

**Комплексна бакалаврська робота
Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації
вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б**

Коваль Олександр Сергійович

**Частина I. Аналіз конструкції
вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б**

Нагорний Євгеній Костянтинович

**Частина II. Організація процесу експлуатації
вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б**

Керівник роботи

проф., д.т.н. Громадський А.С.

ВСТУП

Транспортні засоби гірничих підприємств служать для переміщення корисних копалин від забою по підземним або відкритим виробкам, а потім по поверхні до збагачувальних фабрик та завантажувальних пунктів у залізничні вагони. Має також місце і переміщення різноманітного механічного обладнання та матеріалів й у зворотному напрямку. Крім того, гірничий транспорт забезпечує перевезення людей до місць роботи і назад [1-6].

З особливими труднощами описані процеси стикаються у підземних умовах шахт і рудників. Підземні шляхи характеризуються значною розгалуженістю, складною конфігурацією як у плані, так і у профілю, нерівністю та абразивністю підшви, обмеженими поперечними розмірами виробок. Ще однією особливістю рудникового транспорту є необхідність переміщення транспортних установок, нарощування чи скорочування їх конструкцій у міру посування забою.

У таких важких умовах експлуатації потрібно щоденно забезпечувати безперебійне перевезення десятків тисяч тонