – відстань між поздовжньою віссю машини та віссю рукоятки при їхньому паралельному розташуванні; $G_{к_1}$ = 200 Н – вага комунікацій рукоятки; L_{15} = 1,262 м – відстань від осі обертання забірної частини до центру ваги стріли; $G_{к_2}$ = 230 Н – вага комуні-

кацій стріли.

Коефіцієнт стійкості:

$$K_2'' = \frac{M_{в_1}}{M_{o2}''} = \frac{17111}{11042} = 1{,}55 > [K] = 1{,}4.$$

Таким чином, умова стійкості виконана.

6.1.2 Робота гаковою підвіскою

Робота здійснюється з обов'язковою установкою опор и та рейкових захватів (вплив останніх при оцінці стійкості не враховувався). Розрахункові схеми див. на рис. 6.1 і 6.2.

Розрахунок поздовжньої стійкості проводиться для випадку підйому вантажу вагою G = 10000 Н при горизонтальному розташуванні забірної частини.

Розрахунок поперечної стійкості здійснюється для двох положень забірної частини:

- положення 1 – забірна частина пряма і повернута на кут α = 55°; підйом ведеться за допомогою гідроциліндру підйому забірної частини; вага на гаку – G = 10000 Н;

- положення 2 – забірна частина «зламана», тобто стріла повернута на кут α = 55°, а рукоятка встановлена паралельно осі машини; підйом ведеться за допомогою гідроциліндру підйому забірної частини.

6.1.2.1 Розрахунок поздовжньої стійкості вантажника з гаковою підвіскою

Перекидний момент відносно лінії перекидання *E-E*:

$$M_{ок} = G(L_7 + c) + G_{зч}(L_3 + c) + G_{гц}(L_4 + c) + G_o c =$$

$$= 10000(3{,}7 + 0{,}01) + 4776(2{,}135 + 0{,}01) + 540(0{,}53 + 0{,}01) + 2150 \cdot 0{,}01 =$$

$$= 47658 \text{ Н·м},$$

де G = 10000 Н – вага на гаку; c = 0,01 м – відстань від осі обертання стріли до лінії перекидання EE_1; Gзч = 4776 Н – вага забірної частини вантажника з гаковою підвіскою.

Відновлювальний момент:

$$M_{\text{в}_\text{к}} = \left(G_\text{м} - G_\text{зч} - G_\text{гц} - G_\text{о}\right)(x_c + L_5 - c) + G_1(L_5 - L_6 - c) =$$
$$= (58000 - 4776 - 540 - 2150)(0{,}993 - 0{,}52 - 0{,}01) +$$
$$+1060(0{,}52 - 0{,}46 - 0{,}01) = 76006 \text{ Н·м}.$$

Коефіцієнт поздовжньої стійкості:

$$K_\text{к} = \frac{M_{\text{в}_\text{к}}}{M_\text{ок}} = \frac{76006}{47658} = 1{,}59 > [K] = 1{,}4.$$

Таким чином, умова стійкості виконана.

6.1.2.2 Розрахунок поперечної стійкості вантажника з гаковою підвіскою

Положення 1. Забірна частина пряма і повернута на кут 55°. Вага вантажу – G = 10000 Н. Перекидання може відбуватися відносно лінії BB_1 (див. рис. 6.2).

Перекидний момент:

$$M'_\text{ок} = G_\text{зч}L_{10} + GL_{16} = 4776 \cdot 0{,}15 + 10000 \cdot 0{,}985 = 10566 \text{ Н·м},$$

де L_{10} = 0,15 м і L_{16} = 0,985 м – відповідно плечі зусиль $G_\text{зч}$ і G (див. рис. 6.2).

Відновлювальний момент:

$$M'_\text{вк} = G_\text{в}L_{12} + G_2L_{13} + GL_{14} = 48640 \cdot 0{,}4 + 2700 \cdot 0{,}965 + 540 \cdot 0{,}685 =$$
$$= 22431 \text{ Н·м},$$

де G_2 = 2700 Н – вага опори та опорних лап.

Коефіцієнт поперечної стійкості:

$$K'_\text{к} = \frac{M'_\text{вк}}{M'_\text{ок}} = \frac{22431}{10566} = 2{,}1 > [K] = 1{,}4.$$

Таким чином, умова стійкості виконана.

Положення 2. Забірна частина «зламана».

Стійкість у цьому випадку забезпечена, адже центр ваги забірної частини не перетинає лінію перекидання.

В табл. 6.1 можна побачити зведення результатів розрахунків навантажень на робочий орган, а також зусиль та тисків в гідроциліндрах.

6.2 Визначення працездатності гідроциліндрів

6.2.1 Гідроциліндр підйому стріли

Розрахунок ведеться для випадку роботи вантажника з гаковою підвіскою. Розрахункова схема механізму підйому стріли показана на рис. 6.3.

Максимальне зусилля в гідроциліндрі підйому стріли:

$$P_{\text{г}} = p\frac{\pi D^2}{4} = 11 \cdot 10^6 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}1^2}{4} = 86350 \text{ Н},$$

де $p = 11 \cdot 10^6$ Па – максимальний тиск в порожнині гідроциліндра під час підйому вантажу; $D = 0{,}1$ м – діаметр поршня гідроциліндра підйому стріли.

Максимальний вантаж на гаку, що піднімається гідроциліндром підйому:

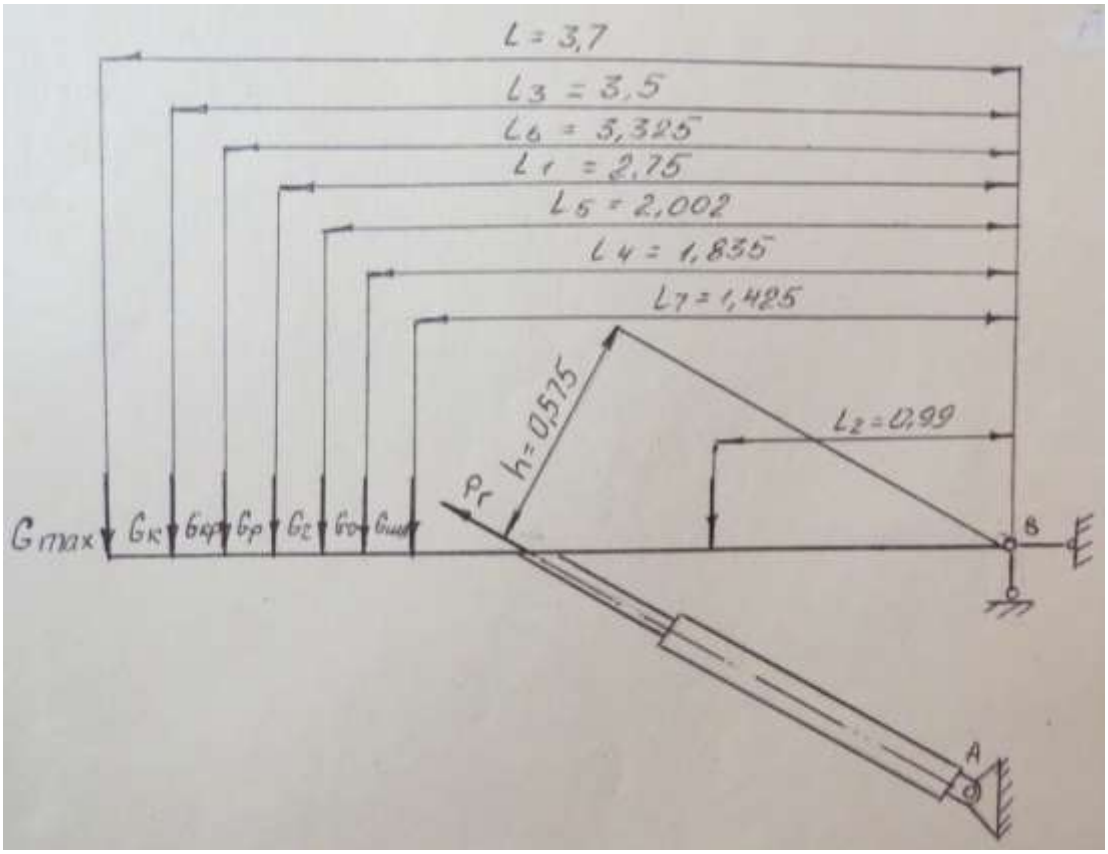


Рисунок 6.3 – Розрахункова схема механізму підйому стріли (розміри в метрах)

$$\sum M_{\text{в}} = G_{max}L + G_{\text{р}}L_1 + G_{\text{с}}L_2 + P_{\text{г}}h + G_{\text{к}}L_3 + G_{\text{о}}L_4 +$$

$$+G_2L_5 + G_{\text{кр}}L_6 + G_{\text{шл}}L_7 = 0.$$

Звідси маємо:

$$G_{max} = \frac{P_{\text{г}}h - G_{\text{р}}L_1 - G_{\text{с}}L_2 - G_{\text{к}}L_3 - G_{\text{о}}L_4 - G_2L_5 - G_{\text{кр}}L_6 - G_{\text{шл}}L_7}{L} =$$

$$= \frac{86350 \cdot 0{,}575 - 860 \cdot 2{,}75 - 1170 \cdot 0{,}99 - 436 \cdot 3{,}5 - 640 \cdot 1{,}835 -}{3{,}7} =$$

$$= \frac{-220 \cdot 3{,}325 - 430 \cdot 1{,}425}{3{,}7} = 10822 \text{ Н},$$

де $G_{\text{р}}$ = 860 Н – вага рукоятки; $G_{\text{с}}$ = 1170 Н – вага стріли; $G_{\text{к}}$ = 436 Н – вага гакової підвіски з гаком; $G_{\text{о}}$ = 640 Н – вага опори; $G_{\text{г}}$ = 1020 Н – вага гідроциліндра; $G_{\text{кр}}$ = 220 Н – вага кронштейна; $G_{\text{шл}}$ = 430 Н – вага шланга; L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7 – плечі сил (див. рис. 6.3).

Умова працездатності гідроциліндра підйому стріли:

$$G_{max} = 10822 > G = 10000 \text{ Н},$$

де G = 10000 Н – максимальна вага, що піднімається забірною частиною. Таким чином, умова працездатності виконана.

6.2.2 Гідроциліндр підйому рукоятки при нижньому положенні гакової підвіски

Визначаємо максимальне навантаження на рукоятку з боку гідроциліндра її підйому:

$$P'_{\text{г}} = p_1 \frac{\pi D_1^2}{4} = 12 \cdot 10^6 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}08^2}{4} = 60288 \text{ Н},$$

де $p_1 = 12 \cdot 10^6$ Па – максимальний тиск в порожнині гідроциліндра, що розвивається під час підйому вантажу; D = 0,08 м – діаметр поршня гідроциліндра підйому стріли.

Визначаємо максимальний вантаж на гаку, що піднімається гідроциліндром підйому рукоятки (рис. 6.4):

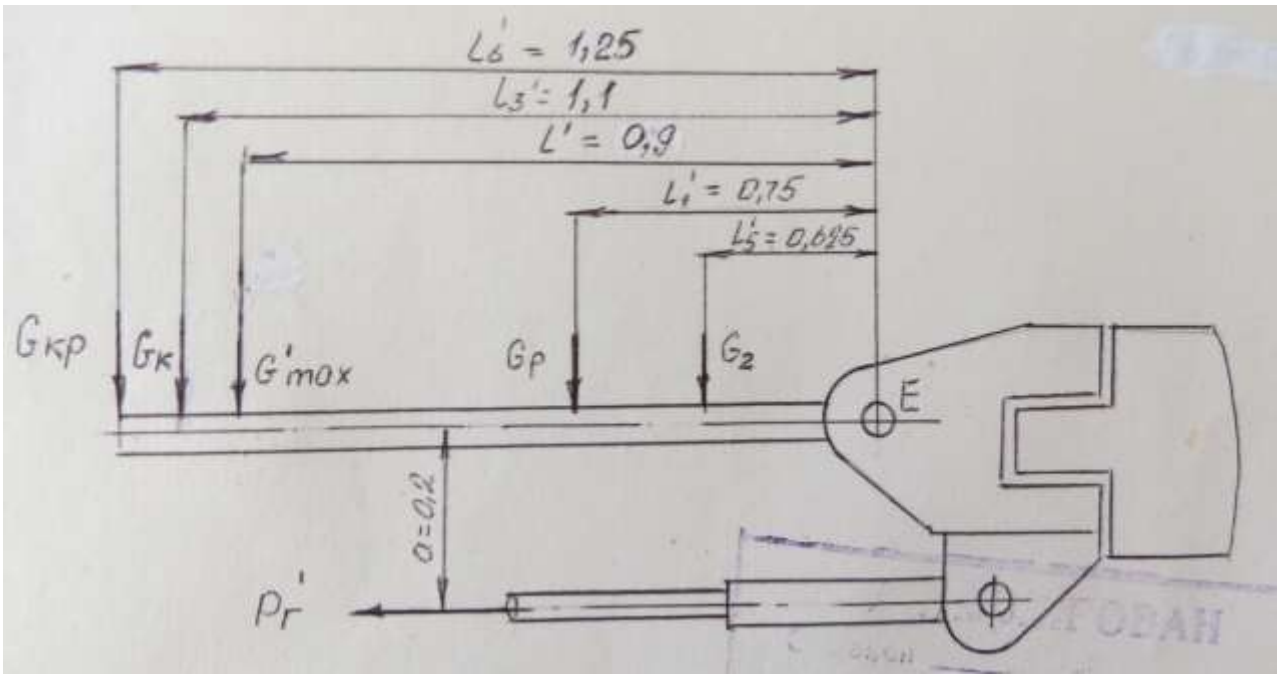


Рисунок 6.4 – Розрахункова схема механізму підйому рукоятки (розміри в метрах)

$$\sum M_E = G'_{max}L'_1 + G_{\text{р}}L'_1 - P'_{\text{г}}a + G_{\text{к}}L'_3 + G_2L'_5 + G_{\text{кр}}L'_6 = 0.$$

Звідси маємо:

$$G'_{max} = \frac{P'_{\text{г}}a - G_{\text{р}}L'_1 - G_{\text{к}}L'_3 - G_2L'_5 - G_{\text{кр}}L'_6}{L'_1} =$$

$$= \frac{60288 \cdot 0{,}2 - 860 \cdot 0{,}75 - 436 \cdot 1{,}1 - 340 \cdot 0{,}625 - 220 \cdot 1{,}25}{0{,}9} = 11606 \text{ Н},$$

де L', L_1', L_3', L_5', L_6' – величини з рис. 6.4.

Умова працездатності гідроциліндру підйомку рукоятки:

$$G'_{max} = 11606 > G = 10000 \text{ Н}.$$

Умова працездатності виконана.

6.2.3 Гідроциліндр підйому гакової підвіски

Максимальне зусилля в гідроциліндрі (працює штокова порожнина):

$$P''_{\text{г}} = p_1 \frac{\pi\left(D^2 - d^2\right)}{4} = 12 \cdot 10^6 \cdot \frac{3{,}14\left(0{,}08^2 - 0{,}04^2\right)}{4} = 45216 \text{ Н},$$

де d = 0,04 м – діаметр штока.

Максимальний вантаж на гаку, що піднімається гідроциліндром підйому гакової підвіски у початковий момент підйому:

$$G''_{max} = \frac{P''_{г} h_1 - G_{кр} l_{10} + G_{к} l_{11}}{L''} =$$

$$= \frac{45216 \cdot 0{,}045 - 220 \cdot 0{,}06 + 436 \cdot 0{,}135}{0{,}33} = 6304 \text{ Н},$$

де L'', l_{10}, l_{11}, h_1 – величини з рис. 6.1.

Умова працездатності гідроциліндру підйомку рукоятки:

$$G''_{max} = 6304 < G = 10000 \text{ Н}.$$

Умова працездатності не виконана.

6.3 Випробування конструкції вантажника ПКУ-Б на надійність

Метою випробувань є контроль показників надійності установки (див. табл. 2.1.

Для цього застосовуються експериментальний та розрахунково-експериментальний методи, засновані на використанні статистичних даних, отриманих під час випробувань вантажників на надійність, які проводяться у складі приймальних випробувань машин (див. нижче, в п. 7.3.2).

Випробування на надійність здійснюються за допомогою методу спостережень з реєстрацією відмов, граничних станів, напрацювань між відмовами та до настання граничного стану установки. Реєстрація відмов та напрацювань робиться обслуговуючим персоналом. Отримана інформація є достовірною, об'єктивною та повною, адже випробування проводяться безпосередньо у фактичних умовах експлуатації.

Контролю підлягають наступні показники надійності:

- середнє напрацювання на відмову;
- встановлене безвідмовне напрацювання;
- середній ресурс до капітального ремонту;
- встановлений ресурс до капітального ремонту;

- питома трудомісткість технічних обслуговувань і ремонтів.

Випробування проводяться у декілька етапів:

- випробування на безвідмовність. Випробуванню підлягають N об‘єктів, після кожної відмови об’єкт відновлюють, випробування припиняють після закінчення сумарного по усім об’єктам часу роботи або напрацювання;

- випробування на довговічність. Кожен об’єкт випробовують весь термін процедури або напрацювання.;

- випробування на ремонтопридатність. Контроль трудомісткості технічних обслуговувань і ремонтів методом визначення необхідності їхнього проведення згідно з переліком відповідних робіт, приведеним в нормативно-технічній документації.

Випробування проводяться в умовах, що відповідають переважній області використання вантажника ПКУ-Б.

Усі результати випробування реєструються у журналі спостережень. Під час випробувань виконують усі види технічного обслуговування, передбачені інструкцією з експлуатації машини. Причини виникнення відмов встановлюються на робочому місці або в лабораторних умовах (за необхідності) з використанням потрібних технічних засобів.

За отриманими результатами спостережень визначають показники надійності.

ВИСНОВКИ ПО ЧАСТИНІ ІІ

В другій частині роботи зроблено акцент на змінне робоче обладнання вантажника ПКУ-Б.

Необхідність раціонального скорочення номенклатури об’єктів виробництва підприємств гірничодобувного машинобудування диктується специфічними умовами галузі, яка відрізняється надзвичайно широким розмаїттям видів, умов залягання та властивостей корисних копалин, а, значить, способів їхньої розробки та засобів механізації останніх. У подібних умовах доцільним є використання машин універсального призначення, здатних виконувати декілька технологічних операцій і замінювати собою декілька вузькоспеціалізованих установок. Вантажник ПКУ-Б є яскравим прикладом саме такого обладнання, призначеного для механізації цілої низки допоміжних операцій підземного видобутку міцних руд.

Виконаний аналіз конструкційних та експлуатаційних особливостей змінного робочого обладнання вантажника засвідчив його високий технічний рівень, працездатність та надійність.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
Кафедра гірничих машин і обладнання

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної (бакалаврської) роботи

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Тема роботи:

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

Частина ІІІ

Організація процесу експлуатації
вантажника ковшового універсального ПКУ-Б

Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Инв. № подл

РЕФЕРАТ

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б. Частина ІІІ. Організація процесу експлуатації вантажника ковшового універсального ПКУ-Б. Зінченко Олександр Вікторович. Криворізький національний університет, факультет механічної інженерії та транспорту, кафедра гірничих машин і обладнання, група ЗГМБ-23-1ск.– Кривий Ріг: КНУ, 2026.
Загальний обсяг роботи: сторінок – 173, ілюстр. – 50, табл. – 19, література – 23; креслень – 12.

Третя частина роботи присвячена розробці основних заходів процесу експлуатації вантажника ПКУ-Б, які забезпечують раціональне використання конструкції за призначенням та підтримку працездатного стану виробу.

Ключові слова: обладнання для механізації допоміжних процесів підземного видобутку міцних руд, заходи експлуатації вантажника ПКУ-Б

7 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ТА ВИПРОБУВАНЬ ВИРОБУ

Заходи раціональної експлуатації вантажника ПКУ-Б (у тому числі транспортування і зберігання машини, попередніх та приймальних випробувань установки, використання її за призначенням, технічного обслуговування і ремонту) розроблено згідно з основними положеннями організації процесу експлуатації обладнання підземних рудників [22], вимогами технічної документації на машину [14-20], а також діючими правилами безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом [23].

Крім цього, слід суворо дотримуватися діючих вимог щодо обслуговування об'ємних гідроприводів та змащувальних систем, а також керуватися додатковими інструкціями (в тому числі з техніки безпеки), що діють на даному підприємстві і не входять у протиріччя із вказаними вище джерелами та документацією на комплектувальні вироби.

7.1 Порядок транспортування виробу

Конструкція вантажника ПКУ-Б розрахована на транспортування від заводу-виготовлювача до підприємства-споживача за допомогою автомобільного, залізничного, морського та повітряного видів транспорту. Процес транспортування повинен здійснюватися при цьому згідно з правилами перевезення вантажів, що діють на кожному з цих видів транспорту.

В табл. 7.1 приведена інформація щодо кількості вантажних місць та маси і габаритних розмірів кожного з них під час перевезення вантажника.

Розташування і кріплення вантажних місць потрібно здійснювати згідно з нормами і вимогами діючих на кожному виді транспорту технічних умов навантаження та кріплення вантажів. Розташування і кріплення обладнання в транспортних засобах повинні забезпечити його стійке положення під час перевезення. Будь-які зміщення та удари при цьому не допускаються.

Таблиця 7.1 – Кількість, маси і габаритні розміри вантажних місць при перевезенні вантажника ПКУ-Б

Найменування вантажного місця	Кількість вантажних місць	Маса вантажного місця, кг, не більше	Габаритні розміри вантажного місця, мм
Вантажник ПКУ-Б:			
без упаковки	1	6400	5000х1200х1650
в упаковці	1	7800	5700х2200х2200
Шухляда із ЗІП та технічною документацією	1	600	1630х1076х1040

На рис. 7.1 для прикладу показана схема установки та кріплення вантажника на автомобілі.

Завантаження і розвантаження обладнання має здійснюватися згідно з діючими правилами виконання підйомно-транспортних робіт. Характеристики підйомно-транспортного обладнання при цьому повинні відповідати характеристикам вантажних місць. На рис. 7.2 показана схема стропування вантажника ПКУ-Б під час виконання цих операцій.

Умови транспортування вантажника у частині впливу механічних факторів – Л за ДСТУ 23170, а в частині впливу кліматичних факторів – 7 (ОЖ1) за ДСТУ 15150.

Транспортне маркування вантажу виконується згідно з ДСТУ 14192. Незапакований вантаж маркується на металевих ярликах, запакований - безпосередньо на тарі.

Згідно з ДСТУ 141932, на бічних поверхнях вантажника наносяться маніпуляційні знаки № 9 і № 12, а на запакованих вантажних місцях – № 11 і № 12. Спосіб нанесення маркування – фарбування по трафарету.

Для спуску вантажника в шахту потрібно демонтувати стрілу з рукояткою для закріплення змінних робочих органів. Спуск вантажника здійснюється у кліті, або в частково розібраному вигляді під кліттю.

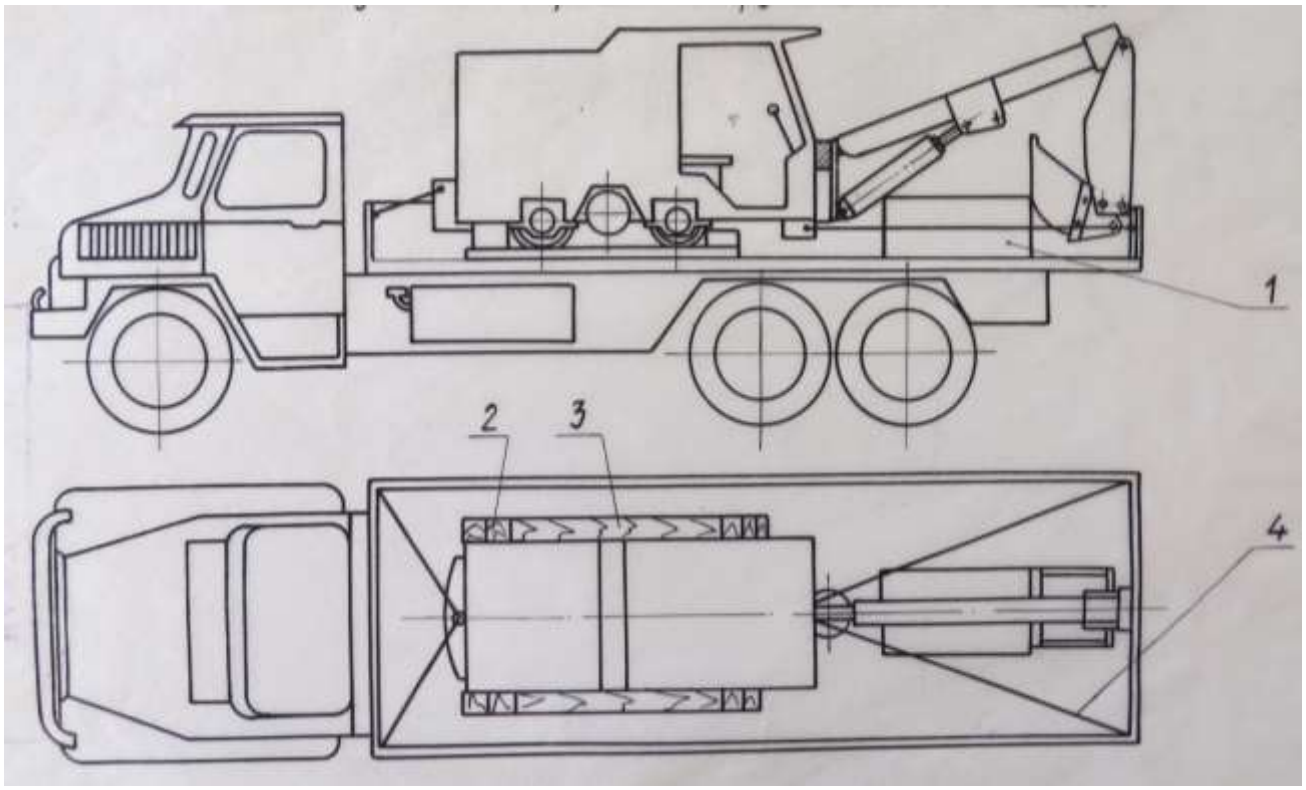


Рисунок 7.1 – Схема установки та кріплення вантажника на автомобілі:
1 – шухляда із запасними частинами, інструментом та приладдям;
2 – брус дерев'яний 150х150 мм, *L* = 1250 мм, 2 шт.; 3 – брус дерев'яний 150х150 мм, *L* = 1750 мм, 2 шт.; 4 – розтяжка (дріт діаметром 6 мм, *L* = 80 м)

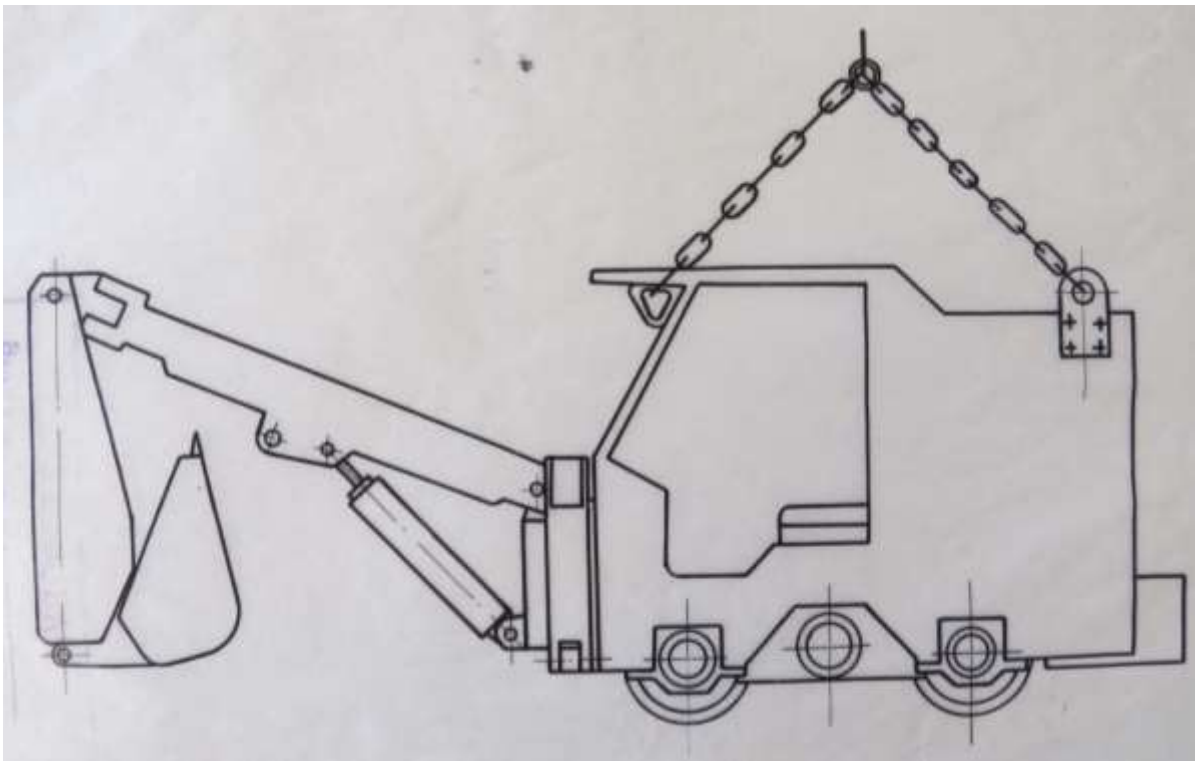


Рисунок 7.2 – Схема стропування вантажника ПКУ-Б

Доставка вантажника від рудничного подвір’я до місця його роботи в шахті виконується за допомогою електровозу. Транспортування здійснюється за передню або за задню частину вантажника. У першому випадку використовується спеціально розроблена для цього тяга ПКУ-Б.00.100. Штирьовим кінцем тягу приєднують до вантажника, а другим – до електровоза чи вагона. В разі транспортування за задню частину вантажника застосовують тягу ПКУ.00.030.

На рис. 7.3 показана схема зчеплення вантажника з рухомим складом шахтної локомотивної відкатки (варіант транспортування за передню частину машини).

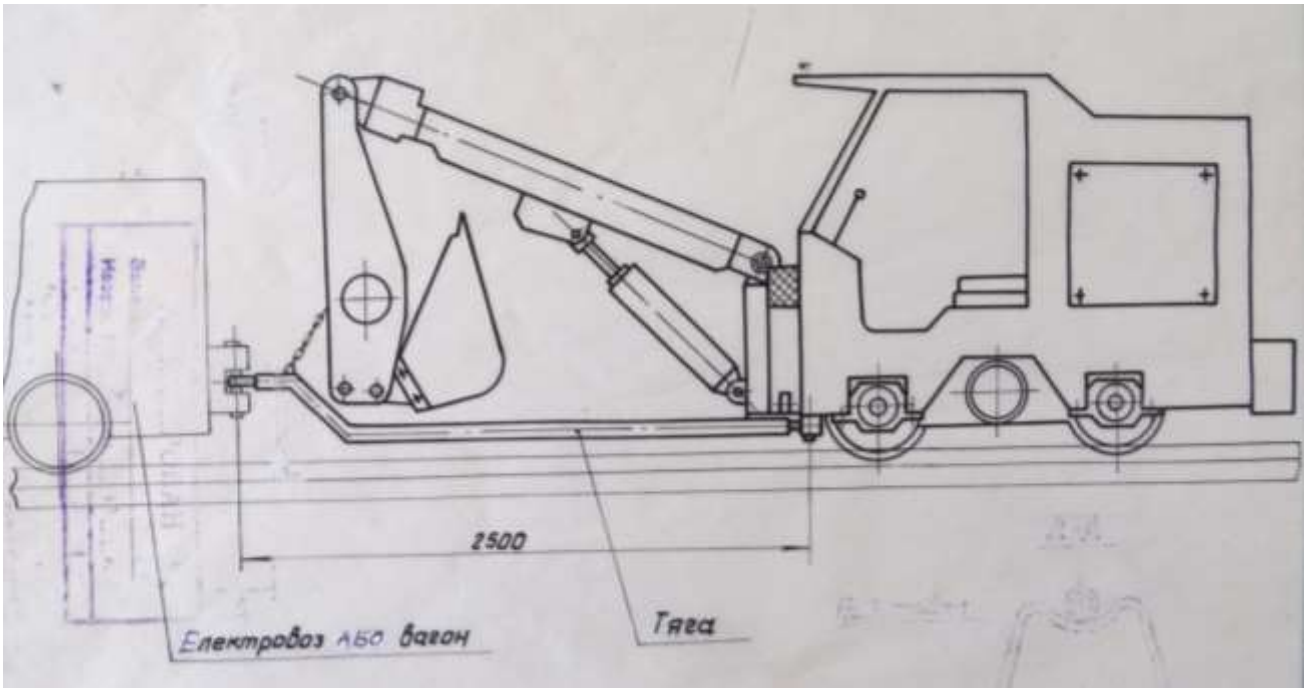


Рисунок 7.3 – Схема зчеплення вантажника ПКУ-Б
з рухомим складом шахтної локомотивної відкатки

Якщо вантажник транспортується у складі локомотивного потягу (електровоз разом з вагонами), він обов’язково має знаходитися лише в кінці цього потягу.

7.2 Правила зберігання вантажника

Зберігання вантажника повинно здійснюватися згідно з умовами 6 (ОЖ2)

за ДСТУ 15150.

Вантажник, змінне робоче обладнання та приладдя, а також інструмент і запасні частини мають зберігатися у заводській упаковці під навісом або в закритому приміщенні, де коливання температури та вологості повітря несуттєво відрізняються від коливань на відкритому повітрі.

Термін зберігання вантажника – не більше 18 місяців від дня відвантаження виробу споживачу.

Способи і засоби розконсервації – за ДСТУ 9.014 (для варіанту тимчасового захисту ВЗ-4). Наприклад, для тривалого зберігання (більше двох місяців) вантажник і весь комплект запасних частин, інструменту та приладдя мають бути оброблені за вимогами групи II-I вказаного стандарту.

7.3 Порядок випробувань вантажника

Процес постановки виробу на серійне виробництво передбачає проведення його попередніх та приймальних випробувань, які спрямовані на детальну перевірку створеної конструкції з точки зору її придатності для виконання тих виробничих функцій, для яких вона призначена [16,17].

7.3.1 Проведення попередніх випробувань вантажника ПКУ-Б

Попереднім випробуванням піддається дослідний зразок вантажника. Вони проводяться з наступними цілями:

- перевірки його відповідності технічному завданню та робочій конструкторській документації;

- перевірки відповідності виробу вимогам безпеки;

- перевірки взаємодії та працездатності окремих складальних одиниць та вантажника в цілому;

- перевірки якості виготовлення та комплектності вантажника;

- визначення технічних, санітарно-гігієнічних та ергономічних параметрів;

- визначення можливості представлення вантажника до приймальних ви-

пробувань.

Орієнтована тривалість попередніх випробувань – три місяці. Місце випробувань – дослідницький полігон, обладнаний рейковою колією необхідної ширини довжиною не менше 50 м, джерелом стисненого повітря з тиском на вході у вантажник не менше 0,5 МПа та подачею не менше 30 м^3/хв.

В процесі випробувань проводяться:

- перевірка показників призначення виробу, а саме:

- технічної продуктивності операцій навантаження гірничої маси та проходки водовідливних канавок;

- тривалості робочого циклу;

- швидкості переміщення;

- найбільшого радіуса навантаження;

- найбільшої ширини захвату;

- місткості ковшів;

- вантажопідйомності (при різних значеннях вильоту стріли);

- висоти підйому вантажу;

- габаритних розмірів для транспортного положення;

- маси вантажника;

- визначення центру ваги вантажника в транспортному положенні і при максимальному вильоті стріли забірної частини (горизонтальне положення) з ковшем місткістю 0,13 м^3;

- визначення величини напірного зусилля;

- визначення витрати повітря в різних режимах випробувань вантажника;

- налаштування запобіжних клапанів;

- перевірка відповідності конструкції вантажника вимогам техніки безпеки;

- визначення поздовжньої та поперечної стійкості;

- визначення рівня звукової потужності, еквівалентного рівня звуку на робочому місці, рівня загальної та локальної вібрації, рівня звуку сигналу;

- визначення ергономічних показників, в тому числі зусиль на рукоятках і

педалях керування, якості огляду робочої зони, зручності входу і виходу з кабіни тощо;

- заміри технічних параметрів:

- зусиль на ріжучих кромках ковшів (прямої і зворотної лопат);

- глибини копання центральної траншеї;

- глибини копання бічної траншеї (водовідливної канавки);

- тиску в гідросистемі із записом на осцилограму при різних режимах роботи вантажника, а саме:

- при роботі маслонасосу на злив від двох потоків;

- при роботі маслонасосу під навантаженням у двох потоках;

- при роботі маслонасосу при навантаженні в одному потоці і зливу в другому (пробуксовка ходової частини);

- при підйомі завантаженого ковшу місткістю 0,13 $м^3$ на максимальному вильоті стріли;

- визначення зручності установки бічних опор та рейкових захватів;

- визначення частоти обертання валу пневмомотора при різних режимах роботи маслонасосу, в тому числі під час роботи на злив;

- інші заміри, що можуть бути викликані необхідністю.

На випробування спрямовується дослідний зразок вантажника, виготовлений у повній відповідності до робочої конструкторської документації, з повним комплектом ЗІП та технічної документації. Випробування вважаються закінченими після визначення усіх показників та характеристик, вказаних вище.

7.3.2 Проведення приймальних випробувань вантажника ПКУ-Б

До приймальних випробувань допускається вантажник, що пройшов попередні випробування в установленому порядку і рекомендований комісією на приймальні випробування, які проводяться з цілями, аналогічними попереднім випробуванням, але вже з оцінкою технічного рівня та якості вантажника і для визначення можливості його серійного виробництва. За результатами випробувань приймається рішення про подальше використання виробу.

Приймальні випробування проводяться на реальному підземному підприємстві з видобутку рудних корисних копалин в експлуатаційних умовах, ідентичних приведеним нижче, в п. 8.1 даної роботи.

Під час приймальних випробувань визначаються показники, які не були визначені в процесі попередніх випробувань, а також ті показники, рівень яких має бути підтверджений саме приймальними випробуваннями. До них відносяться:

- технічна продуктивність під час навантаження гірничої маси в процесі прибирання її під люками, прибирання і гірничих виробках, проходки та очищення водовідливних канавок, $м^3$/хв.;

- економічні показники;

- коефіцієнт наповнення ковшу;

- швидкість переміщення (робоча і маневрова), м/с (км/год.);

- тиски в гідравлічній і пневматичній системах під час виконання різних робіт, МПа;

- відповідність конструкції вантажника вимогам техніки безпеки;

- працездатність та доцільність комплектування вантажника змінним робочим обладнанням;

- питома маса, т·хв./$м^3$;

- питома витрата повітря, $м^3/м^3$;

- встановлене безвідмовне напрацювання, год.;

- встановлений ресурс до капітального ремонту, $м^3$;

- середнє напрацювання на відмову, год.;

- питома трудомісткість технічних обслуговувань і ремонтів, чол.·год./год.;

- еквівалентний рівень звуку на робочому місці, дБА;

- рівень вібрації, м/с;

- концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/$м^3$;

- ергономічні показники;

- експлуатаційна (змінна) продуктивність за видами робіт.

Під час проведення приймальних випробувань ставляться задачі:

- перевірки роботи вантажника з усіма видами змінного робочого обладнання, а також оцінки їхніх конструкцій та зручності експлуатації;

- перевірки зручності і безпеки операцій зчеплення і розчеплення вантажника з рухомим складом (або з електровозом) та транспортування по гірничим виробкам;

- оцінки конструкції вантажника, зручності його керування та обслуговування, а також ремонтопридатності;

- гігієнічної та ергономічної оцінки вантажника;

- реєстрації ушкоджень і дефектів обладнання, встановлення їхніх причин та оцінки зручності проведення ремонтів;

- оцінки зручності підключення вантажника до шахтної магістралі стисненого повітря та приведення його в транспортне положення;

- оцінки гідро- і пневмосистем вантажника;

- визначення технічного стану вантажника після завершення приймальних випробувань.

В період приймальних випробувань визначається можливість підвищення техніко-економічних показників під час виконання тих чи інших видів робіт, а також розраховуються питомі витрати допоміжного часу (часу на виконання допоміжних робіт, віднесеного до об’єму завантаженої гірничої маси).

8 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖНИКА ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

8.1 Умови експлуатації виробу

Нормальна робота вантажника забезпечується за наступних умов експлуатації:

- найбільша густина гірничої маси – до 2,5 т/м^3;
- найбільший розмір шматків породи, що завантажуються:
  - до 350 мм під час завантаження гірничої маси (вмістом до 10% від загального обсягу);
  - до 200 мм під час проходки водовідливних канавок (вмістом до 10% від загального обсягу);
- ширина рейкової колії – 600 мм і 750 мм;
- тиск повітря на вході у вантажник – не менше 0,45 МПа;
- висота підвіски контактного дроту – не менше 1,8 м;
- освітлення – шахтна освітлювальна мережа.

8.2 Підготовка виробу до експлуатації

Вантажник, що прибув на підприємство, має бути оглянутий з метою виявлення можливих зовнішніх ушкоджень та перевірки комплектності поставки виробу.

Перед уведенням машини в експлуатацію її потрібно випробувати на поверхні за допомогою досвідченого машиніста у присутності відповідальної особи (осіб) технічного нагляду шахти.

Після двозмінної пробної експлуатації необхідно перевірити надійність різьбових з'єднань та сполучень повітряних і масляних трубопроводів. Виявлені при цьому дефекти потрібно усунути, а послаблені з'єднання обов'язково підтягнути.

8.3 Порядок використання вантажника

Порядок організації робіт з використанням вантажника ПКУ-Б розробляє підприємство, що його експлуатує.

Для виконання навантажувальних робіт складається комплекс машин, до якого входять сам вантажник, електровоз та три-чотири вагони місткістю не більше 4 м^3. Обслуговує комплекс робоча ланка у складі машиніста вантажника та його помічника. Останнім може бути машиніст електровозу.

За допомогою електровозу виконуються операції з транспортування комплексу до місця роботи та у зворотному напрямку в гараж, а також маневрові операції під час обміну вагонів. Під час транспортування вантажника він може під'єднуватися до рухомого складу різними способами – до електровоза чи до вагона, за передню частину або за задню. Більш докладно рекомендації щодо зчеплення та розчеплення вантажника з рухомим складом приведені нижче, в п. 8.7 роботи.

Перед транспортування електровозом вантажник необхідно привести у транспортне положення, для чого потрібно виконати наступні операції:

- стрілу забірної частини встановити паралельно осі рейкового полотна;

- підняти стрілу, встановити на шток гідроциліндра підйому 9 шток 10 (див. лист 2.2) та опустити стрілу до затискання упора;

- перемістити ківш до упору до рукоятки («на себе»);

- перемістити рукоятку до упору в стрілу;

- рукоятку фільтра пневматичного встановити в положення «закрито» (відключити вантажник від шахтної пневмомагістралі);

- від'єднати підвідний рукав від пневмомагістралі та покласти його на барабан вантажника;

- від'єднати кабель живлення освітлювальної установки від шахтної освітлювальної мережі та покласти його в кузов кабіни;

- відключити гідродвигун ходового візка від трансмісії шляхом переміщення важеля 7 (див. рис. 3.1) «на себе» та фіксації його;

- зняти рейкові захвати з рейок, повернути на 180^{o} і закріпити планками;

- підняти опори 8 (див. рис. 5.1) в транспортне положення.

Вантажник під'єднується до пневмомагістралі за допомогою підвідного рукава. Перед підключенням потрібно перевірити положення рукоятки фільтру пневматичного ФП 50-80. Вона повинна знаходитися у положенні «закрито».

Вантажник може переміщатися власним ходом в межах довжини цього підвідного рукава.

Установка розрахована на завантаження гірничої маси в транспортний засіб, що стоїть попереду неї (вагон з глухим кузовом, прохідницький вагон тощо).

8.4 Підготовка вантажника до роботи

Після доставки вантажника до робочого місця його потрібно привести в робоче положення шляхом виконання наступних операцій:

- перевірити положення органів керування вантажником. Усі вони мають знаходитися у вимкненому стані (рукоятки і педалі керування повинні автоматично повертатися у нейтральне положення);

- за допомогою підвідного рукава під'єднати вантажник до шахтної пневмомагістралі;

- освітлювальну установку підключити до шахтної освітлювальної мережі напругою не більше 36 В;

- гідродвигун ходового візка шляхом переміщення важеля 7 (див. рис. 3.1) в положення «від себе» увімкнути в кінематичний ланцюг ходових коліс. Під час перевірки правильності зачеплення люди повинні знаходитися на безпечній відстані від вантажника;

- рукоятку фільтра пневматичного встановити в положення «відкрито» (увімкнути пневмодвигун маслостанції вантажника);

- перевірити правильність подачі масла в пневмодвигун автомасельничкою (60-70 крапель за хвилину);

- стрілу забірної частини привести в робоче положення, для чого підняти її

та звільнити від упору;

- за допомогою рукояток пульта перевірити роботу забірної частини (переміщення ковшу, переміщення рукоятки у вертикальному та горизонтальному напрямках, переміщення стріли);

- перевірити роботу ходової частини шляхом переміщення вперед і назад. Одночасно з цим перевірити справність роботи органів керування та вимірювальних приладів;

- за допомогою електровозу встановити перед забірною частиною вантажника транспортний засіб для завантаження його гірничою масою.

8.5 Порядок роботи установки

Виконання робіт з використанням вантажника ПКУ-Б здійснюється машиністом установки та його помічником. Обов'язки помічника може виконувати машиніст електровозу, що входить до комплексу навантажувального обладнання. Розряд машиніста вантажника – не нижче 5-го. Підключення освітлювальної установки до шахтної освітлювальної мережі виконується черговим електриком.

Машиніст вантажника здійснює керування машиною та її технічне обслуговування. Для цього він має пройти спеціальний курс навчання та отримати відповідне посвідчення (права). Під час виконання змінного виробничого завдання машиніст відповідає за якість роботи; керує обладнанням та діяльністю свого помічника; забезпечує своєчасне постачання вантажника усіма необхідними матеріалами; займається обслуговуванням та ремонтом у своїй зміні; відповідає за дотримання правил техніки безпеки.

Під час роботи машиніст повинен слідкувати за функціонуванням усіх систем вантажника; за тиском в гідравлічній та пневматичній системах; за роботою маслостанції, автомасельнички, гідророзподільників, гідромотора, за станом підшипників тощо.

В разі виявлення дефектів обладнання, машиніст зобов'язаний негайно зупинити вантажник та усунути несправності. Якщо він не може цього зробити са-

мостійно, то повинен сповістити механіка або іншу особу, відповідальну за експлуатацію вантажника.

В залежності від виду виконуваної роботи на вантажник встановлюється те чи інше навісне змінне обладнання.

Під час проходки та очищення водовідливних канавок найбільш раціональним робочим органом є ківш типу «зворотна лопата» місткістю 0,075 м^3. Робота ведеться в режимі зворотного ходу вантажника. На рис. 8.1 показані технологічні можливості установки з робочим обладнанням такого типу, зокрема максимальні вильоти ковшу вперед, а також вище і нижче рівня головок рейок.

Очищення виробок від просипів гірничої маси і завантаження її у транспортні засоби (наприклад, вагони) здійснюється за допомогою ковшу місткістю 0,13 м^3 в положенні «пряма лопата». Для запобігання ушкоджень контактного дроту під час завантаження потрібно, щоб відстань від нього до верхньої кромки вагону була не менше 700 мм. На рис. 8.2 показані технологічні можливості вантажника при виконання подібних технологічних операцій.

Для здійснення вантажопідйомних робіт на вантажник встановлюється гакова підвіска. Обов'язковою умовою їхньої безпеки при цьому є установка відкидних опор та рейкових захватів.

Для механізації допоміжних робіт, пов'язаних з установкою в гірничих виробках дерев'яного кріплення або переміщенню та монтажем труб великого діаметру (більше 260 мм) вантажник постачений спеціальним вилочним захватом. За його допомогою можуть також вестися роботи з ремонту рейкового полотна, заміни шпал тощо.

Завантаження і розвантаження щебеню з вагонів, укладання бетону за опалубку канавки, бетонування пішохідних доріжок та інші роботи можуть виконуватися за допомогою грейферного ковшу. Вилочний захват і грейфер при цьому можуть розвертатися навколо своєї осі. Утім, таку операцію дозволяється робити лише внизу, до підйому вантажу. Розвороти на висоті можуть бути дуже небезпечними. На рис. 8.3 показані можливості виконання описаних допоміжних робіт вантажником, обладнаним гаковою підвіскою, вилочним захватом або грей-

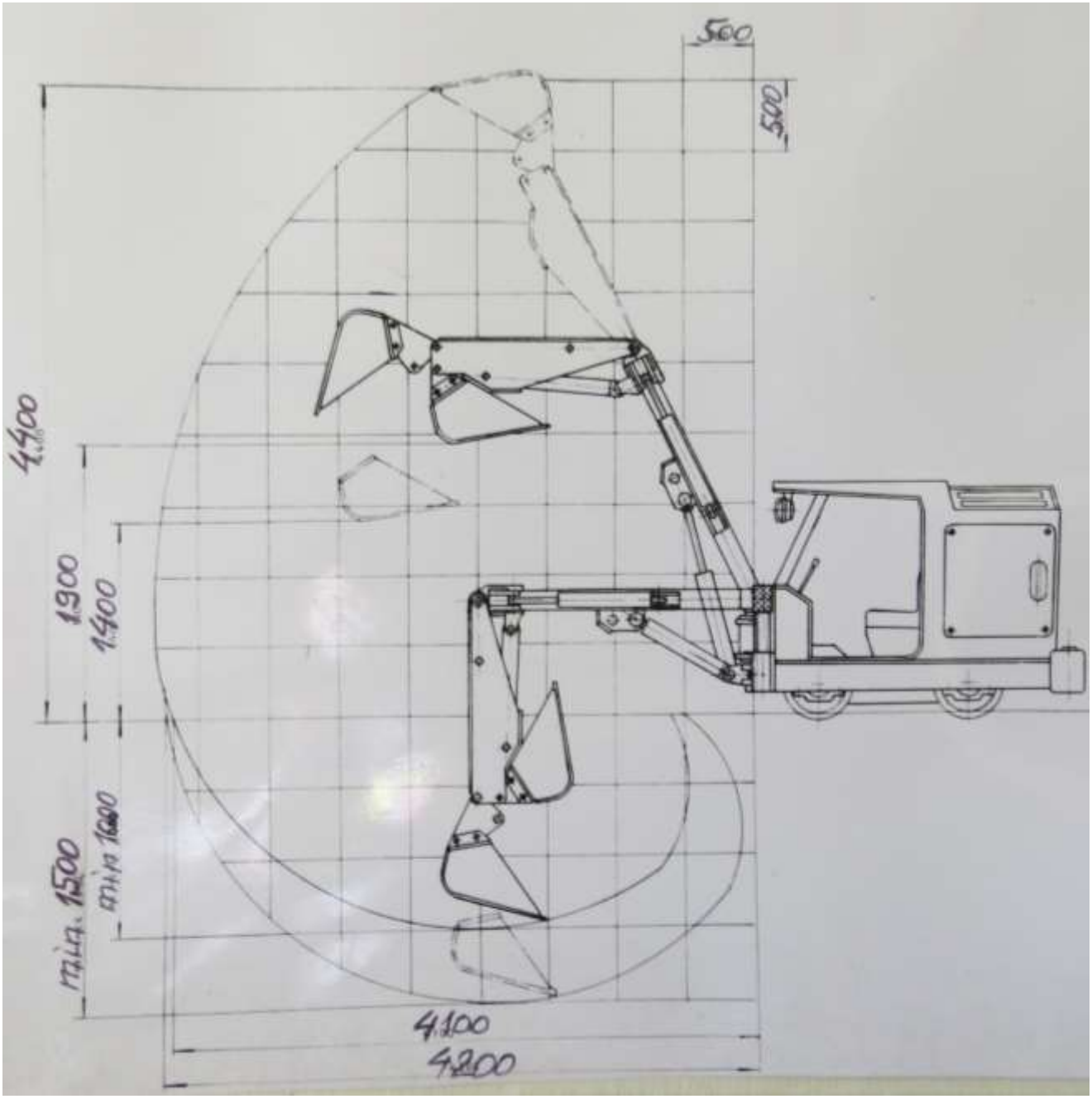


Рисунок 8.1 – Технологічні можливості вантажника ПКУ-Б
під час роботи ковшем місткістю 0,075 м^3 в положенні «зворотна лопата»
(проходка і очищення водовідливних канавок)

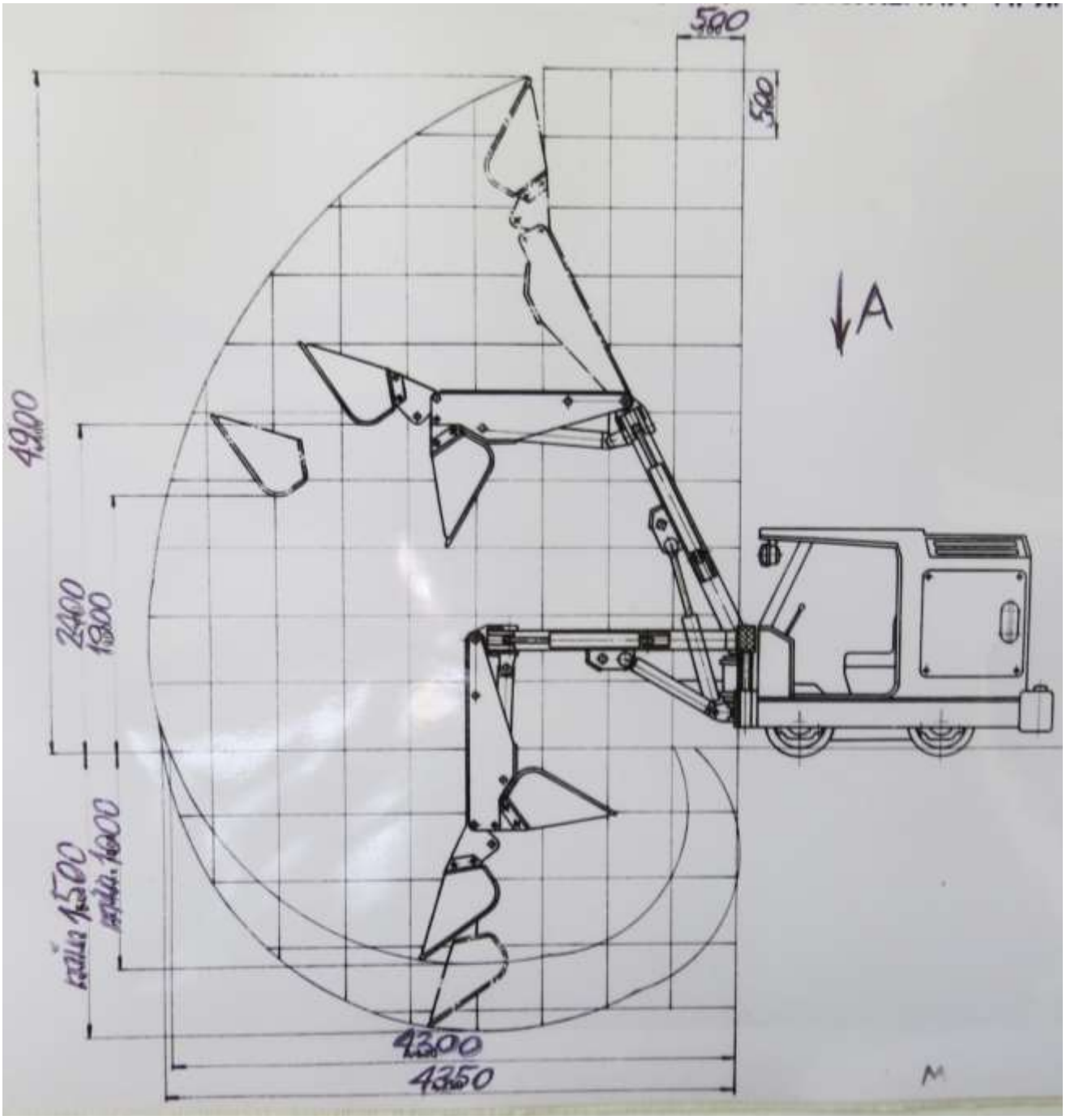


Рисунок 8.2 – Технологічні можливості вантажника ПКУ-Б
під час роботи ковшем місткістю 0,13 м^3 в положенні «пряма лопата»
(очищення виробок від просипів гірничої маси
та завантаження її у транспортні засоби)

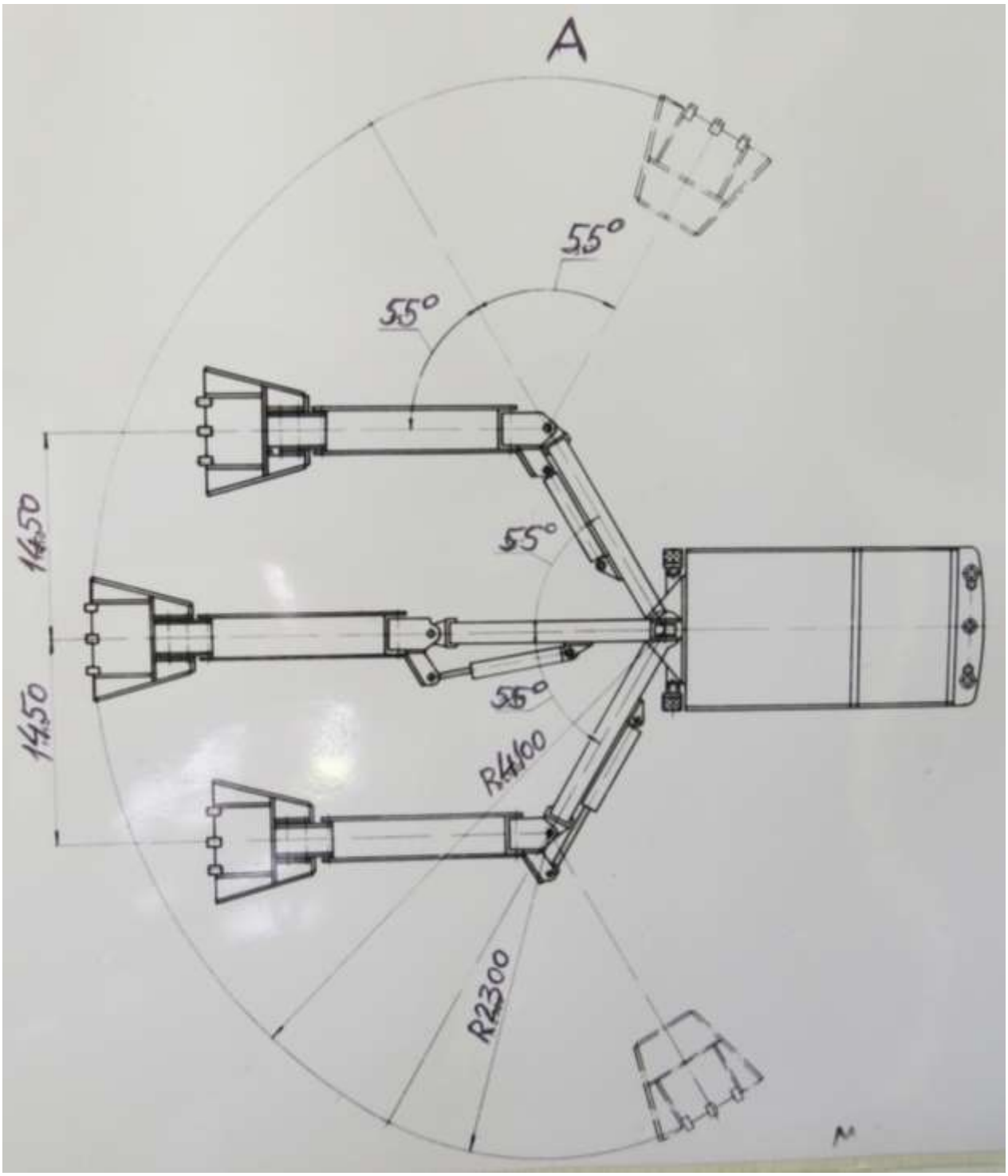


Рисунок 8.2 – Технологічні можливості вантажника ПКУ-Б
під час роботи ковшем місткістю 0,13 м^3 в положенні «пряма лопата»
(очищення виробок від просипів гірничої маси
та завантаження її у транспортні засоби). Продовження

ферним ковшем.

Для установки металевого анкерного кріплення вантажник може працювати зі спеціальним кронштейном, який кріпиться до рукоятки забірної частини

машини і механізує операцію навішування арок. На рис. 8.4 показана схема роботи установки з таким робочим обладнанням.

Після закінчення робіт вантажник має бути очищений від бруду та застряглих шматків породи. Після цього він приводиться у транспортне положення і за допомогою електровозу з дотриманням усіх правил техніки безпеки транспортується на нове місце роботи або в гараж.

8.6 Розрахунки технічної продуктивності та місткості ковшів вантажника

8.6.1 Визначення величини технічної продуктивності

Технічна продуктивність вантажника може бути визначена двома можливими шляхами:

- в умовах експлуатації;

- розрахунковим способом.

В умовах експлуатації величина технічної продуктивності під час безупинної роботи вантажника на завантаженні гірничої маси густиною 1,8-2,2 т/м^3 з коефіцієнтом наповнення ковшу 0,9-1,0 може бути визначена за допомогою наступної формули:

$$A_{\text{т}} = \frac{V}{t},$$

де V – об'єм гірничої маси, завантаженої у вагон, м^3; t – машинний час завантаження вагону, хв.

Результат приймається як середньоарифметичний час завантаження 5-10 вагонів. При цьому повинні дотримуватися такі умови:

- шахтний вагон місткістю не менше 1 м^3 для завантаження гірничої маси має бути встановлений на рейках попереду вантажника;

- довжина шляху на розвантаження ковшу – не більше 3 м;

- температура повітря – від +2 до +25 ^{o}C;

- тиск стисненого повітря на вході до вантажника має бути не менше 0,5 МПа;

- нагрів масла в гідросистемі – не більше 60 ^{o}C;

- кваліфіковане обслуговування та керування вантажником.

Для навантаження ковшем місткістю 0,13 м^3 повинен бути передбачений штабель гірничої маси, що містить не більше 10% шматків розміром 200-300 мм, має висоту не менше 0,5 м, розташований уздовж рейкової колії та обмежений поздовжньою стінкою.

Для навантаження ковшем місткістю 0,075 м^3 повинна бути підготовлена канавка перетином не менше 0,25 м^2, глибиною не більше 0,6 м від рівня головок рейок, заповнена розпушеною гірничою масою, що містить не більше 10% шматків розміром 50-100 мм, прокладена уздовж рейкової колії на відстані не більше 1,5 м від її осі. Кут повороту забірної частини на розвантаження від робочого положення має бути не більше 45^o.

Розрахунковим шляхом величина технічної продуктивності визначається за наступною формулою:

$$A_т = nVk_н,$$

де n – число циклів навантажень, здійснених вантажником протягом хвилини; V – місткість ковшу, м^3 (див. нижче, в п. 8.6.2); $k_н$ = 0,85-0,9 – коефіцієнт наповнення ковшу (за результатами випробувань).

Число циклів навантажень:

$$n = \frac{60}{t_ц},$$

де $t_ц$ – час робочого циклу навантаження, с.

Послідовність операцій робочого циклу приведена в табл. 8.1.

Загальний час робочого циклу визначається за формулою:

$$t_ц = \sum t_i + \sum t_y,$$

де $\sum t_i = t_1 + t_2 + \cdots + t_8$ – сумарний час на виконання окремих операцій, с; $\sum t_y$ = 4 с – сумарний час на перемикання рукояток і педалей керування (за результатами випробувань).

Результат приймається як середньоарифметичне значення 5 вимірювань по кожній операції. Вимірювання часу робочого циклу проводиться за допомогою секундоміру за ДСТУ 5072 не нижче 2 класу точності.

8.6.2 Визначення місткості ковшів

Місткість того чи іншого ковшу вантажника аналогічним чином можуть бути визначені як розрахунковим, так й експериментальним методами.

Розрахунковим методом місткість ковшів для проходки водовідливних канавок та навантаження гірничої маси (проектні місткості ковшів становлять відповідно 0,075 та 0,13 м^3) знаходиться як сума двох геометричних об'ємів (рис. відповідно 8.5 та 8.6):

- об'єму ковшу V_1, обмеженого горизонтально розташованою площиною P, що проходить через торець верхньої стінки та ріжучу кромку без виступів;

- об'єму «шапки» V_2 над цією площиною, обмеженого верхніми укосами з кутом 27^o (ухил 1:2):

$$V = V_1 + V_2;$$

$$V_1 = FB = F_1 + F_2 + \cdots + F_i;$$

$$V_2 = BH\left(\frac{B}{3} + \frac{H_1}{2}\right) = \frac{B^3}{12} + \frac{B^2}{8}(B_1 - B),$$

де F – площа проекцій бічних стінок ковшу на його площину симетрії, м^2; B – внутрішня ширина ковшу, м; $H = 0{,}5B \cdot \tan 27^o = 0{,}25B$; $H_1 = B_1 - B$.

Місткість грейферного ковшу визначається як сума геометричних об'ємів двох однакових щелеп грейфера (рис. 8.7):

$$V = V_1 + V_2 = 2V_1 = 2FB,$$

де $V_1 = FB$; F – площа проекцій бічних стінок щелепи ковшу на його площину симетрії, м^2; B – внутрішня ширина грейферного ковшу, м.

Лінійні розміри слід перевіряти рулеткою типу РС ДСТУ 7502 не нижче 2 класу точності.

В разі використання експериментального методу визначення місткості ко-

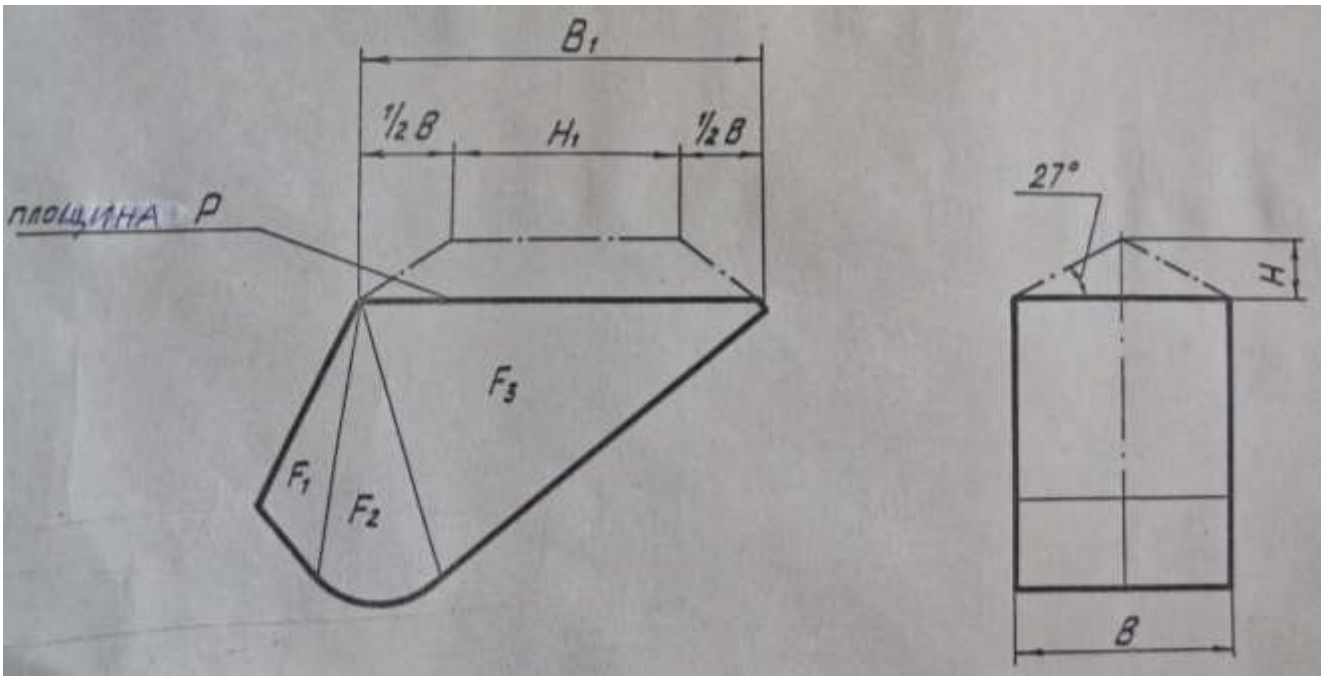


Рисунок 8.5 – Схема до розрахунку місткості ковшу
для проходки водовідливних канавок (проектна місткість 0,075 м^3)

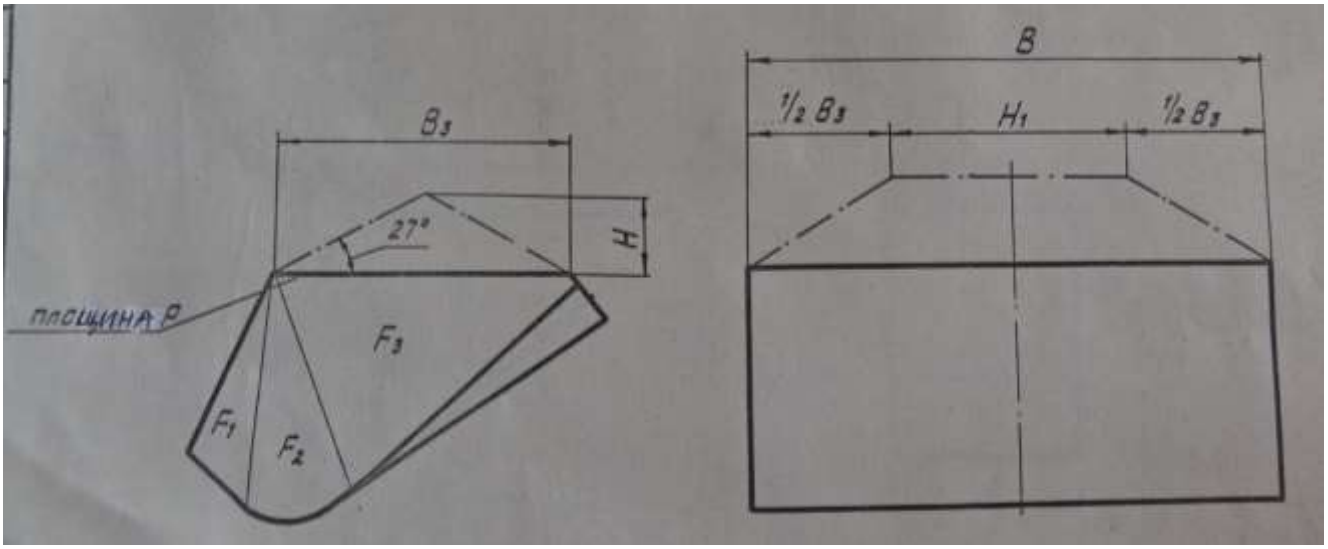


Рисунок 8.6 – Схема до розрахунку місткості ковшу
для навантаження гірничої маси (проектна місткість 0,13 м^3)

вшу він має бути встановлений в положенні, при якому площина *P* розташована горизонтально.

Ківш заповнюється сухим піском під кутом природного укосу. Об’єм піску в ковші визначається в процесі заповнення мірної шухляди. Матеріал в ковші та шухляді не повинен ущільнюватися.

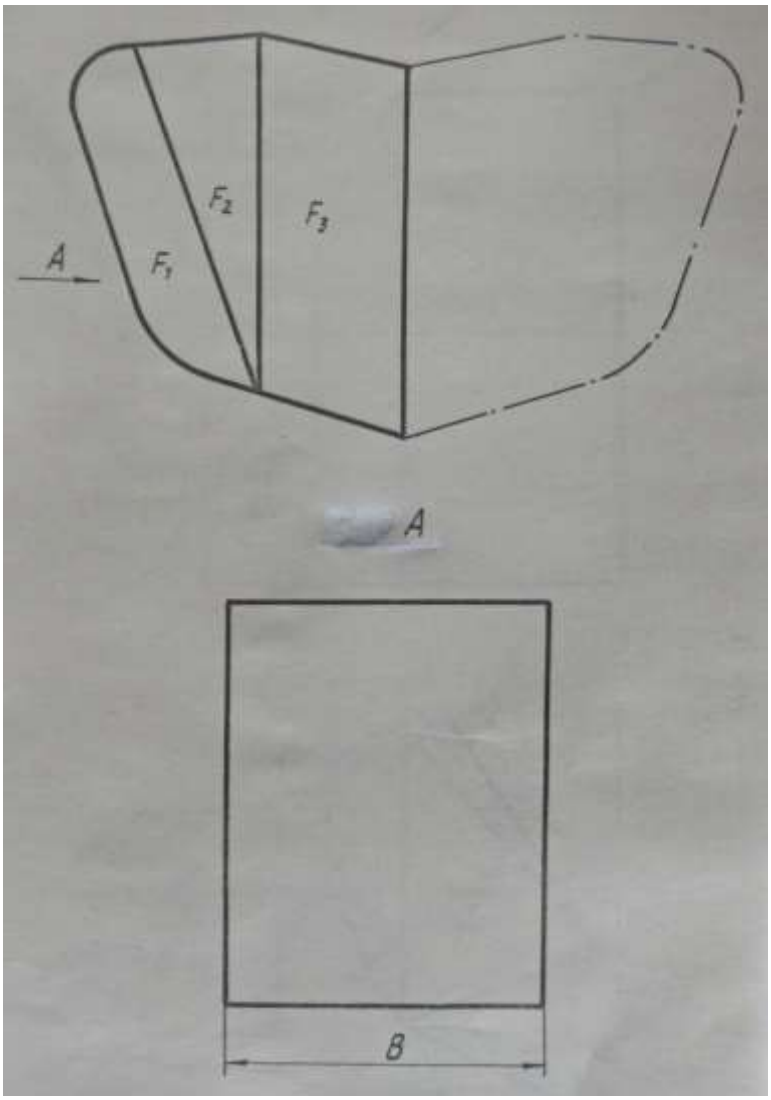


Рисунок 8.7 – Схема до розрахунку місткості грейферного ковшу (проектна місткість 0,15 м^3)

8.7 Можливі несправності та методи їхнього усунення

Під час роботи вантажника можуть виникати відмови, пов’язані з ушкодженнями, зносом та виходом з ладу його конструктивних елементів. В табл. 8.2 і 8.3 приводяться критерії відповідно відмов та граничних станів вузлів вантажника, а в табл. 8.4 – можливі несправності його складових частин і деталей, ймовірні причини їхнього виникнення та рекомендовані способи усунення.

Можливі несправності та методи їхнього усунення в гідромоторі, пневмодвигуні та інших комплектувальних виробах приводяться у відповідних інструкціях або паспортах на них.

Таблиця 8.2 – Критерії відмов вузлів вантажника ПКУ-Б

Найменування складальних одиниць	Критерії відмов
Гідроциліндри	Знос або ушкодження ущільнювальних манжет чи кілець, витоки масла по штоку
Гідророзподільник	Знос або ушкодження ущільнювальних кілець або прокладок, витоки масла по золотнику чи між секціями
Гідросистема	Ушкодження рукавів високого тиску, нещільність з’єднань, накидної гайки і ніпелю, витоки масла

Таблиця 8.3 – Критерії граничних станів вузлів вантажника ПКУ-Б

Найменування складальних одиниць	Критерії граничних станів
Ходова частина	Граничний знос посадкових місць корпусів підшипників Граничний знос посадкових місць валів

8.8 Основні заходи безпеки під час експлуатації вантажника

До самостійної роботи на вантажнику, а також до робіт, пов’язаних із стропуванням вантажів за допомогою гакової підвіски під час роботи вантажника, допускають лише особи, що пройшли відповідний курс навчання, склали іспити та отримали права машиніста та стропальника.

Перед уведенням вантажника в експлуатацію на підприємстві-споживачеві має бути підготовлений проект організації робіт з урахуванням усіх специфічних особливостей роботи на даному підприємстві.

Використання установки дозволяється лише в горизонтальних гірничих виробках з ухилом не більше 0,005.

В процесі експлуатації вантажника машиніст перед початком кожної робочої зміни повинен ознайомитися із записами в журналі прийому-передачі зміни щодо поточного технічного стану установки.

Безпосередньо перед початком роботи машиніст має оглянути місце роботи і переконатися у можливості безпечного ведення робіт. При цьому обов'язково потрібно перевірити:

- освітленість виробки;
- стан її кріплення;
- відсутність заколів у покрівлі виробки;
- наявність вентиляції;
- стан рейкового полотна;
- відсутність сторонніх предметів, що заважають нормальному веденню робіт;
- наявність та розташування електричних кабелів у виробці;
- відсутність напруги у тролейному дроті;
- наявність протипожежних засобів та огороджувальних знаків.

Огороджувальні знаки повинні визначати небезпечну зону роботи вантажника. ЇЇ розміри, порядок проходу людей через зону та поблизу машини, місце знаходження машиніста електровоза під час завантаження, а також правила сигналізації повинні бути вказані у згаданому вище в проекті організації робіт.

В разі виявлення потенційних небезпек для ведення робіт машиніст повинен, не приступаючи до роботи, терміново сповістити про них осіб технічного нагляду.

Перед початком робіт потрібно оглянути та випробувати вантажник. При цьому слід перевірити:

- надійність кріплення усіх його складових частин;
- рівні масла в маслобаку, автомасельничці та редукторі приводу ходу;
- справність органів керування та звукового сигналу;

- надійність ущільнення та кріплення підвідного рукава;

- щільність з’єднань трубопроводів;

- надійність роботи гідроциліндрів;

- чіткість дії пневмо- і гідроапаратури шляхом випробування на холостому ходу при короткочасному вмиканні органів керування;

- правильну подачу масла автомасельничкою;

- наявність та справність манометрів;

- справність освітлювальної установки. Перед початком роботи на задній стінці вантажника має бути встановлений сигнальний ліхтар з червоним склом (індивідуальний шахтний світильник).

Дрібні несправності, виявлені під час огляду та випробування вантажника, слід усунути на місці або викликати для цього ремонтну бригаду. В разі крупних ушкоджень потрібно проінформувати про них представника технічного нагляду і прийняти участь в ремонті. Усі ремонти повинні здійснюватися при транспортному положенні вантажника або при опущеному на грунт виробки робочому обладнанні та застопорених колесах установки (для цього під колеса з обох боків потрібно встановити гальмівні башмаки).

Перед пуском установки потрібно переконатися, що рукоятки і педалі знаходяться у нейтральних положеннях і автоматично повертаються до них після припинення впливу.

Перед початком роботи потрібно обов’язково подати звуковий сигнал і переконатися у відсутності людей в робочій зоні вантажника.

Під час роботи потрібно:

- правильно реагувати на дії та сигнали членів робочої ланки (бригади);

- слідкувати за розкладкою підвідного рукава під час руху вантажника. Не можна допускати наїзду на нього (в необхідних випадках підприємство-споживач має розробити схему розкладки та закріплення рукава у виробці);

- правильно керувати вантажником в залежності від виду виконуваної роботи;

- періодично оглядати стан покрівлі та боків виробки, положення кабелів і

тролею, а також стан кріплення виробки;

- періодично слідкувати за тиском масла в гідросистемі, наявністю масла в автомасельничці і правильністю його подачі, рівнем масла в маслобаку, а також за станом підвідного рукава та рукавів високого тиску;

- не допускати витоків масла і повітря у місцях сполучень рукавів та трубопроводів;

- перед заливкою масла в автомасельничку рукоятку фільтра переводити у положення «З» (закрито), тобто відключати вантажник від пневмомагістралі;

- усі роботи з усунення несправностей проводити лише при вимкненому фільтрі та від'єднаному рукаві підведення стисненого повітря від шахтної мережі;

- під час проходу людей через зону роботи вантажника (небезпечну зону) встановлювати стрілу машини уздовж осі виробки, робочий орган опускати на грунт і вимикати двигун.

Під час транспортування, зчеплення та розчеплення вантажника з рухомим складом локомотивної відкатки слід дотримуватися наступних правил.

Транспортування вантажника має здійснюватися у порядку, описаному в п. 7.1 даної роботи, в залежності від варіанту зчеплення установки з вагоном або електровозом.

Особливу увагу з точки зору безпечного виконання робіт слід приділяти операціям зчеплення і розчеплення, які дозволяється здійснювати лише на прямих горизонтальних дільницях шляху при повній зупинці машин, що піддаються цим операціям.

Зчеплення вантажника з рухомим складом локомотивної відкатки може здійснюватися двома способами (див. рис. 7.3):

- під час руху вантажника на вагон чи електровоз (на довжину підвідного рукава);

- під час руху потягу або окремого електровоза на вантажник.

В першому випадку жорстку тягу закріплюють фіксатором в буфері вагону або електровозу, виставляють її на висоту зіву буфера вантажника і відходять на

безпечну відстань. Далі, після підготовки вантажника, його переміщають власним ходом на тягу і після заходу останньої у зів буфера та повної зупинки вантажника здійснюють фіксацію тяги за допомогою спеціального пальця.

В другому випадку жорстку тягу спочатку фіксують у зіві буфера вантажника, потім виставляють її на висоту буфера вагону чи електровозу та відходять на безпечну відстань. Нарешті, вагон за допомогою електровозу або електровоз окремо переміщають на тягу і після повного заходу останньої у зів буфера і повної зупинки електровозу фіксують тягу пальцем.

В разі транспортування вантажника за його передню частину використовують лише другий варіант зчеплення (рух потягу з електровозом або окремо електровозу та вантажник). Коли ж транспортування здійснюється за задній буфер вантажника, можна застосовувати будь-який з описаних вище варіантів зчеплення.

УВАГА! Під час виконання операцій зчеплення КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ знаходитися між механізмами, що з'єднуються!

На періоди короткочасних перерв в роботі вантажника протягом зміни потрібно встановлювати його стрілу уздовж осі виробки, опускати робочий орган на її грунт та вимикати пневмодвигун маслостанції.

З метою попередження нещасних випадків ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- керувати вантажником особам, що не пройшли спеціального навчання і не мають відповідного посвідчення;

- передавати керування вантажником іншим особам без відому технічного нагляду;

- працювати на несправному вантажнику;

- працювати при вільному проході біля входу в кабіну шириною менше 700 мм;

- проводити інші роботи і знаходитися на відстані 5 м від зони роботи вантажника (небезпечної зони);

- працювати при знаходженні і руху людей в зоні роботи вантажника (небепечній зоні);

- працювати з рукавом підводу стисненого повітря, який не закріплений страхувальною зчіпкою;

- починати роботу вантажника без подачі попереджувального звукового сигналу;

- виконувати роботи, не передбачені керівництвом з експлуатації виробу [18] і не пов'язані з призначенням машини;

- працювати вантажником за умови наявності напруги у тролейному дроті;

- проводити операції зчеплення та розчеплення вантажника з електровозом або вагоном (потягом) на ухилі більше 0,005 та на заокругленнях рейкового шляху;

- знаходитися між вантажником та електровозом чи між вантажником і вагоном в процесі роботи машини або під час виконання операцій зчеплення і розчеплення;

- транспортувати вантажник за допомогою несправної зчіпки або зчіпки, не передбаченої проектом;

- працювати при недостатньому освітленні та поганій вентиляції виробки;

- виконувати ремонтні роботи, очищення та змащення вантажника при невідключеному двигуні маслостанції та невідключеному підвідному рукаві від шахтної магістралі стисненого повітря;

- керувати вантажником, знаходячись поза межами кабіни, або висуватися з неї під час роботи;

- працювати у виробках з несправною рейковою колією;

- знаходитися на вантажнику під час його транспортування та перевозити на ньому матеріали та обладнання, що не входять в комплект виробу;

- розвертати на висоті вантаж, закріплений у грейфері або у вилочному захваті;

- користуватися гаковою підвіскою без запобіжного замка або з несправним замком;

- здійснювати установку вантажника на рейки (в разі сходу його з них) за допомогою робочих органів машини;

- працювати у виробці, захаращеній сторонніми предметами;

- залишати вантажник у виробці без прийняття заходів для запобігання його мимовільного руху (при невідключеному від магістралі стисненого повітря підвідному рукаві та неустановлених під колеса стопорних башмаках);

- здійснювати вантажником маневрові операції з вагонами;

- транспортувати вантажник без механічного стопоріння стріли і ковшу, а також при невідключеному гідродвигуні;

- знаходитися помічнику машиніста на непрохідному боці виробки під час роботи вантажника.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ працювати на вантажнику при наступних його несправностях та порушеннях технічного стану:

- ушкодженні рукава підводу повітря;

- несправному пусковому клапані-фільтру;

- несправному звуковому сигналі;

- наявності повітря в гідросистемі;

- невідрегульованих гідроклапанах тиску;

- відсутності автоматичного повертання рукояток гідророзподільника та педалей керування ходом у нейтральні положення;

- несправності глушника шуму;

- недостатній подачі масла автомасельничкою;

- відсутності масла в автомасельничці, редукторі ходової частини та маслобаку або його недостатніх рівнях (нижче середини нижнього масловказівного скла);

- порушеннях герметичності в гідро- і пневмосистемах;

- забрудненому фільтрі гідросистеми;

- з вантажозахватними органами, що не витримали випробувань або мають прострочений термін випробувань;

- надмірних люфтах у шарнірних з'єднаннях (наприклад, повний поперечний люфт кінця стріли не повинен перевищувати 200 мм);

- несправних контрольно-вимірювальних приладах (зокрема, манометрах)

та нечітких зображеннях на мнемосхемах органів керування;

- несправній або відсутній страхувальній зчіпці підвідного рукава від шахтної магістралі стисненого повітря.

Під час виконання вантажопідйомних робіт за допомогою вантажника, обладнаного гаковою підвіскою, машиніст і стропальник повинні:

- керуватися сигналізацією, передбаченою діючими правилами будови та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів. У випадку, коли користування прийомами загальноприйнятої сигналізації утруднено, спосіб сигналізації та порядок його використання встановлюються замісником головного інженеру з техніки підприємства-споживача;

- суворо контролювати вагу вантажу, що піднімається, і не допускати її перевищення;

- слідкувати за плавністю (без ривків) рухів усіх елементів вантажника під час виконання робіт.

Для здійснення вантажопідйомних робіт поблизу незнеструмлених кабелів має бути виписаний спеціальний наряд, а роботи повинні виконуватися за умови обов'язкової присутності відповідальної особи, яка спостерігатиме і контролюватиме безпеку проведення робіт.

Під час виконання вантажопідйомних робіт ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- раптово (без сигналу та витримки певного часу) реверсувати рухи механізмів вантажника;

- піднімати вантаж без попередньої установки виносних (відкидних) опор та рейкових захватів;

- розвертати стрілу на кут більше 50^{o} від осі рейкового шляху;

- роботи на вантажнику, якщо для підвіски вантажу не виділений стропальник з відповідним посвідченням (правами);

- піднімати вантаж вагою більше передбаченої у паспорті;

- залишати вантаж у підвішеному стані під час перерв у роботі;

- здійснювати підйом та переміщення вантажів з людьми, що знаходяться на них;

- переміщати вантажі над людьми;

- переміщати вантажник в вантажем на гаку;

- витягати вантажі, засипані породою або завалені іншими вантажами, за допомогою вантажозахватних засобів;

- знаходитися під вантажем.

Вантажі, що підвішуються на гаковій підвісці, мають бути надійно закріплені. При цьому повинні виконуватися наступні вимоги:

- чалкові пристрої (канати, ланцюги) потрібно накладати на вантаж рівномірно, без вузлів та перекручень;

- на гострі ребра вантажів під канат або ланцюг для їхнього захисту від різких перегинів та перетирання слід підкладати спеціальні підкладки;

- після навіски чалкових пристроїв на гак потрібно обов'язково перевірити установку замка на гаку;

- забороняється користуватися вантажозахватними пристроями, що не мають клейма з інформацією щодо їхньої вантажопідйомності, дати випробування та інвентарного номеру;

- забороняється користуватися гаковою підвіскою з несправним замком.

Забраковані вантажозахватні пристрої не повинні знаходитися у зоні роботи вантажника.

Операція постановки вантажника, що зійшов з рейок, здійснюється в присутності представника гірничого нагляду за допомогою самоставів та домкратів, які застосовуються для рухомого складу внутрішньошахтного транспорту згідно з інструкцією, розробленою підприємством, що експлуатує вантажник.

Роботи з монтажу і демонтажу складальних частин гідравлічної системи вантажника, а також з її експлуатації повинні виконуватися при суворому дотримуванні правил з монтажу та експлуатації гідравлічного обладнання. Персонал, задіяний на цих роботах, має бути ознайомлений з правилами експлуатації обладнання при суворому дотриманні правил техніки безпеки.

Перед демонтажем маслостанції та решти вузлів гідравлічної системи потрібно:

- встановити вантажник у транспортне положення;

- відключити джерело енергії і вжити заходів, що виключають можливість випадкового вмикання двигуна гідронасосу;

- розвантажити систему гідроприводу від тиску;

- перекрити всмоктувальний маслопровід, за необхідності злити робочу рідину.

Демонтаж гідравлічного обладнання , що знаходиться під тиском, ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ,

Гнучкі трубопроводи повинні бути захищені від ушкоджень. Злами та скручування гнучких трубопроводів не допускаються.

Зварювання металевих трубопроводів допускається лише після очищення їх від залишків мінерального масла. Зварювальні роботи на підключених до гідросистеми трубопроводах забороняються.

Деталі та вузли гідравлічної системи, що працює під тиском, мають бути випробувані на міцність та герметичність тиском, на 50% вищим за номінальний.

Підключення гідравлічної системи до джерел енергії слід виконувати після закінчення усіх монтажних робіт.

Пуск в роботу гідрообладнання після його монтажу повинен здійснюватися за дозволом представника адміністрації та інженера з техніки безпеки.

Перед пробним пуском маслостанції потрібно:

- звільнити місце роботи від сторонніх предметів та інструменту;

- перевірити ступінь затягування різьбових з’єднань трубопроводів та кріпильних деталей гідравлічної системи;

- перевірити наявність робочої рідини в маслобаку. За необхідності потрібно долити попередньо відфільтровану робочу рідину в бак згідно з таблицею змащення (див. табл. 9.1);

- попередити обслуговуючий персонал про пуск маслостанції звуковим сигналом;

- перевірити правильність виконання операцій виконавчими механізмами вантажника.

Під час пробного пуску маслостанції ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- знаходитися біля трубопроводів гідравлічної системи;

- здійснювати випуск повітря із системи через сполучення трубопроводів;

- підтягувати кріпильні деталі та сполучення трубопроводів;

- пуск маслостанції при рівні робочої рідини в маслобаку нижче допустимого.

Перед початком випробувань систем та пристроїв потрібно:

- встановити органи керування у початкові позиції;

- максимально послабити регулювальні пружини запобіжних клапанів;

- перевірити наявність та надійність закріплення передбачених огороджень;

- перевірити наявність заземлень електрообладнання;

- шляхом зовнішнього огляду перевірити стан манометрів та наявність на них пломб;

- перевірити правильність обертання насосу шляхом короткочасного вмикання пристрою;

- видалити повітря з гідросистеми шляхом багаторазового вмикання робочих органів на мінімальному тиску, що забезпечує холостий хід гідродвигуна;

- перевірити відсутність витоків в системі протягом 3 хвилин при половинному номінальному тиску;

- перевірити рівень робочої рідини.

Якщо експлуатаційною документацією забороняється порушення регулювання запобіжних клапанів, то підготовку системи до випробувань проводять при тиску налаштування цих клапанів.

Під час проведення випробувань система має бути відключеною у наступних випадках:

- при руйнуванні або загорянні одного з елементів системи;

- при спрацьовуванні аварійної сигналізації підприємства;

- при відмові вимірювальних приладів;

- при зростанні тиску вище допустимої величини;

- при появі зовнішніх витоків робочої рідини;

- при появі підвищених шумів, стуків та вібрацій.

Подальші включення системи дозволяються лише після усунення несправносте й.

Випробування та експлуатація гідравлічної системи мають проводитися лише за умови суворого дотримування правил пожежної безпеки.

Не допускається продовження експлуатації гідросистеми в разі виявлення будь-якої з перерахованих нижче несправностей:

- вихід значення будь-якого параметру системи або пристрою за межі допустимого, якщо це представляє небезпеку для обслуговуючого персоналу;

- поява підвищеного шуму, стуку, вібрацій;

- поява зовнішніх витоків робочої рідини;

- ушкодження вимірювальних приладів та сигнальних пристроїв.

Елементи систем та пристроїв, регулювання яких може призвести до аварійного стану, мають бути після закінчення процесу регулювання запломбовані або закриті за допомогою вбудованого замка згідно з вимогами експлуатаційної документації.

Інструктаж з експлуатації гідросистем пристроїв допускається проводити разом з інструктажем з експлуатації вантажника, до складу якого входять ці системи та пристрої.

При підключенні освітлення вантажника до мережі напруга в ній має бути не більше 36 В.

На додаток до керівництва з експлуатації вантажника ПКУ-Б підприємство-споживач зобов’язане розробити інструкцію (пам’ятку) з безпечного ведення робіт з використанням вантажника в конкретних гірничо-геологічних умовах. Ця інструкція повинна розширити та уточнити вищевикладену технічну інформацію.

Контроль виконання вимог безпеки щодо стану повітря робочої зони вантажника (ДСТУ 12.1.005, ДСТУ 12.1.007, ДСТУ 12.1.016), рівнів шуму на робочих місцях (ДСТУ 12.1.050) та вібрації (ДСТУ 12.4.012) має виконуватися як мі-

німум один раз на рік.

Наявність пломб та працездатність гідрозамків потрібно перевіряти щомісяця.

9 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИНИ

9.1 Загальні зауваження

Справна робота вантажника протягом тривалого терміну його служби може бути забезпечена тільки при ретельному та регулярному догляді машини з дотриманням усіх правил експлуатації, викладених в [18].

9.2 Основні вимоги до процесів технічного обслуговування машини

Безвідмовна та безпечна робота вантажника ПКУ-Б може бути забезпечена лише за умови обов'язкового виконання наступних вимог:

- в гідросистему потрібно заливати відфільтроване масло згідно з паспортом гідромотора МР 1.000 ПС (номінальна тонкість фільтрації масла – 25 мкм);

- суворо дотримуватися вимог щодо технічного обслуговування фільтрів;

- заливка масла в гідробак має здійснюватися лише за допомогою насосу ручного поршневого Р 0,8-30-01 за ТУ 26-06-1158;

- технічне обслуговування маслобаку повинно робитися згідно з таблицею змащення (див. табл. 9.1).

Завжди потрібно пам'ятати, що в будь-якому випадку легше попередити або усунути несправність, ніж ліквідувати потім наслідки аварії, до якої ця несправність може призвести. Через високу завантаженість робочого процесу машини дрібні несправності, що залишаються не усунутими, служать причинами майбутніх тривалих і вартісних ремонтних робіт.

9.3 Інструкція з технічного обслуговування вантажника

9.3.1 Види і періодичність технічного обслуговування

Структура ремонтного циклу вантажника ПКУ-Б встановлена за наступ-

ною схемою:

К – Т – Т – Т – Т – Т – Т – Т – Т – $С_1$ – Т – Т – Т – Т – Т – Т – Т – Т – $С_2$ –

– Т – Т – Т – Т – Т – Т – Т – Т – $С_1$ – Т – Т – Т – Т – Т – Т – Т – Т – К,

де Т – поточний ремонт або технічне обслуговування із заміною деталей з терміном служби 1 місяць; $С_1$, $С_2$ – середні ремонти із заміною деталей і складальних одиниць з терміном служби відповідно 9 і 18 місяців; К – капітальний ремонт із заміною деталей і складальних одиниць з терміном служби 36 місяців (під час капітального ремонту відновлюються деталі та складальні одиниці з великим терміном служби, а також базові).

9.3.2 Підготовка обладнання до технічного обслуговування

Поточні та середні ремонти, за виключенням ремонтів гідравлічного та пневматичного обладнання, виконуються у підземних ремонтних майстернях. Для виконання таких ремонтів потрібна наявність вантажопідйомних засобів вантажопідйомністю не менше 8 т. Ремонти виконуються слюсарями 4-6 розрядів.

Гідравлічна та пневматична апаратура що потребує ремонту, має бути демонтована з вантажника і видана на поверхню в шахтні майстерні. Ремонт пневмо- і гідроапаратури рекомендується проводити в спеціально підготовлених та обладнаних для цього приміщеннях. Ремонт мають виконувати слюсарі 6 розряду.

Капітальний ремонт вантажника виконується на ремонтних заводах, обладнаних спеціалізованим ремонтним устаткуванням.

9.3.3 Порядок технічного обслуговування

Для підтримка конструкції вантажника у постійній готовності до роботи потрібно виконувати щоденний контроль за усіма складовими частинами та системами машини.

До переліку необхідних операцій при цьому входять:

- перевірка рівнів масла в редукторі ходового візка, в маслобаку гідравлічної системи, в автомасельничці;

- очищення вантажника від бруду і застряглих шматків породи;

- перевірка і затягування з'єднань з метою ліквідації витоків масла, а саме: різьбових, гідравлічних, пневматичних та фланцевих трубопроводів;

- перевірка налаштувань клапанів згідно з вимогами, зазначеними в п. 5.2 даної роботи;

- перевірка легкості керування рукоятками та педалями.

Найважливішим заходом технічного обслуговування механічного обладнання є своєчасне змащення його вузлів. Змащення вантажника ПКУ-Б здійснюється згідно з табл. 9.1 і схемою на рис. 9.1.

Масло в редуктор ходового візка заливається через люк, розташований в кабіні за сидінням машиніста.

Як вже говорилося вище, якість масла має бути високою, а тонкість його фільтрації повинна бути не більше 25 мкм. У кінці першого місяця роботи масло потрібно злити, маслобак очистити і промити. Після цього в нього слід залити свіже масло через блок фільтрів за допомогою ручного насосу. Далі масло потрібно міняти щорічно.

Крім цього, до обов'язкових умов забезпечення надійної та безвідмовної роботи машини відносяться регулярне підтягування усіх її різьбових з'єднань, а також постійна підтримка установки в чистоті.

ВИСНОВКИ ПО ЧАСТИНІ ІІІ

В третій частині роботи розглянуті питання організації процесів експлуатації вантажника ПКУ-Б протягом усього терміну життя виробу, які включають транспортування і зберігання виробу, використання його за призначенням та обов'язкову підтримку працездатності машини за рахунок планового виконання операцій технічного обслуговування і ремонту.

Запропоновані в роботі заходи експлуатації забезпечують високий коефіцієнт готовності вантажника до здійснення своїх функцій та гарантують його тривалу та надійну роботу у важких умовах підземного видобутку міцних руд.

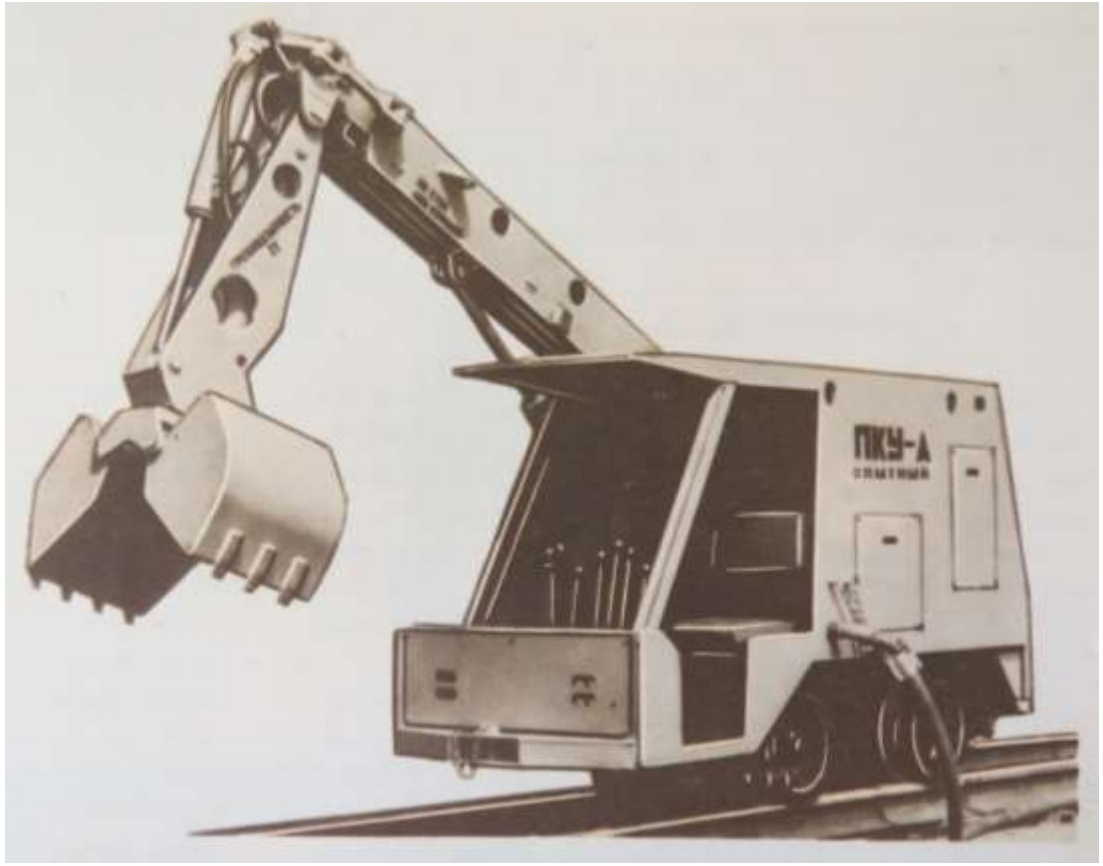
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

В представленій комплексній бакалаврській роботі докладно проаналізована конструкція ковшового вантажника ПКУ-Б, призначеного для механізації цілої низки допоміжних операцій підземного видобутку міцних руд.

Вантажник представляє собою універсальну установку, здатну виконувати роботи з проходки та очищення водовідливних канавок, прибирання гірничих виробок від просипаної під час завантаження вагонів гірничої маси, навантаження породи в транспортні засоби різних видів, підйомно-транспортних робіт з матеріалами та обладнанням, кріплення виробок тощо. Для цього він постачений змінними робочими органами: ковшами «пряма лопата», «зворотна лопата», грейфер; вилочним захватом, гакової підвіскою, кронштейном для підйому та монтажу металевого аркового кріплення. Завдяки такій універсальності вантажник має високий коефіцієнт використання у часі і може замінити декілька різних спеціалізованих установок. Це дуже вигідно з точки зору раціонального скорочення номенклатури об’єктів виробництва гірничого машинобудування.

Здійснений в роботі ретельний загальний аналіз установки та аналіз її робочого обладнання дозволив зробити висновок про високий технічний рівень вантажника і безумовну ефективність його практичного використання у гірничорудних шахтах. Конструкція відрізняється значними перевагами у порівнянні зі своїм попередником – вантажником ПКУ-А.

В роботі запропоновано раціональні заходи експлуатації вантажника, що гарантують високий рівень його надійності та довговічності.





а *б*

Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд вантажника ковшового універсального ПКУ-А:
а – з грейфером; *б* – з вилочним захватом

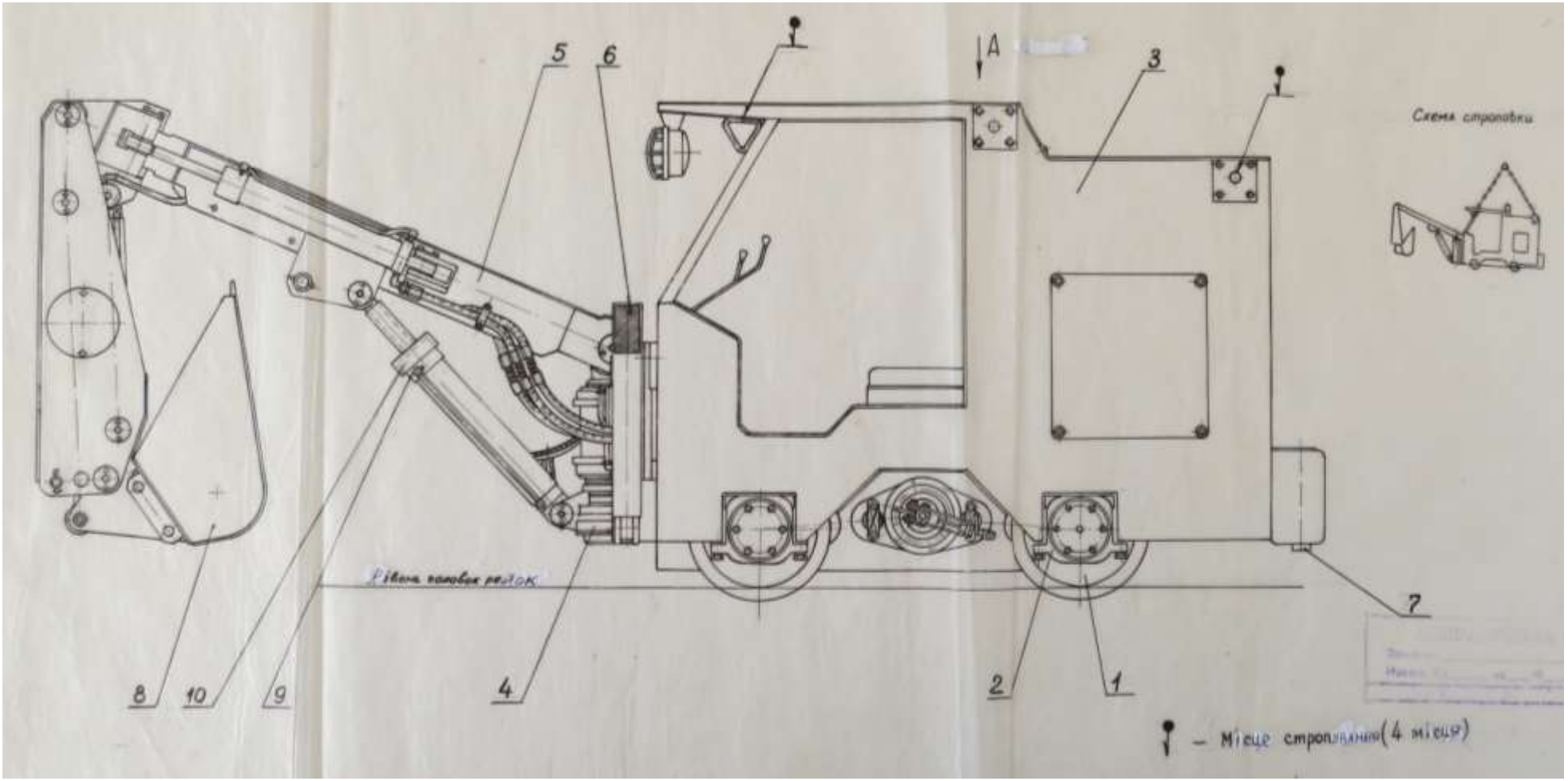


Рисунок 2.2 – Принципова схема вантажника ПКУ-Б:
1 – ходовий візок; 2 – цапфа; 3 – кабіна; 4 – поворотна опора; 5 – забірна частина;
6 – опора; 7 – рейкозахват; 8 – ківш; 9 – гідроциліндр; 10 – упор

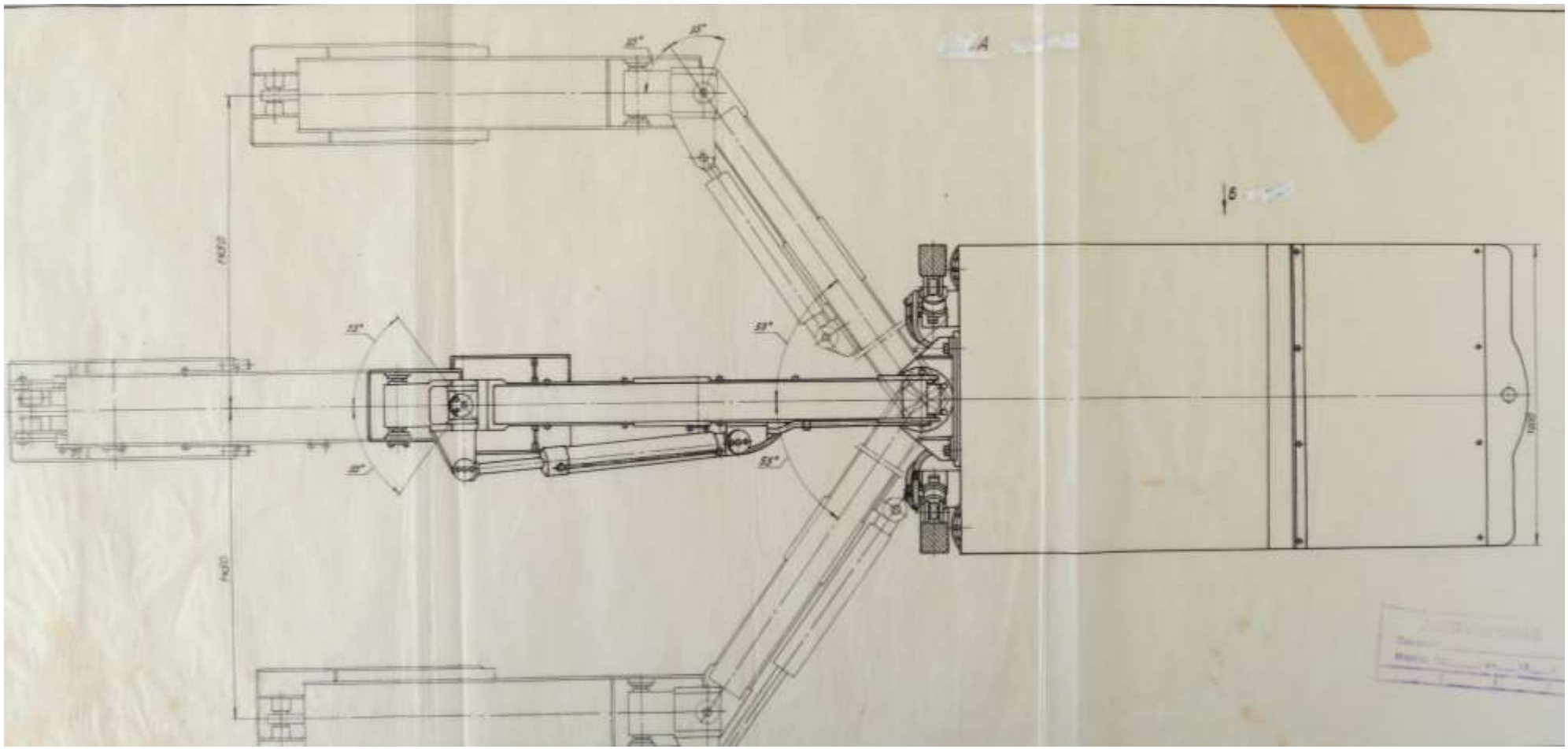


Рисунок 2.2 – Принципова схема вантажника ПКУ-Б. Продовження

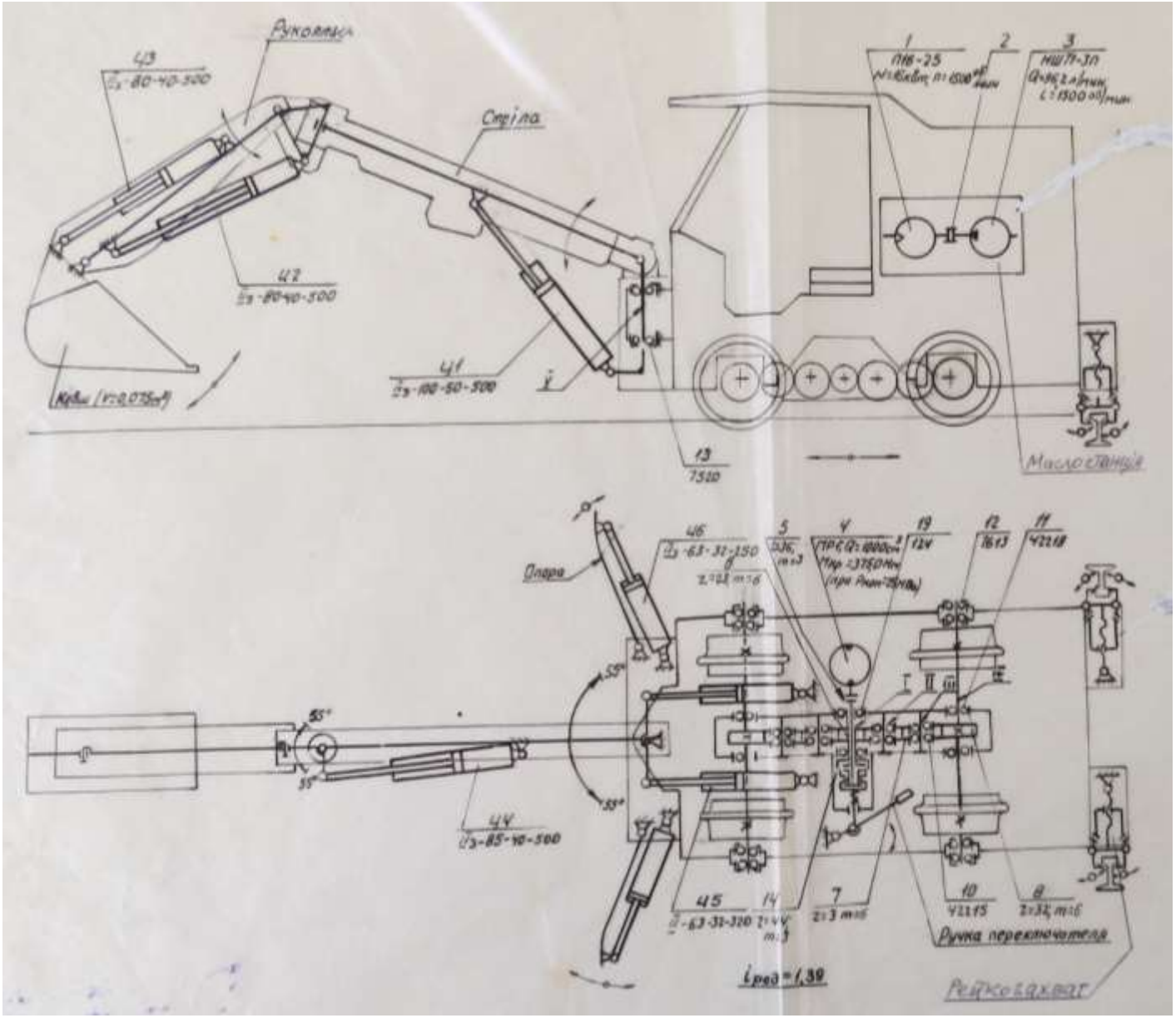


Рисунок 2.3 – Принципова кінематична схема вантажника ПКУ-Б

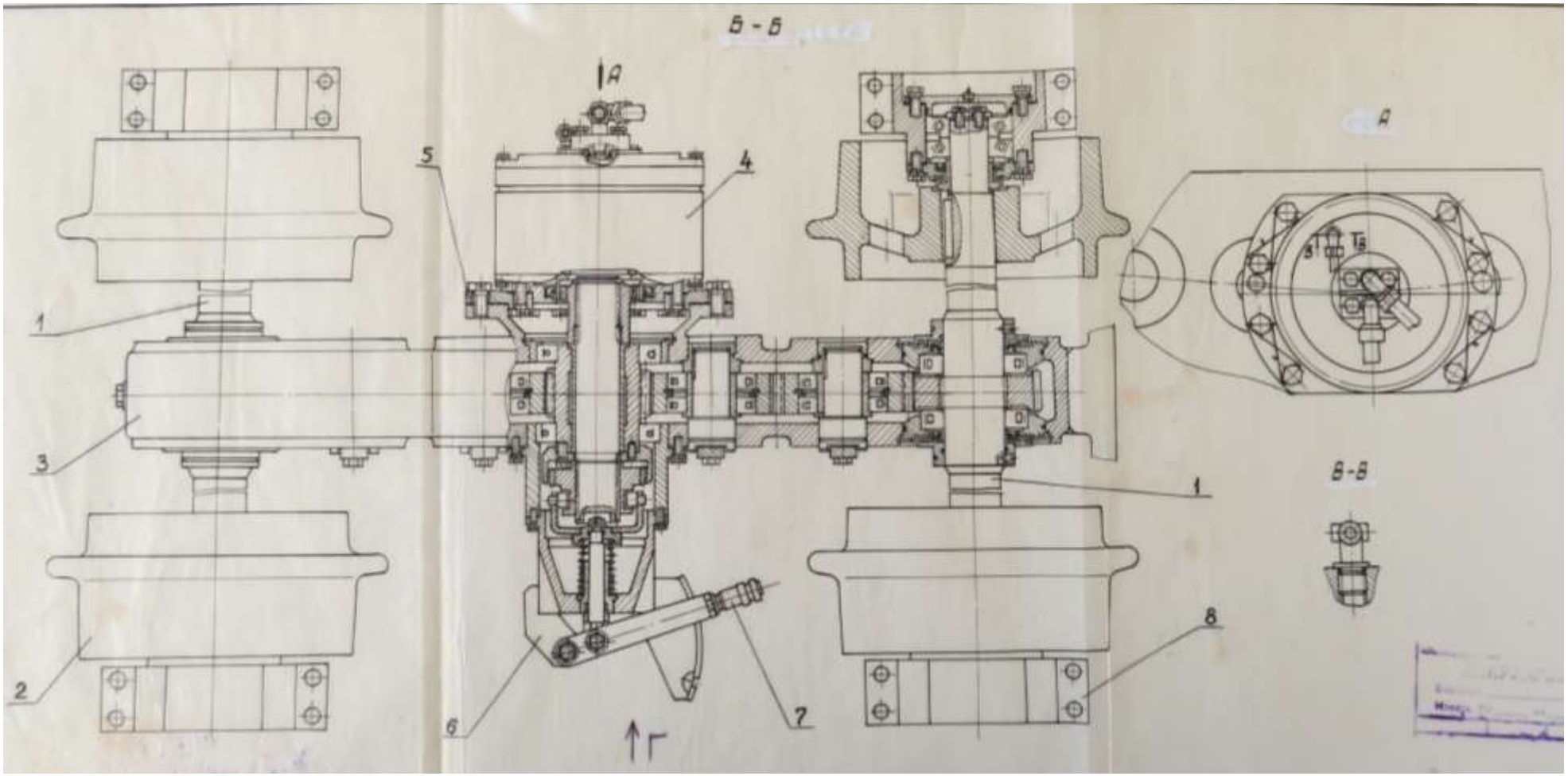


Рисунок 3.1 – Ходовий візок вантажника ПКУ-Б:
1 – вал; 2 – ходове колесо; 3 – корпус зубчастих передач; 4 – гідромотор;
5 – перехідний фланець; 6 – механізм перемикання; 7 – рукоятка; 8 – цапфа

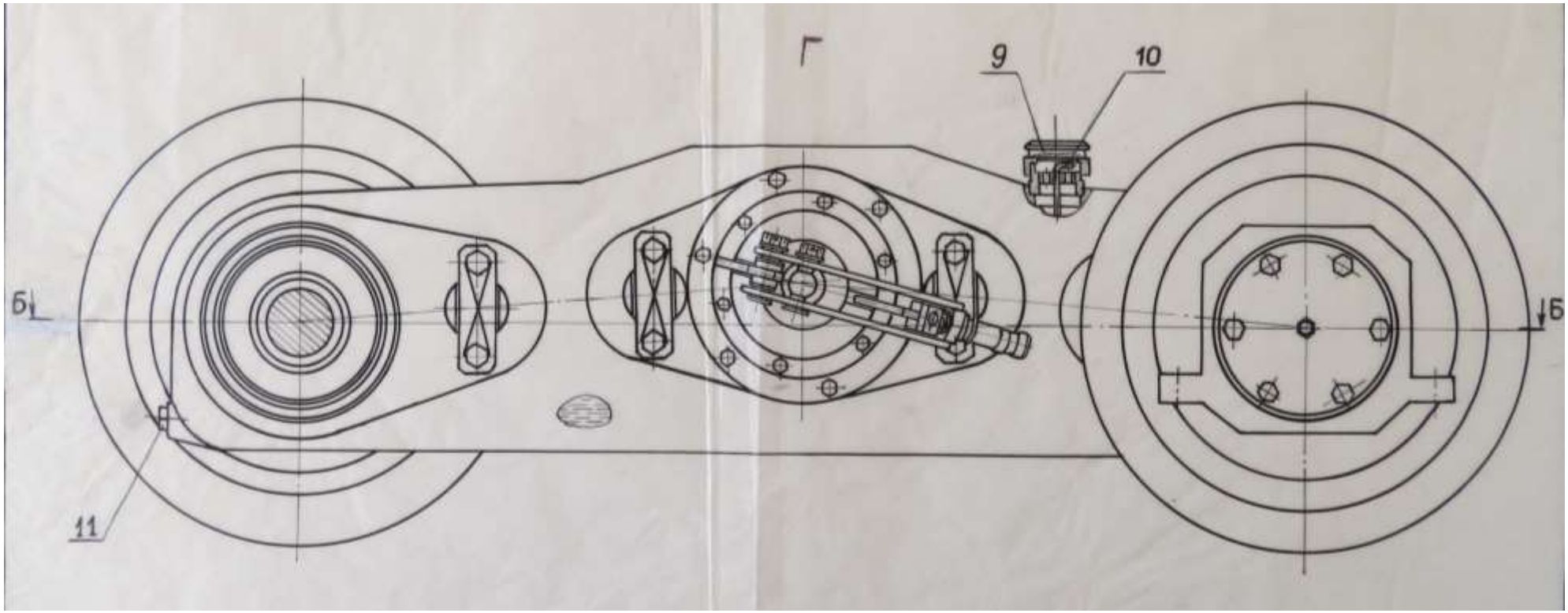


Рисунок 3.1 – Ходовий візок вантажника ПКУ-Б. Продовження:
9 – заливна горловина; 10 – масловказівник; 11 – зливна пробка

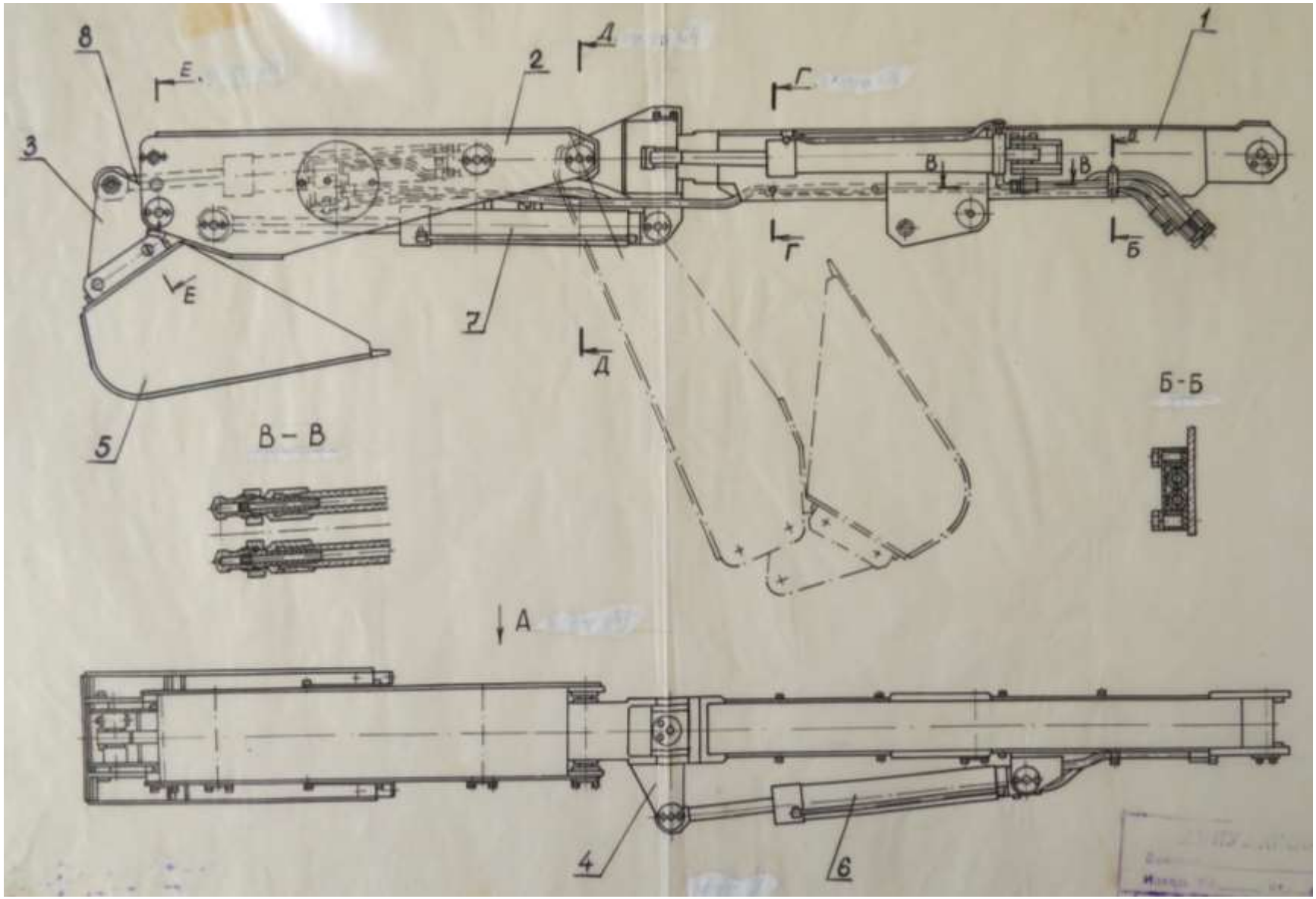


Рисунок 3.2 – Забірна частина вантажника ПКУ-Б:
1 – стріла; 2 – рукоятка; 3, 4 – кронштейни; 5 – забірний орган (ківш); 6, 7, 8 – гідроциліндри

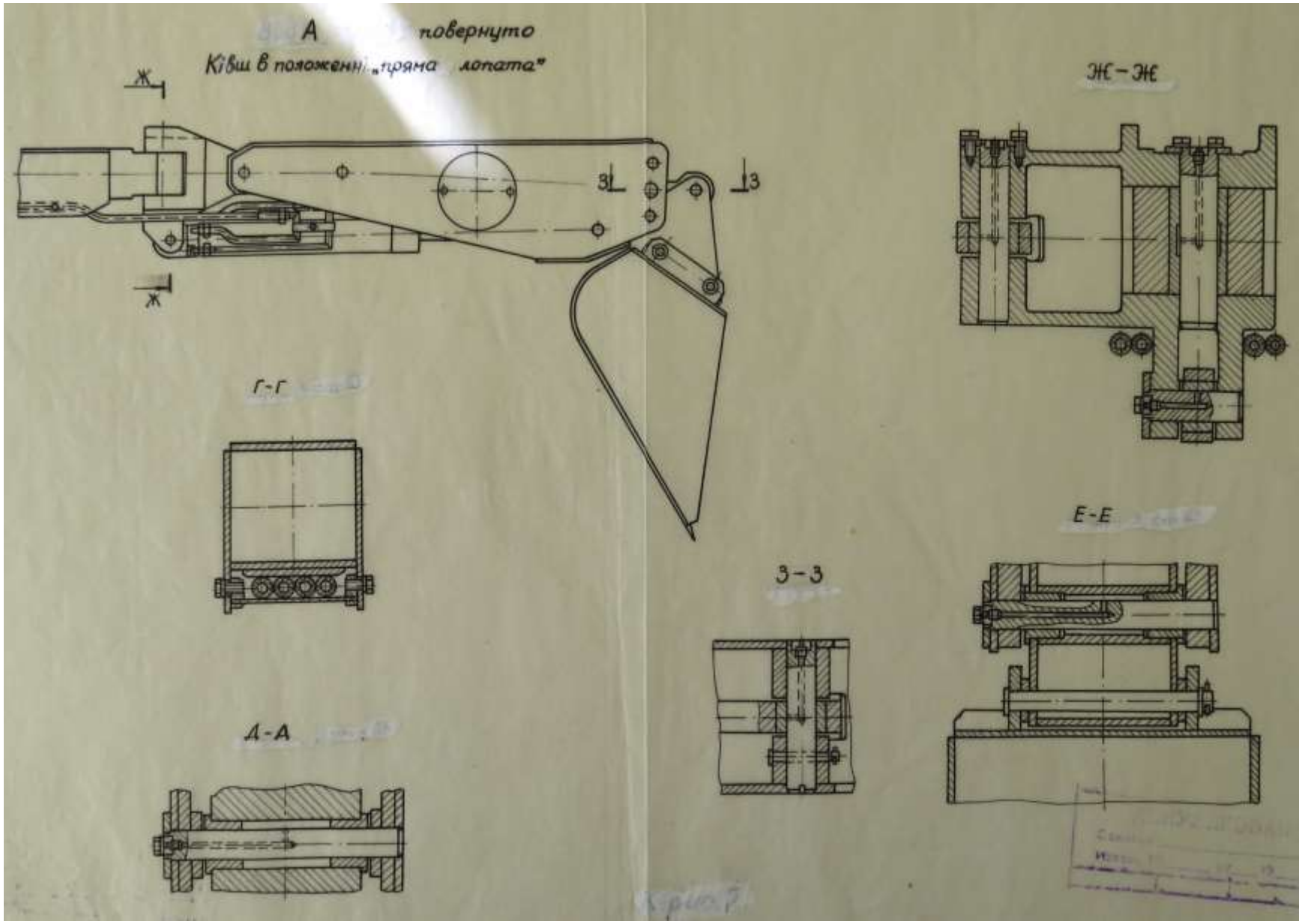


Рисунок 3.2 – Забірна частина вантажника ПКУ-Б. Продовження

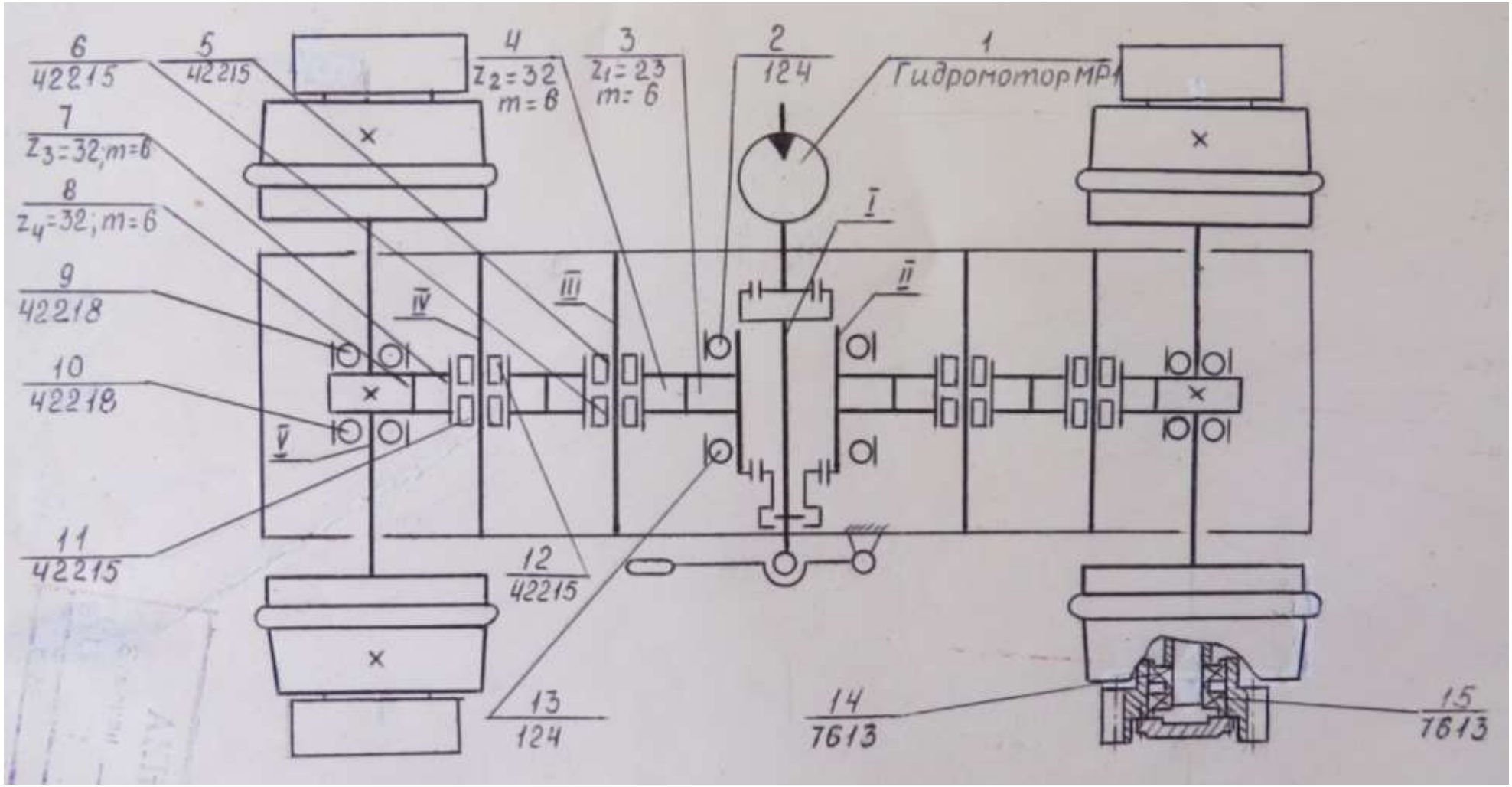


Рисунок 3.3 – Кінематична схема приводу ходової частини вантажника ПКУ-Б

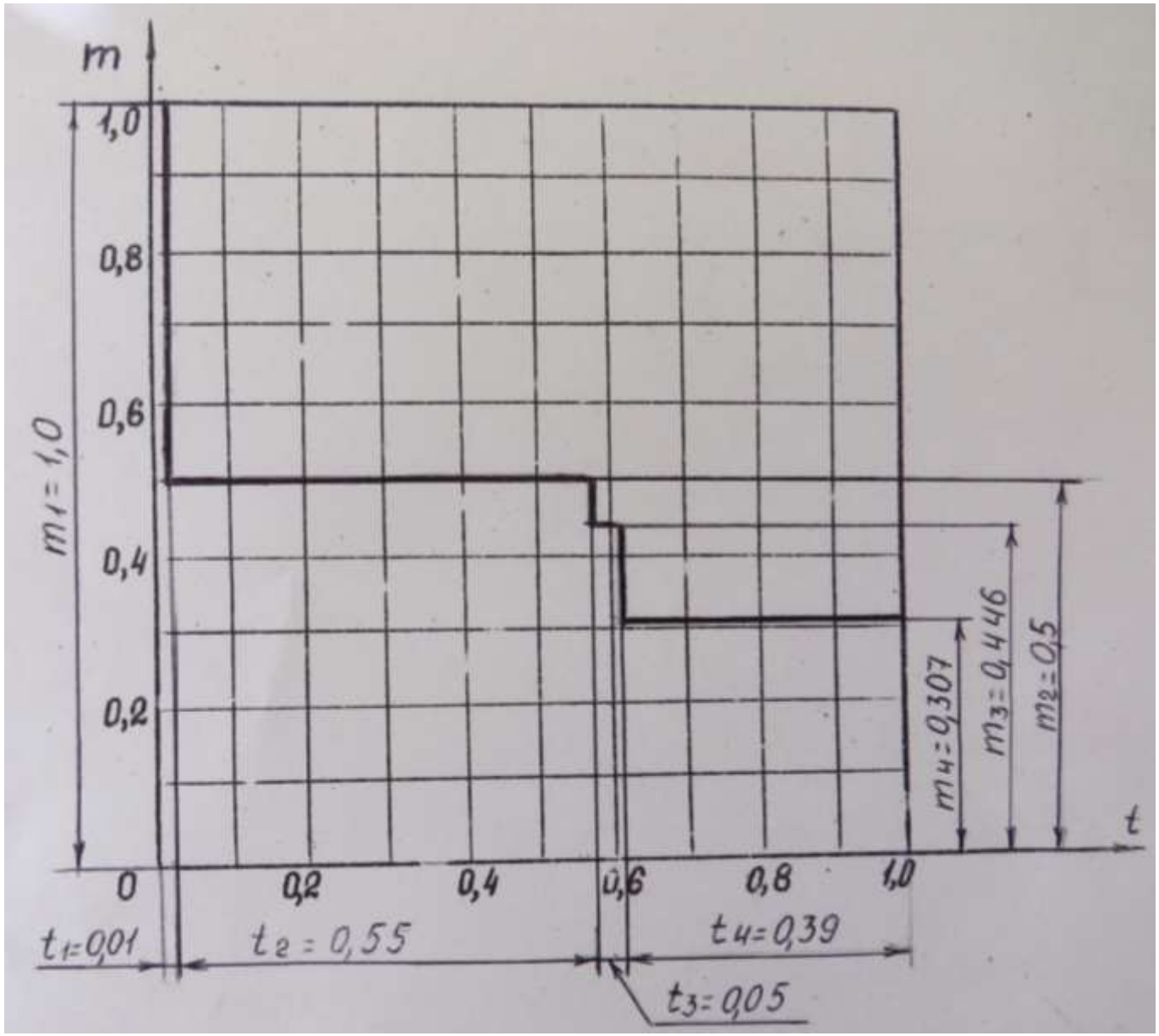


Рисунок 3.4 – Графік режиму роботи приводу ходової частини вантажника ПКУ-Б

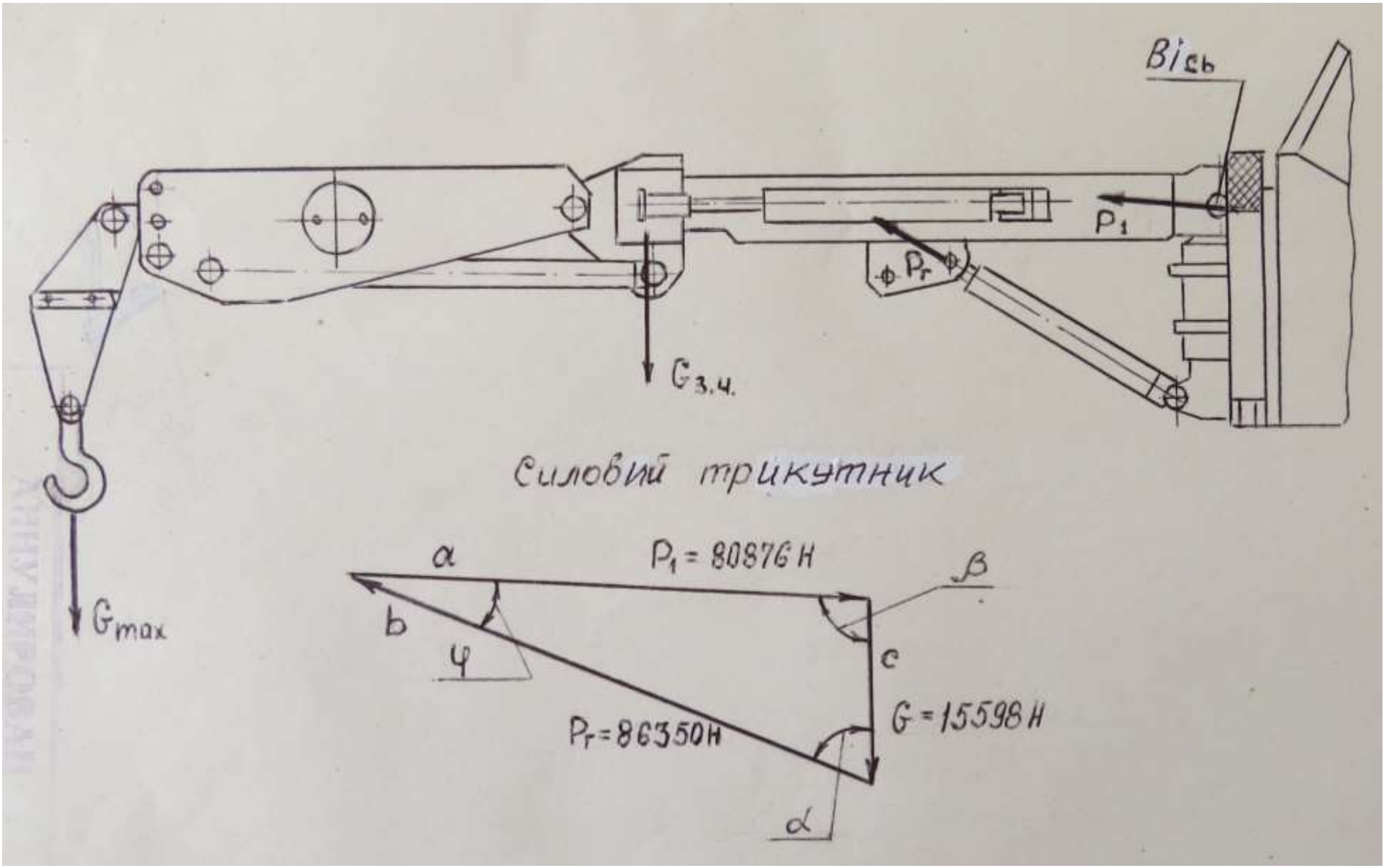


Рисунок 3.5 – До визначення величини зусиль на вісь кріплення забірної частини до опори

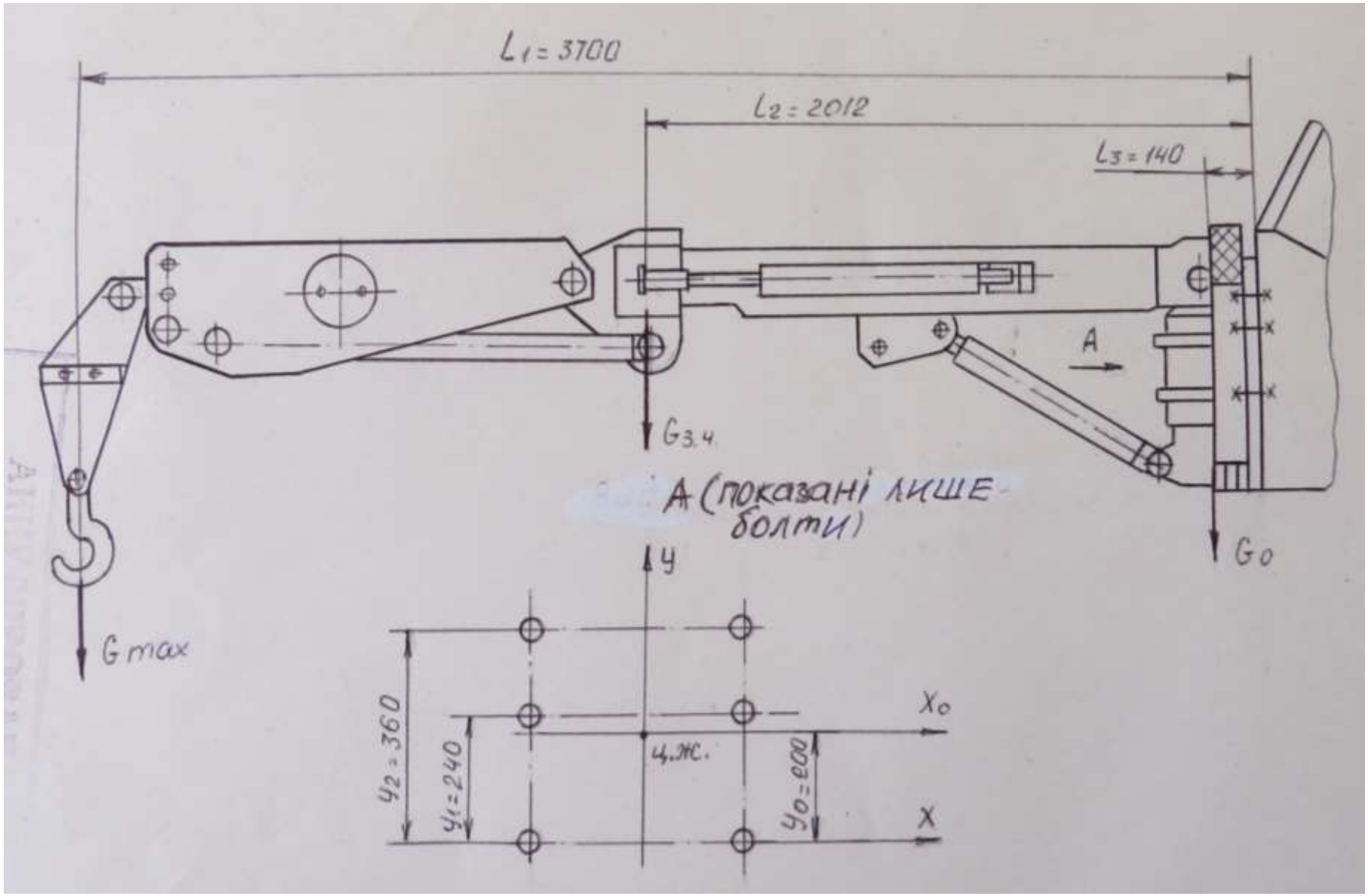


Рисунок 3.7 – Розрахункова схема болтового з’єднання

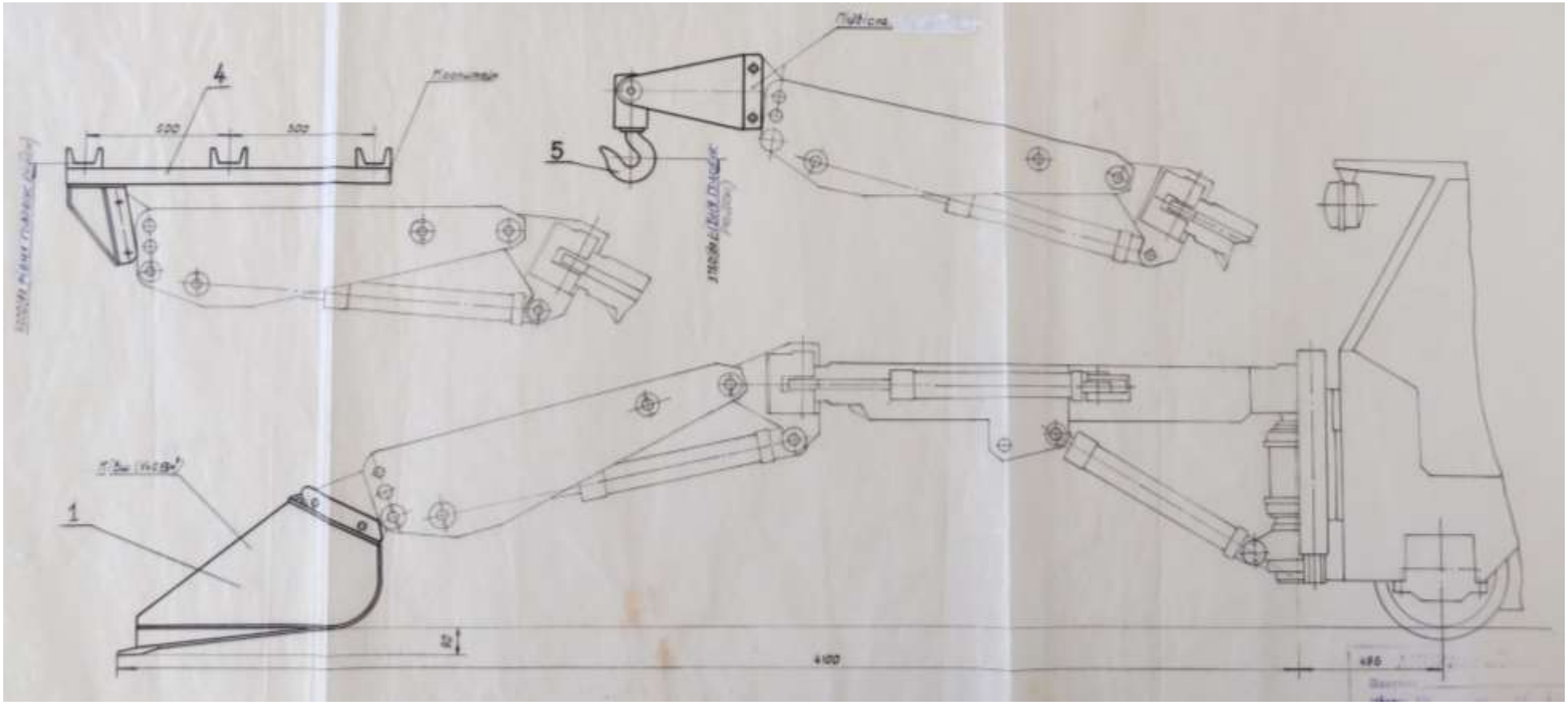


Рисунок 4.4 – Установка змінного робочого обладнання вантажника ПКУ-Б:
1 – ківш «пряма лопата» місткістю 0,13 м^3; 4 – кронштейн для монтажу аркового кріплення; 5 – вантажопідйомний гак

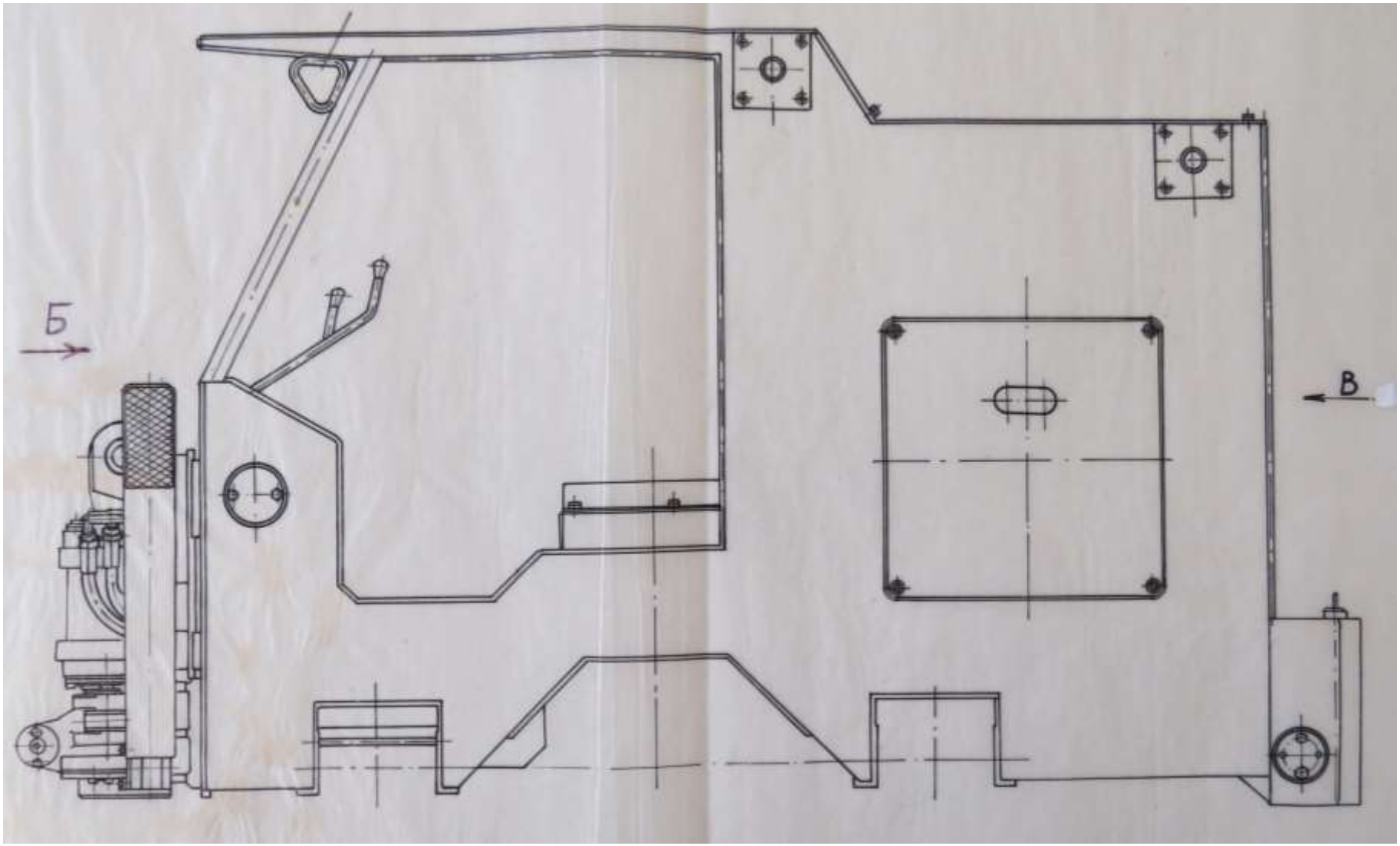


Рисунок 5.1 – Кабіна вантажника ПКУ-Б:
1 – сидіння машиніста; 2, 3, 4 – пульти керування; 5 – маслостанція; 6 – поворотна опора; 7, 9 – гідроциліндри; 8 – відкидна опора; 10 – рейковий захват; 11 – барабан; 12 – роздільник потоку; 13 – блок фільтрів; 14 – маслобак; 15 – важіль; 16, 17 – педалі; 18-25 – рукоятки; 26 – кнопка; 27, 28 – блоки клапанів; 29 – перемикач манометра

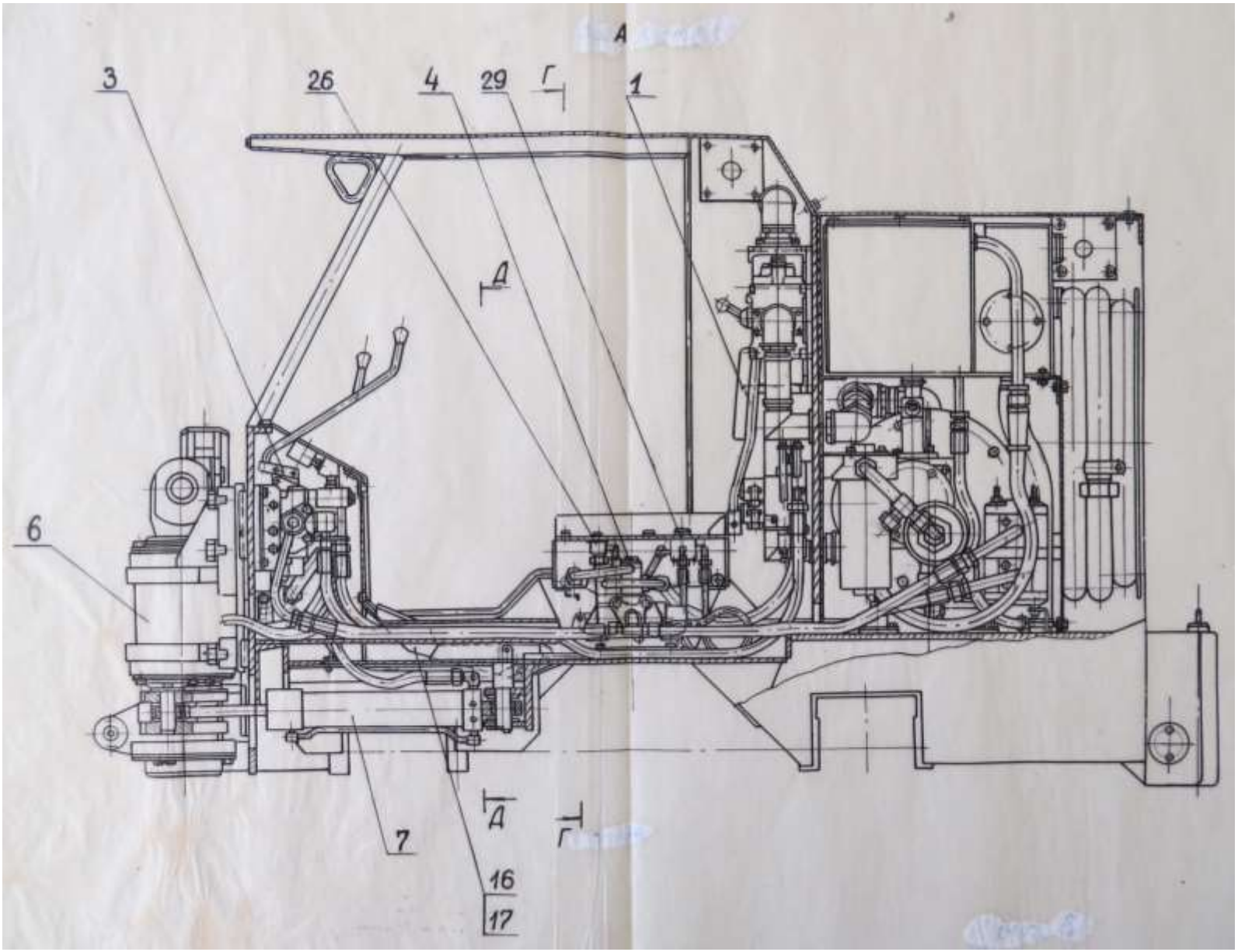
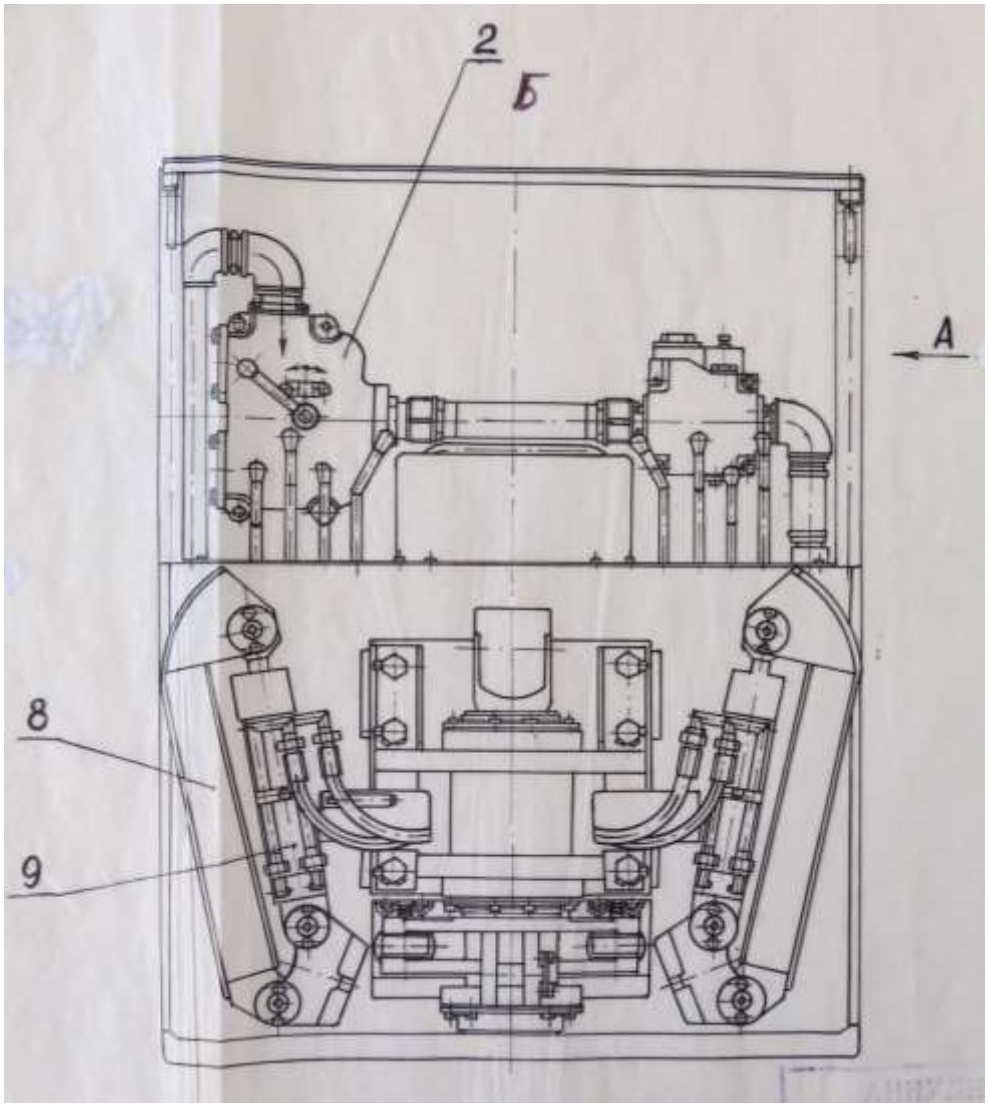


Рисунок 5.1 – Кабіна вантажника ПКУ-Б. Продовження



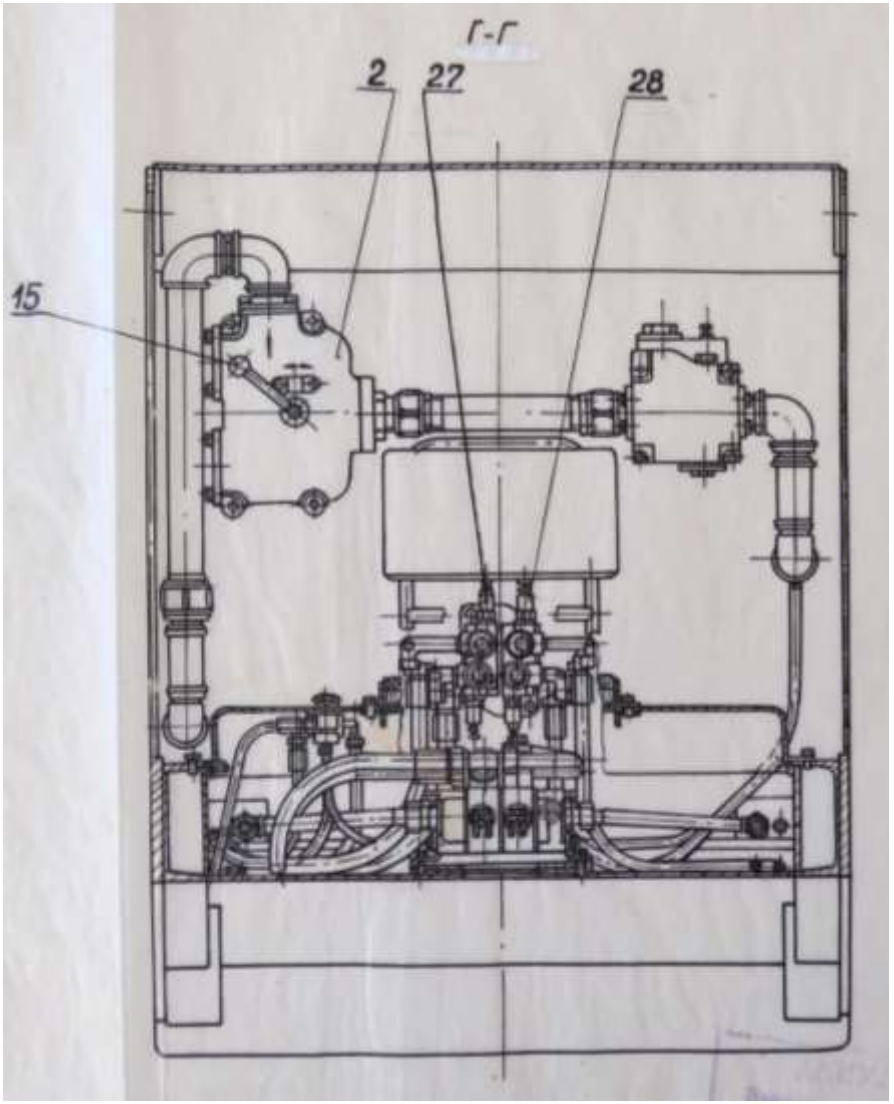


Рисунок 5.1 – Кабіна вантажника ПКУ-Б. Продовження

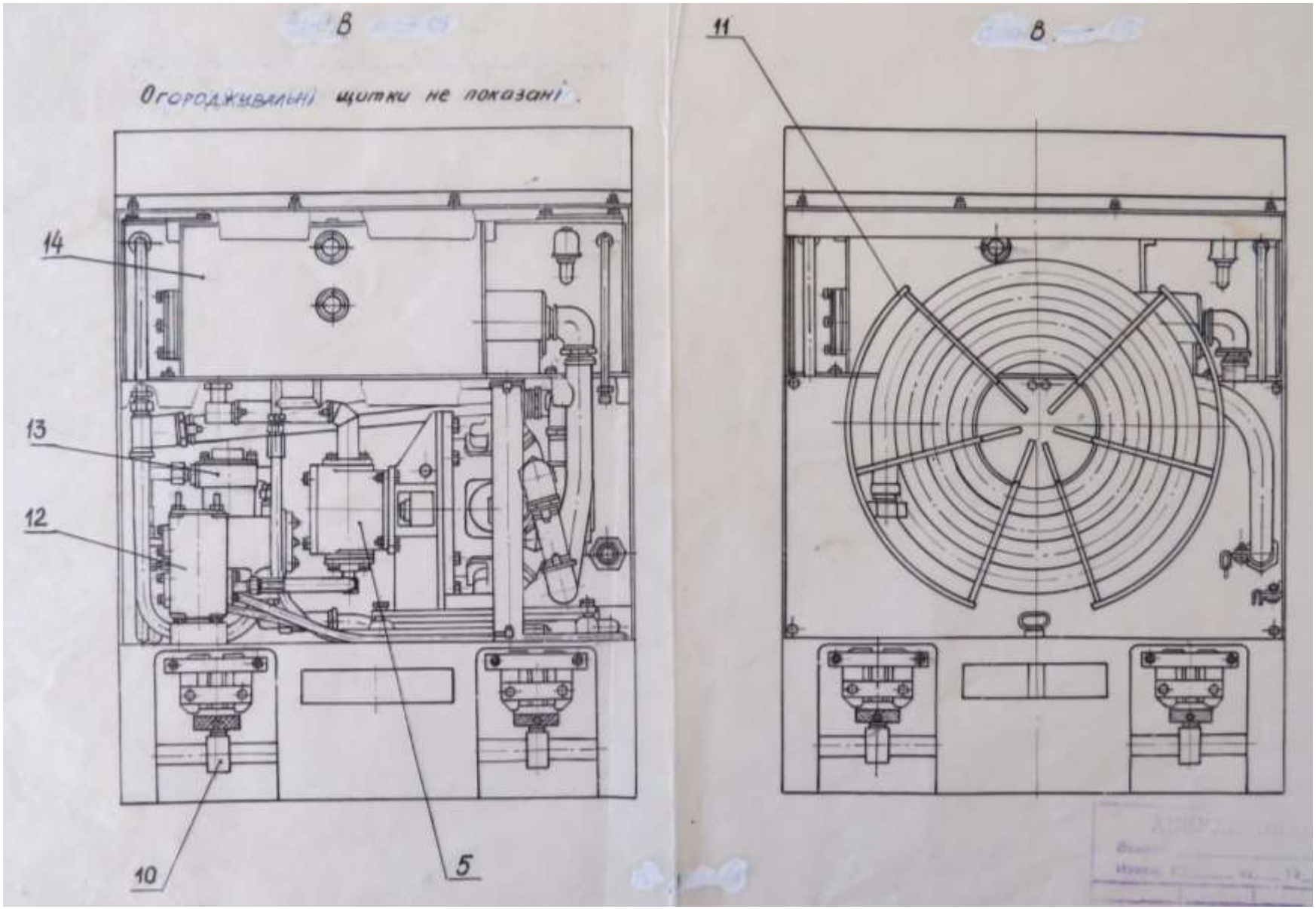


Рисунок 5.1 – Кабіна вантажника ПКУ-Б. Продовження

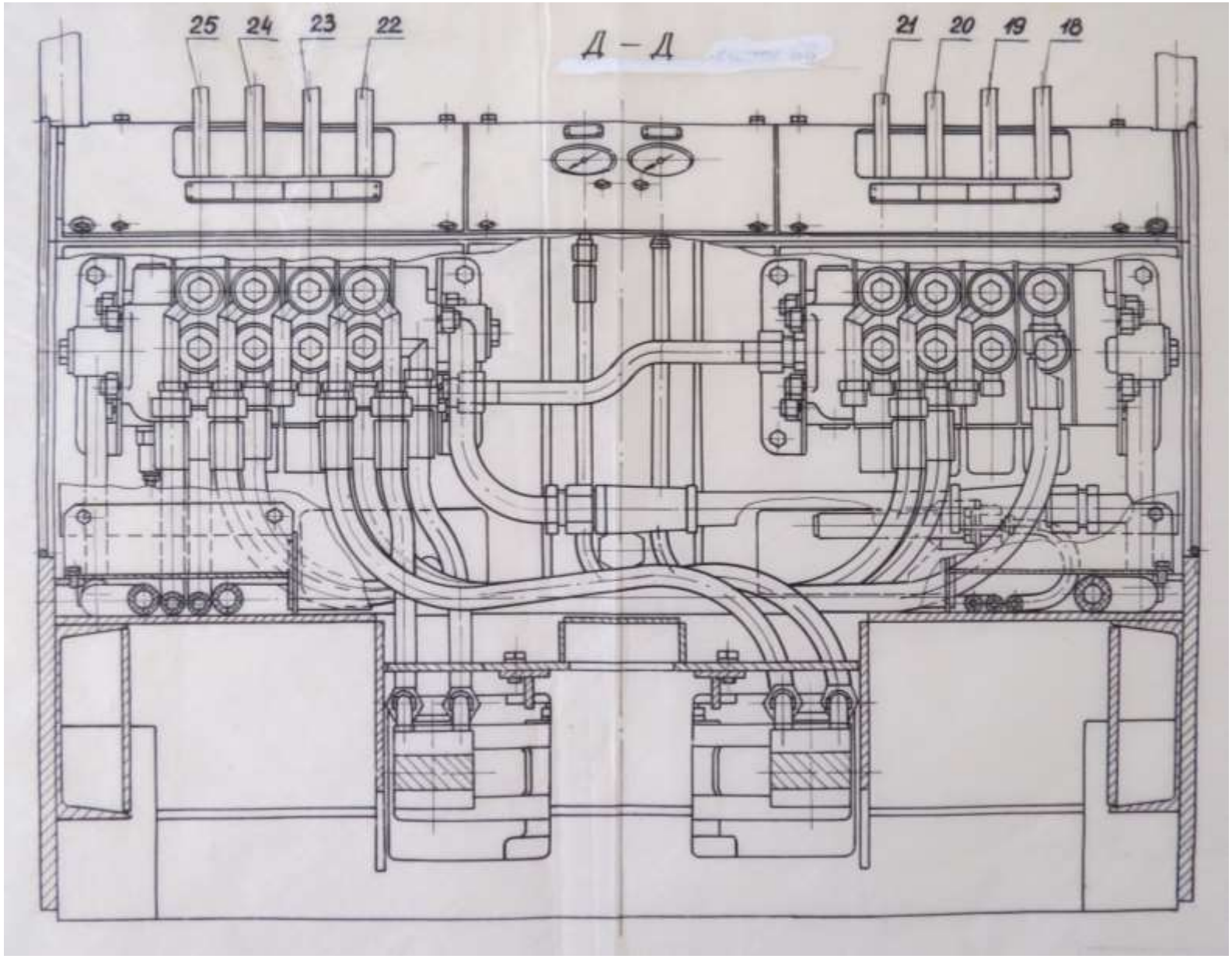


Рисунок 5.1 – Кабіна вантажника ПКУ-Б. Продовження

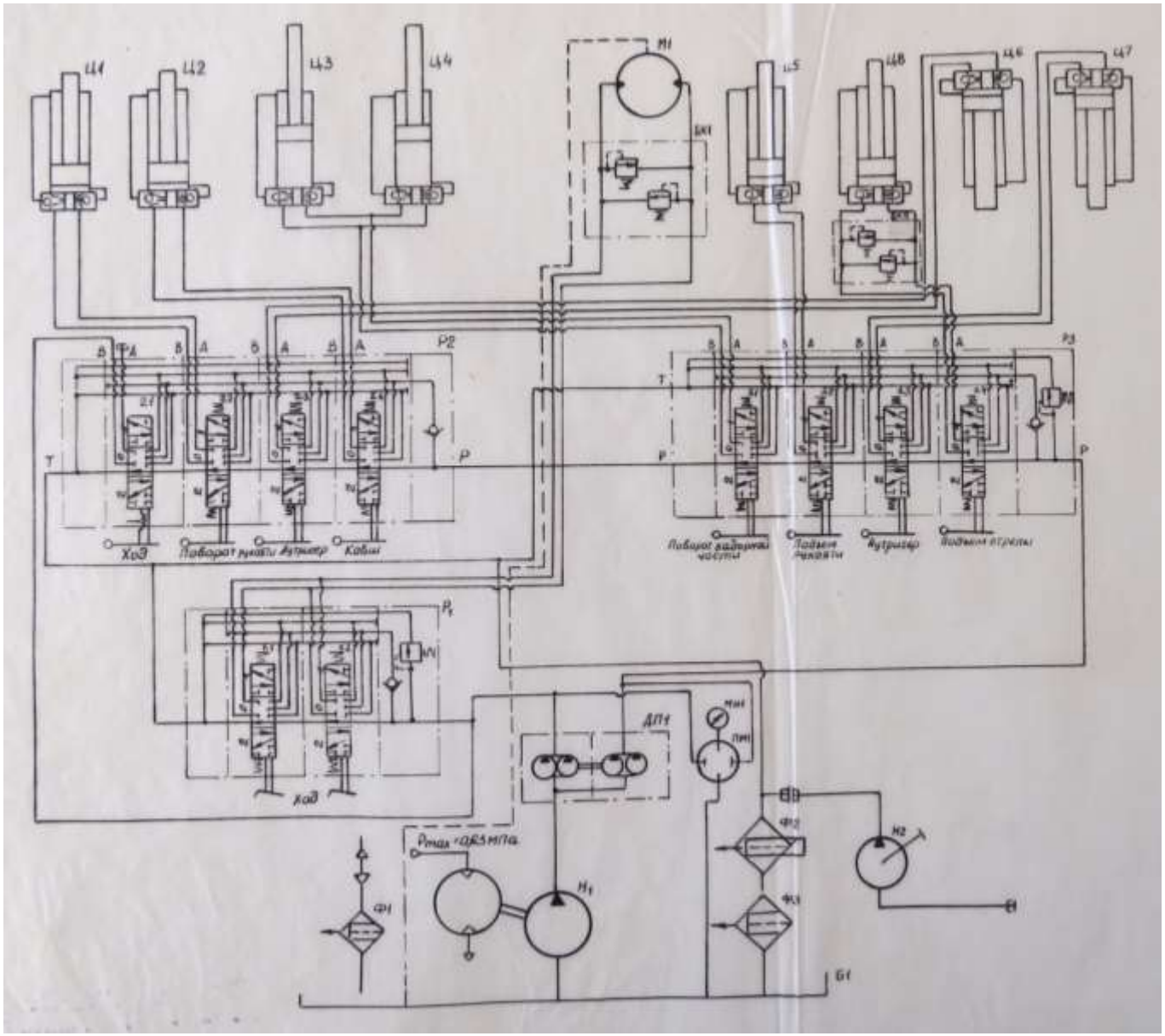


Рисунок 5.10 – Принципова гідравлічна схема вантажника ПКУ-Б

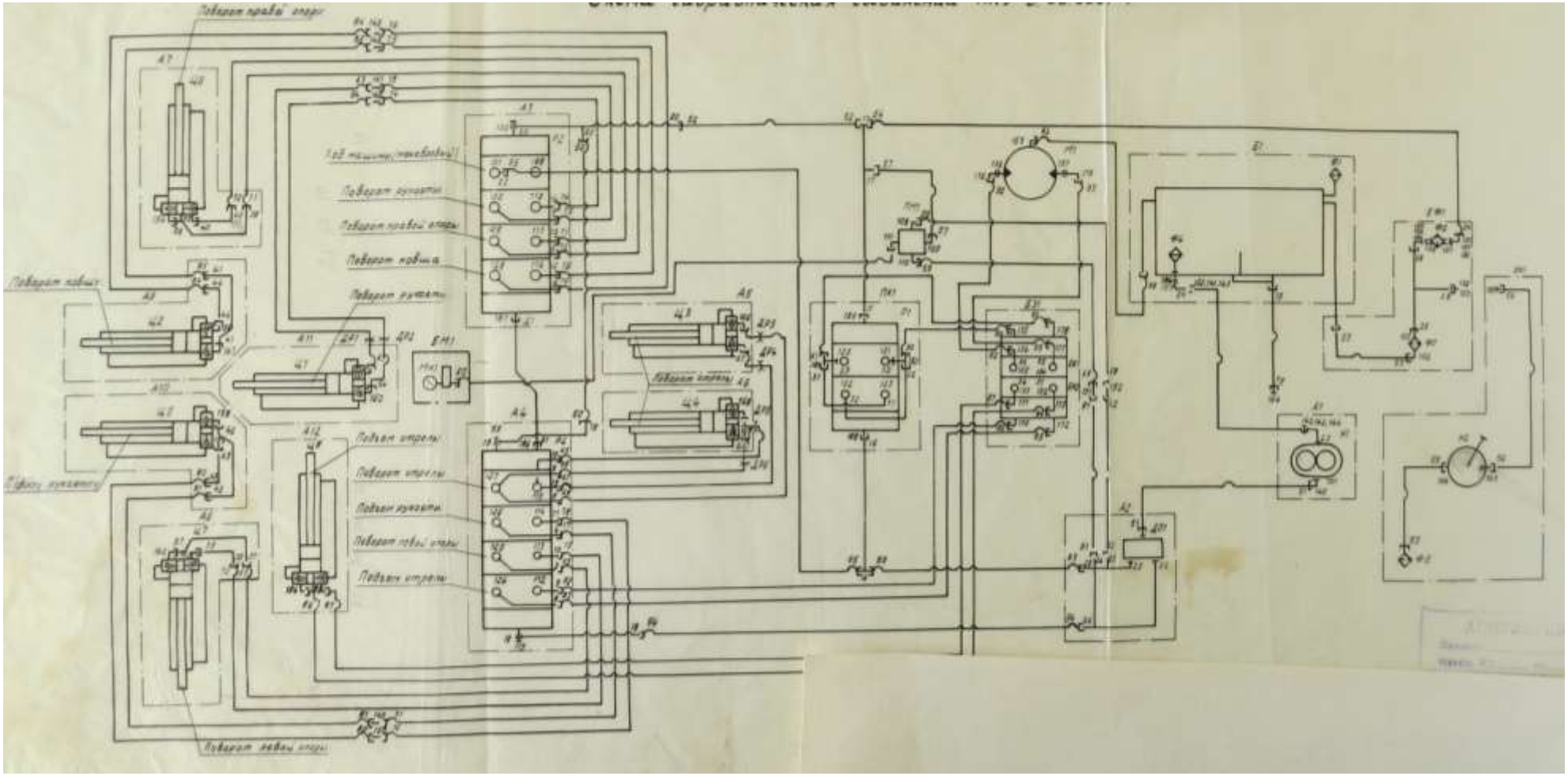


Рисунок 5.11 – Схема гідравлічних з’єднань вантажника ПКУ-Б

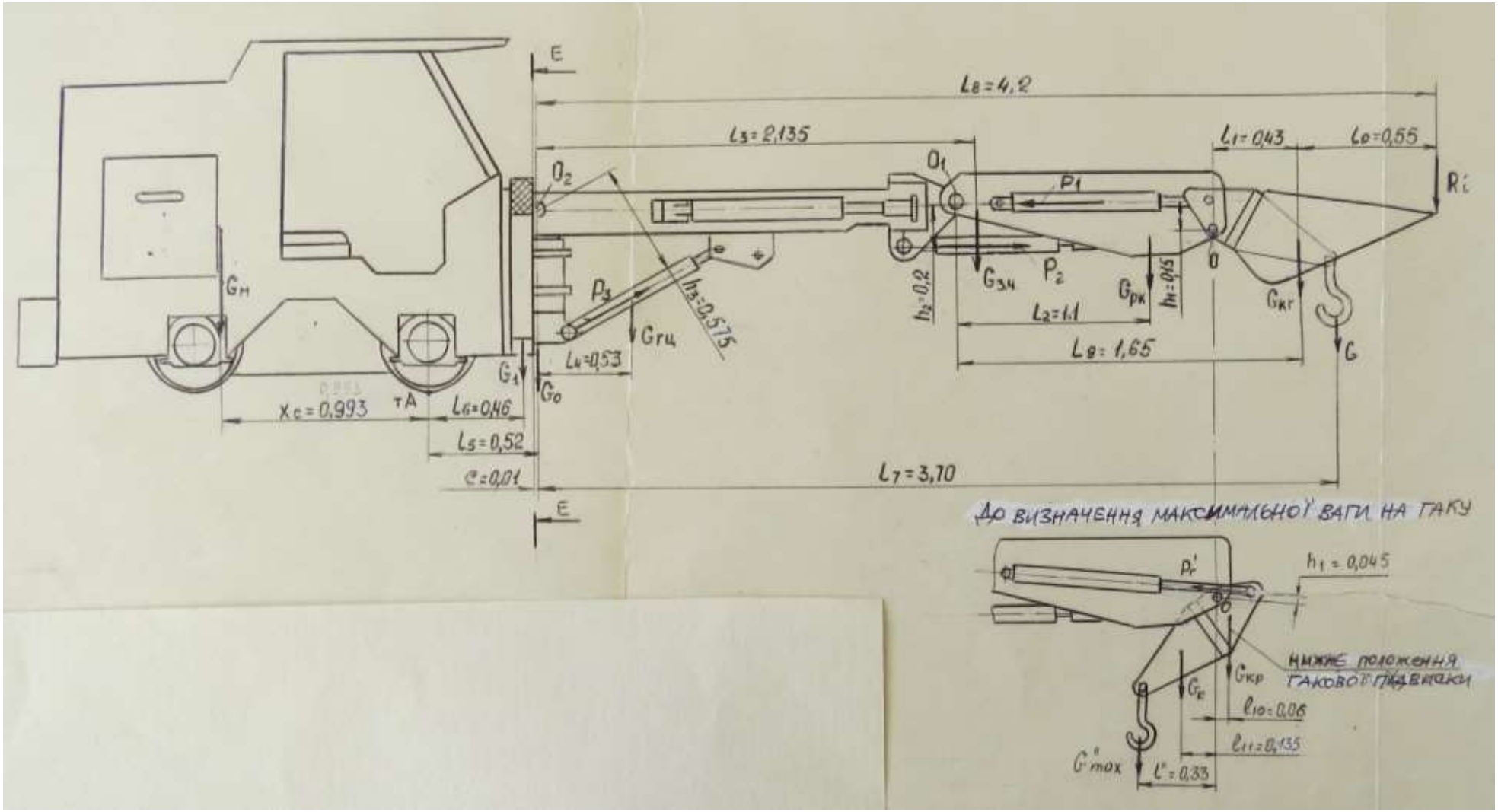


Рисунок 6.1 – Розрахункова схема для визначення поздовжньої стійкості вантажника ПКУ-Б (розміри в метрах)

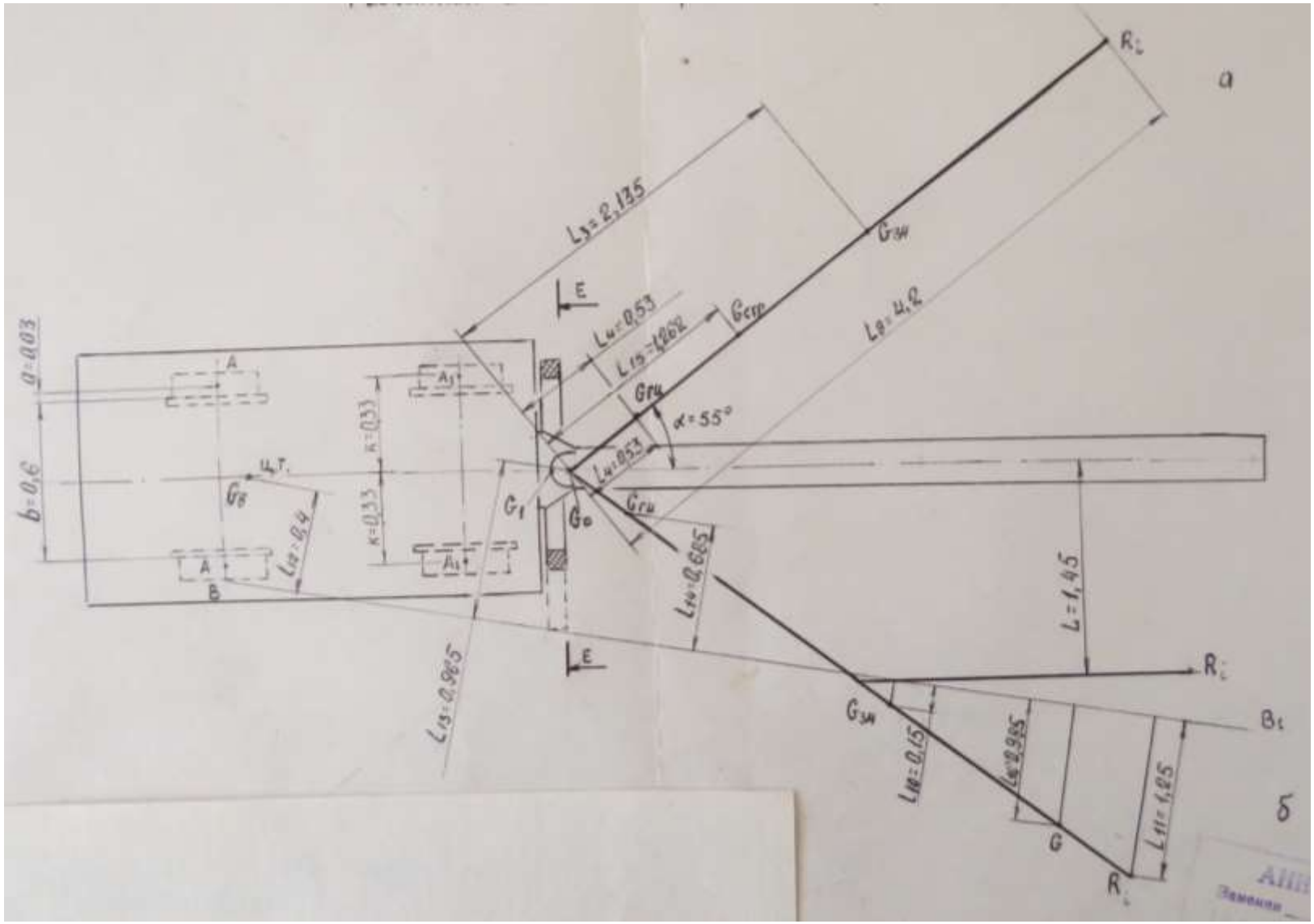
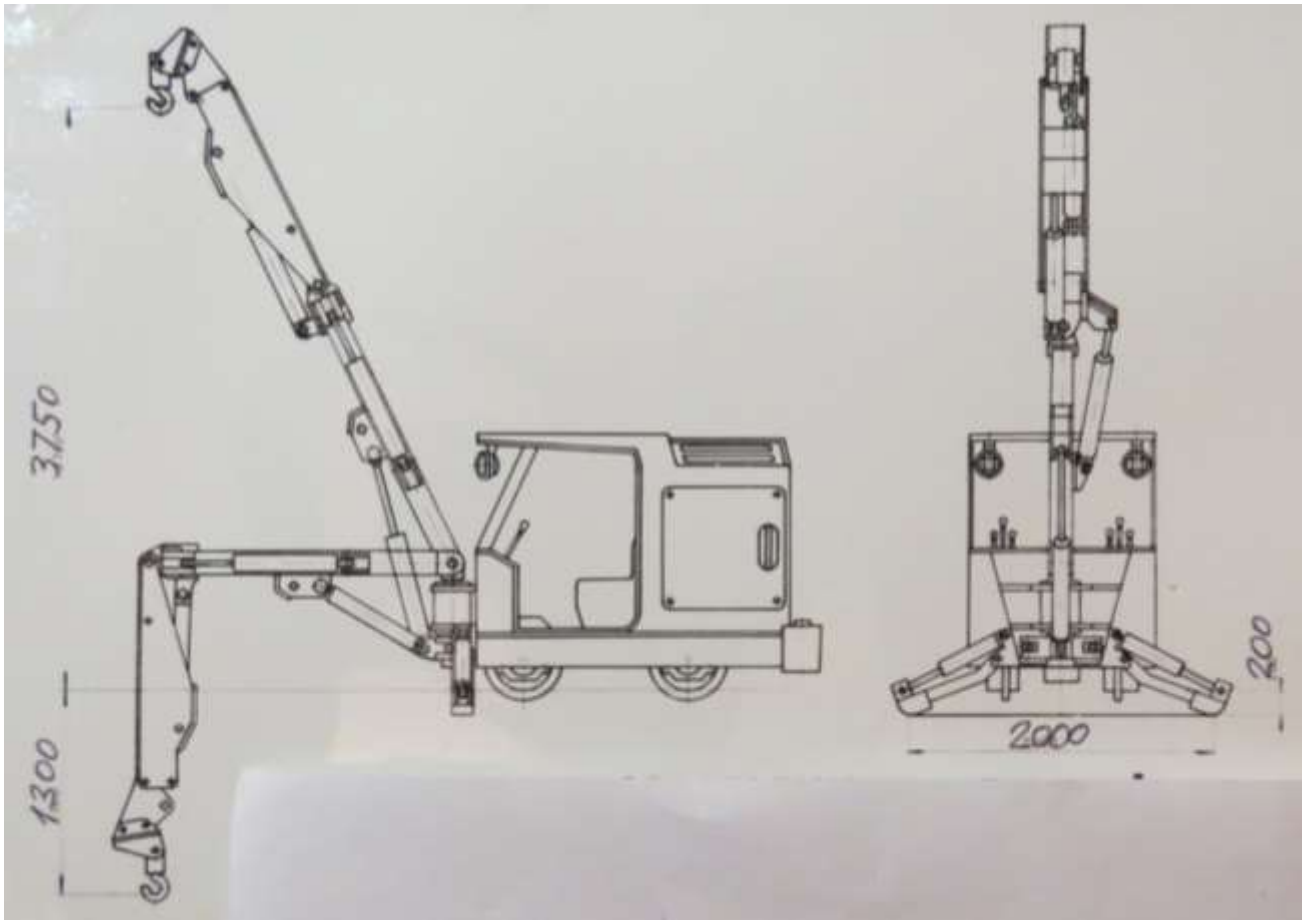


Рисунок 6.2 – Розрахункова схема для визначення поперечної стійкості вантажника ПКУ-Б (розміри в метрах):
а – забірна частина пряма і повернута на кут 55°; перекидання відносно лінії А-$А_1$;
б – забірна частина «зламана», перекидання відносно лінії В-$В_1$

Таблиця 6.1 – Зведення результатів розрахунків навантажень на робочий орган, а також зусиль та тисків в гідроциліндрах

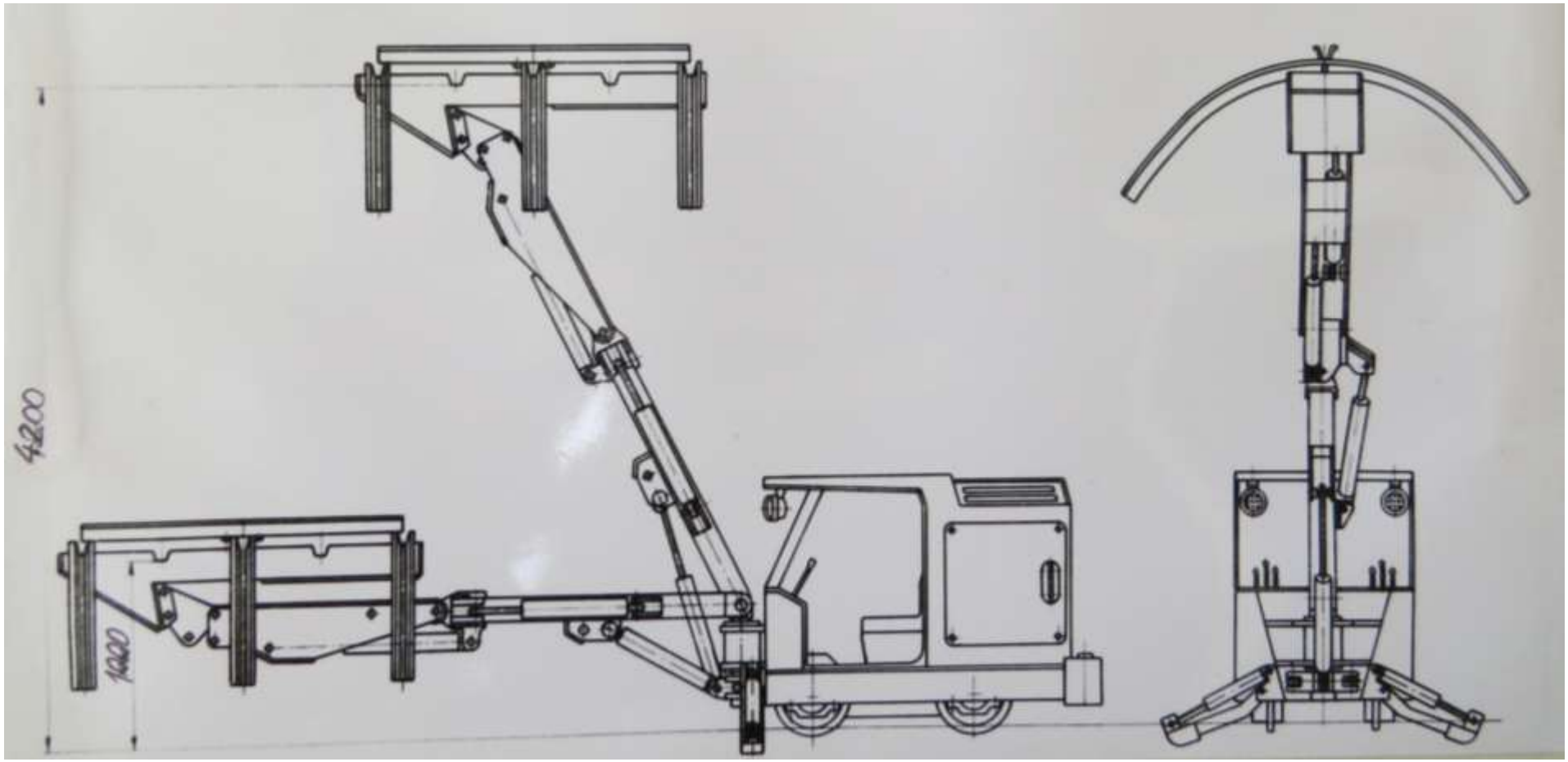
Випадок навантаження машини			Вид стійкості	Коефіцієнт стійкості	Навантаж. на робочий орган, Н	Зусилля в гідроци-ліндрі, Н	Тиск, Па
Пряма лопата, ківш $V = 0{,}13$ м^3	Черпання ковшем Працює гідроциліндр підйому ковша		поздовжня	1,47 > 1,4	3345	37680	$100 \cdot 10^5$
	Виривання кромкою ковшу Працює гідроциліндр підйому ковша		поздовжня	1,16 < 1,4	5210	37680	$100 \cdot 10^5$
	Виривання кромкою ковшу Працює гідроциліндр підйому рукоятки		поздовжня	1,5 > 1,4	3222	50240	$100 \cdot 10^5$
	Виривання кромкою ковшу Працює гідроциліндр підйому забірної частини		поздовжня	1,23 < 1,4	4671	54950	$70 \cdot 10^5$
	Забірна частина пряма і повернута на кут 55°	без опор	поперечна	0,7 < 1,4	5210	37680	$100 \cdot 10^5$
		з опорами		3,1 > 1,4			
	Стріла повернута на кут 55°, а рукоятка паралельна осі машини		поперечна	1,55 > 1,4	5210	37680	$100 \cdot 10^5$
Гакова підвіска	Стріла пряма		поздовжня	1,59 > 1,4	10000	86350	$110 \cdot 10^5$
	Забірна частина пряма і повернута на кут 55°		поперечна	2,1 > 1,4	10000	86350	$110 \cdot 10^5$

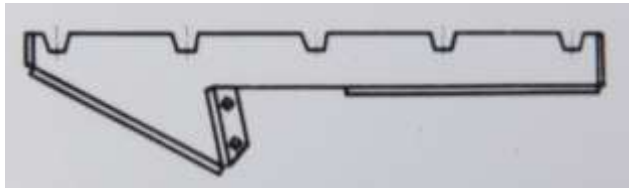




+ вилочний захват і грейферний ківш

Рисунок 8.3 – Технологічні можливості вантажника ПКУ-Б
під час виконання допоміжних робіт за допомогою гакової підвіски, вилочного захвату та грейферного ковшу





– кронштейн

Рисунок 8.4 – Технологічні можливості вантажника ПКУ-Б
під час установки арок металевого кріплення за допомогою кронштейну

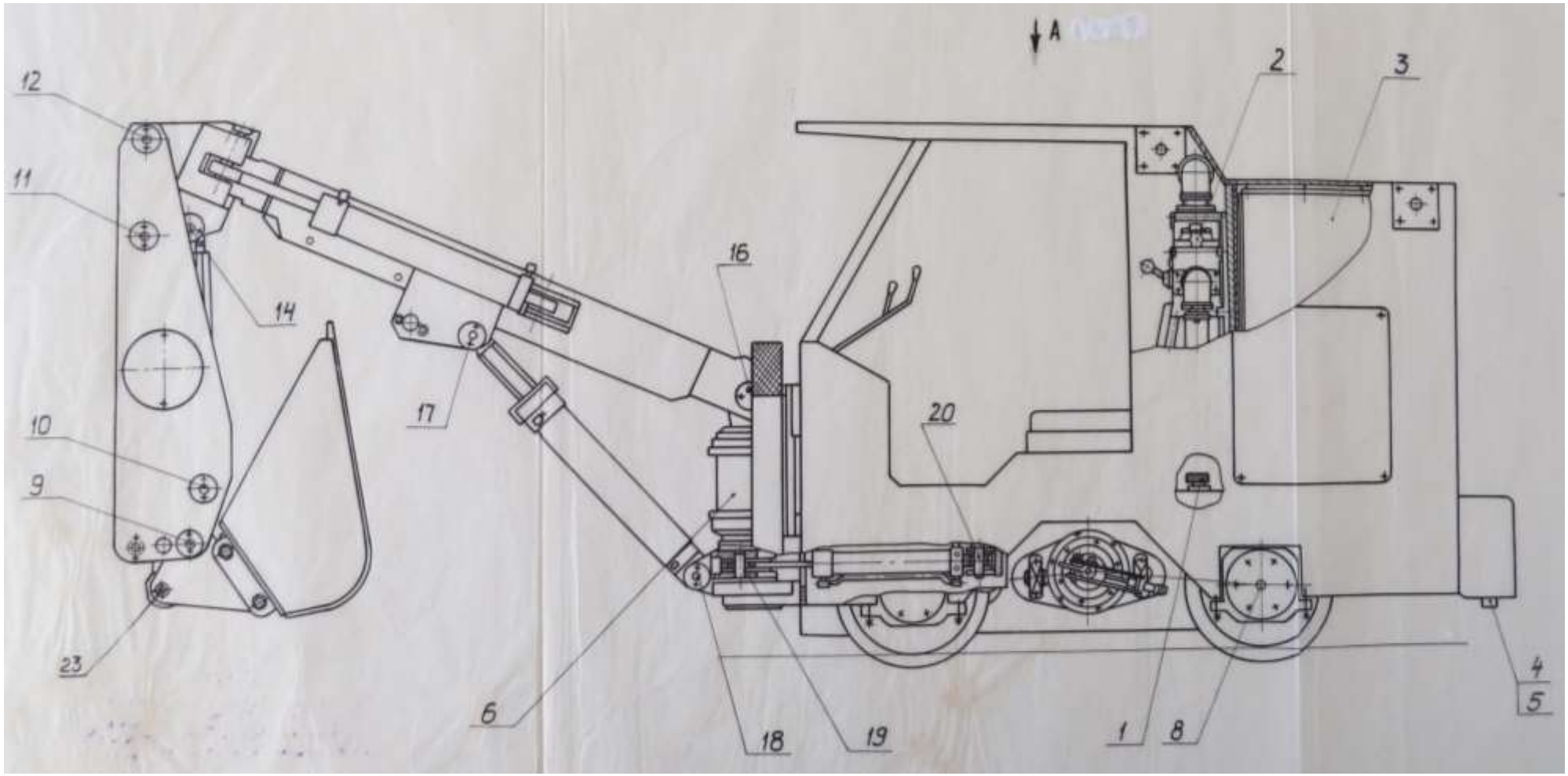
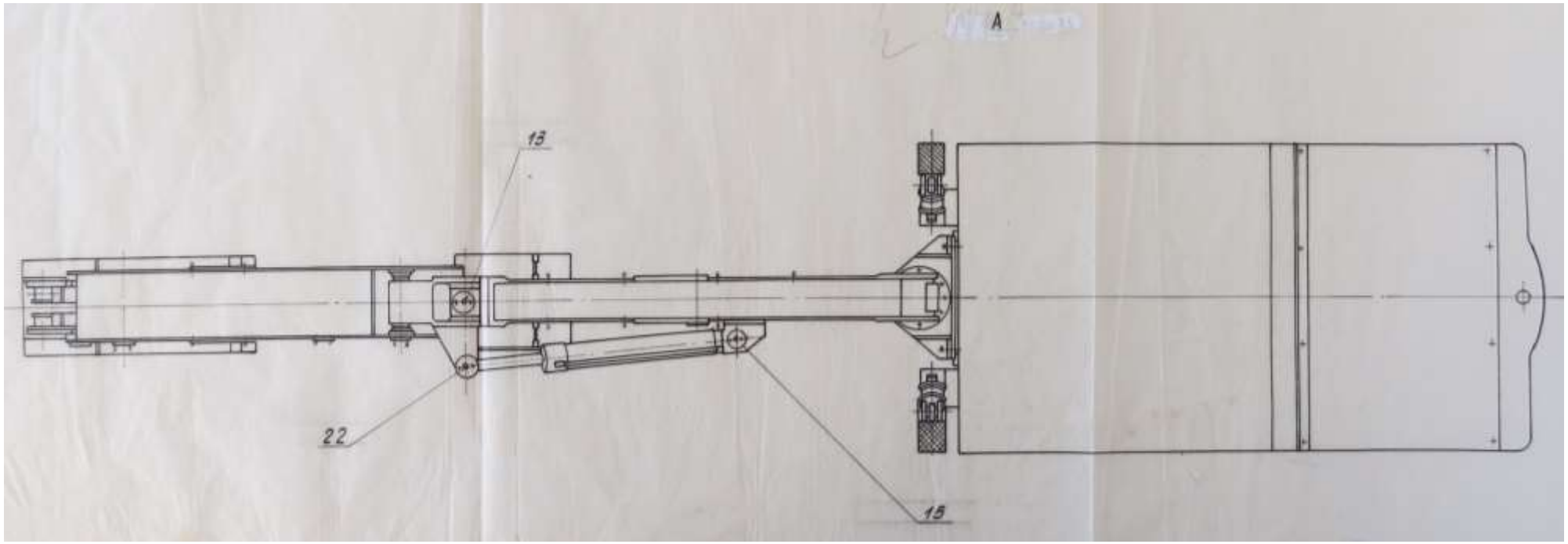
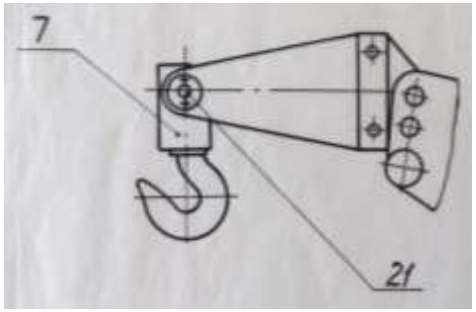


Рисунок 9.1 – Схема змащення вантажника ПКУ-Б:
1 – редуктор ходового візка; 2 – автомасельничка; 3 – маслобак гідравлічної системи; 4, 5 – рейкові захвати;
6 – підшипники опори; 7 – гакова підвіска; 8 – підшипники букси; 9-22 – осі гідроциліндрів забірної
і ходової частини, рукоятки, стріли, ковшу, відкидних упорів тощо

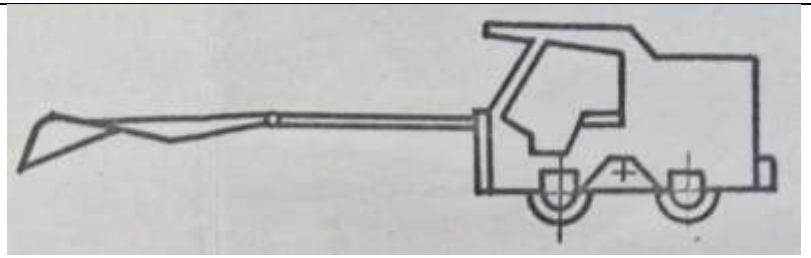
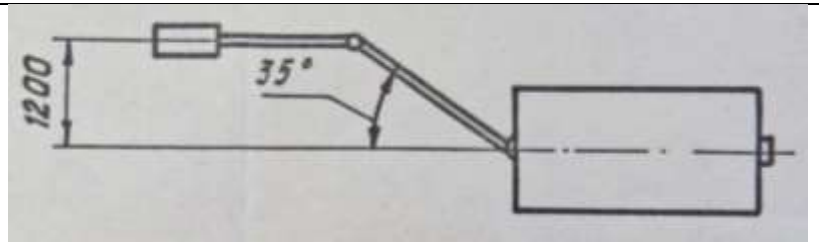
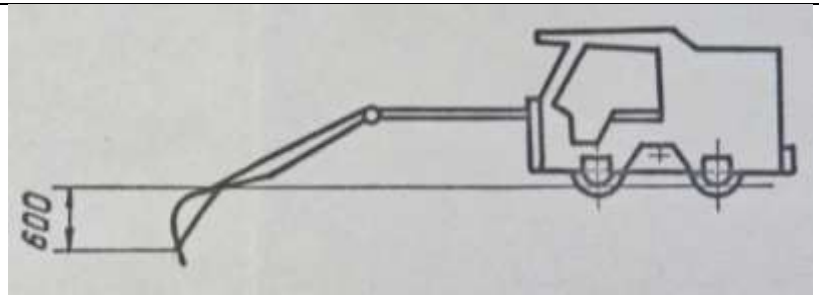
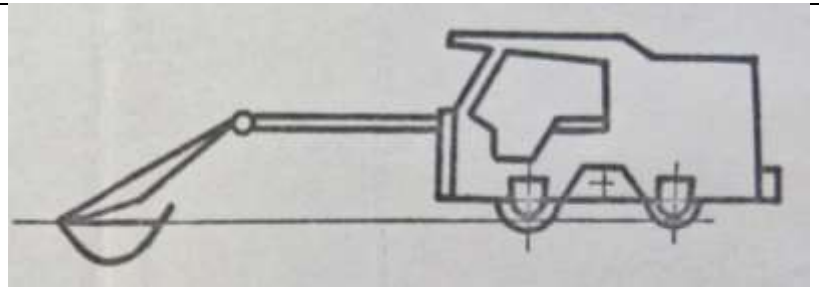




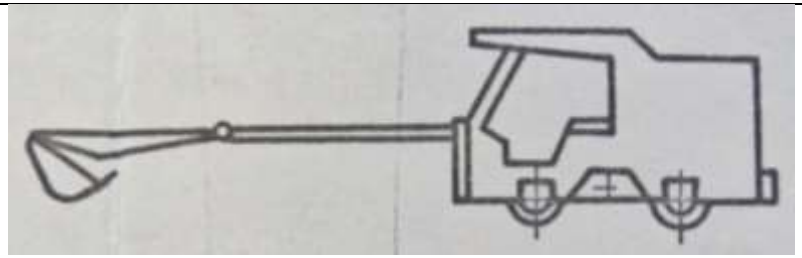
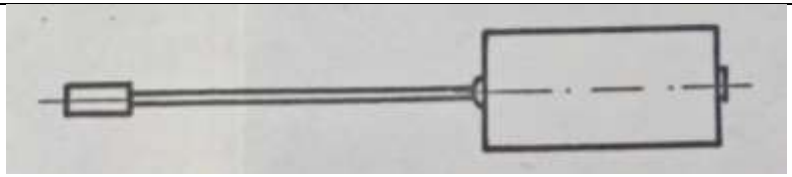
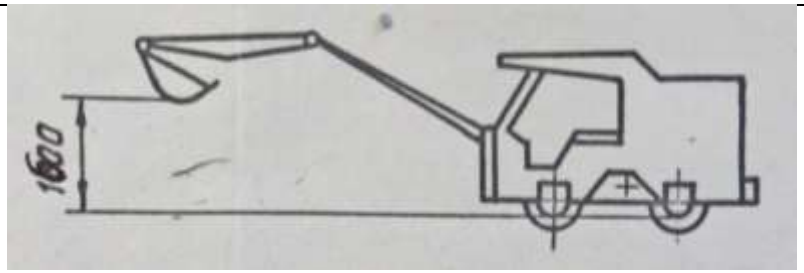
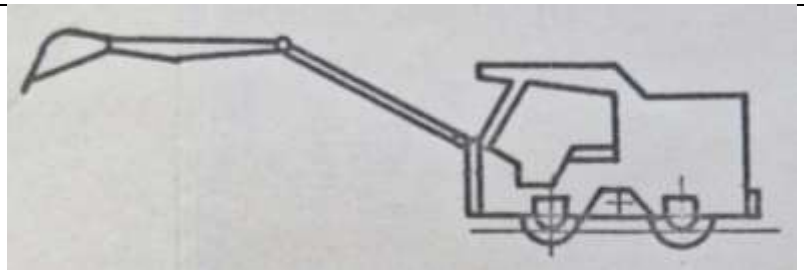
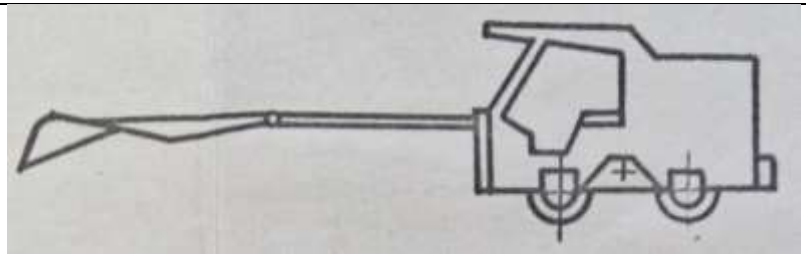
– гакова підвіска

Рисунок 9.1 – Схема змащення вантажника ПКУ-Б. Продовження

Таблиця 8.1 – Послідовність операцій робочого циклу навантаження

Найменування та послідовність операцій при визначенні тривалості робочого циклу	Схема розташування вантажника	Час, с
0. Початкове положення: стріла і рукоятка в горизонтальній позиції по осі вантажника, ківш розкритий		-
1. Поворот стріли з одночасним поворотом у зворотному напрямку рукоятки забірної частини в горизонтальній площині на кут 35° (відстань від осі рейкового шляху до осі вантажника 1200 мм). Зазор між ковшем і вагоном не більше 3 м (при проходці канавок)		t_1
2. Опускання рукоятки в канавку на глибину не більше 0,6 м від рівня головок рейок		t_2
3. Просування ходової частини на відстань 1 м з одночасним поворотом ковшу на завантаження (із закриттям ковшу)		t_3

Продовження таблиці 8.1

4. Підйом рукоятки до горизонтального положення (із закритим ковшем)		t_4
5. Розворот стріли по центру вантажника з одночасним розворотом рукоятки у зворотному напрямку		t_5
6. Підйом стріли і рукоятки з одночасним пересуванням вантажника на маневровій швидкості до вагону на розвантаження на відстань до 3 м. Висота підйому рукоятки – 1300 мм від днища закритого ковшу до рівні головок рейок		t_6
7. Розвантаження гірничої маси у вагон		t_7
8. Повертання у початкове положення на маневровій швидкості на відстань не більше 3 м від вагону з одночасним опусканням забірної частини в горизонтальне положення		t_8

Таблиця 8.4 – Можливі несправності вузлів та деталей вантажника ПКУ-Б, ймовірні причини їхнього виникнення та рекомендовані способи усунення

Найменування несправностей	Ймовірні причини виникнення	Рекомендовані способи усунення
Надмірний нагрів редуктора ходової частини	Забруднення або відсутність масла в картері	Промити редуктор і залити чисте масло до верхньої контрольної риски масловказівника
Насос маслостанції не розвиває потрібного тиску	Порушено регулювання запобіжного клапана	Відрегулювати запобіжний клапан
	Недостатньо масла в баку	Долити масло в бак
Насос розвиває тиск, але робочі органи машини рухаються ривками	Наявність повітря в гідросистемі	Видалити повітря шляхом багаторазового приведення в дію робочих органів
Посилення шуму в насосі	Відсутність масла в маслобаку Ушкодження торцевої манжети	Долити масло до контрольної мітки Замінити манжету
Витоки масла на валу насоса	Вихід з ладу ущільнення валу насоса	Замінити манжету ущільнення валу насоса

Продовження таблиці 8.4

Витоки масла в місцях сполучень трубопроводів	Послаблення кріплення	Підтягнути різьбові з’єднання, перевірити цілісність зварного з’єднання
Коливання тиску в системі	Зношені сідла клапанів БК-1 і БК-2	Видалити подряпини і риски на сідлах
	Недостатньо затягнуті кріпильні шпильки	Затягнути кріпильні шпильки
Зовнішні витоки масла по стиках секцій гідророзподільників	Зношені ущільнювальні кільця між секціями	Замінити ущільнювальні кільця
Відрив вантажника від рейок під час підйому забірної частини та під час упору ковша в грунт	Не відрегульовані клапани блоку клапанів БК-2	Відрегулювати клапани блоку БК-2
Мимовільне опускання піднятого вантажу, опускання та поворот рукоятки забірної частини	Вихід з ладу гідрозамка (знос робочої поверхні пари «сідло-клапан»)	Видалити подряпини і риски з робочих поверхонь пари «сідло-клапан»

Продовження таблиці 8.4

	Ушкодження манжети циліндра	Замінити манжети
Витоки масла з-під кришки фільтру	Вихід з ладу ущільнювального кільця	Замінити ущільнювальне кільце
Манометр не показує тиск	Вихід з ладу манометра	Замінити манометр
Золотник гідророзподільника не повертається у нейтральне положення	Вихід з ладу пружини	Замінити пружину
	Надмірно затягнуті кріпильні шпильки гідророзподільника	Відпустити шпильки і знову затягнути їх згідно з рекомендаціями у паспорті гідро-розподільника
Насос розвиває тиск, але гідроциліндр не розвиває потрібне зусилля	Наявність повітря в системі	Видалити повітря із системи
	Ушкодження манжети на поршні	Замінити манжету
Витоки масла по стиках гідромотора	Послаблені кріпильні болти	Підтягнути болти

Таблиця 9.1 – Таблиця змащення вантажника ПКУ-Б

Найменування та позначення виробу (номера позицій за схемою змащення на рис. 9.1)	Найменування мастильних матеріалів	Кількість точок змащення	Спосіб нанесення мастильних матеріалів	Періодичність перевірки та заміни мастила	Примітки
1. Редуктор ходового візка	Масло індустріальне І-50А або І-40А ДСТУ 20799	1	Доливається масло до рівня контрольної відмітки на масловказівнику Зливається відпрацьоване масло, промивається сапун, заливається чисте масло до рівня контрольної відмітки масловказівника	Перевіряється рівень масла один раз на місяць і за необхідності доповнюється В кінці першого місяця роботи нового вантажника масло замінюється, далі заміна робиться один раз на рік	Повна ємність 15 $дм^3$
2. Автомасельничка	Масло індустріальне І-40А або І-30А ДСТУ 20799	1	Масло заливається через горловину; розпилення в стисненому повітрі – 60-70 крапель за хвилину	Рівень масла перевіряється перед початком кожної зміни. За необхідності масло доливається	Повна ємність 2 $дм^3$

Продовження таблиці 9.1

3. Маслобак гідравлічної системи	Влітку: масло М-10В2 Взимку: масло М-8В2 ДСТУ 8581 або масло індустріальне І-50А ДСТУ 20799	1	Масло заливається через блок фільтрів ручним насосом до верхнього граничного рівня масловказівника Зливається відпрацьоване масло, промивається сапун, заливається чисте масло до рівня контрольної відмітки масло вказівника, замінюються елементи фільтра тонкого очищення	Перевіряється рівень масла за масловказівником один раз на місяць і за необхідності замінюється Масло замінюється перший раз після 20 годин роботи, а потім через кожні 250 годин роботи	Повна ємність 140 $дм^3$
4, 5. Рейкові захвати (гвинти)	Солідол С ДСТУ 4366, солідол Ж ДСТУ 1033	2	Вручну	Змащувати один раз на місяць	Витрата мастила 0,1 кг
6. Підшипники опори	Те саме	1	Мастило нагнітається за допомогою шприца до витиснення	Те саме	Витрата мастила 0,3 кг

Продовження таблиці 9.1

7. Гакова підвіска	Солідол С ДСТУ 4366, солідол Ж ДСТУ 1033	1	Мастило нагнітається за допомогою шприца до витиснення	Змащувати один раз на 3 місяці	Витрата мастила 0,1 кг
8. Підшипники буксів	Те саме	4	Те саме	Змащувати один раз на місяць	Витрата мастила 2,0 кг
9-22. Осі гідроциліндрів забірної і ходової частин, рукоятки, стріли, ковшу, відкидних упорів тощо	Те саме	30	Те саме	Змащувати один раз на 3 місяці	Витрата мастила 1,1 кг

Лист регистрации изменений

Изм	новых				Всего листов (страниц) в	№ документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	изъятых					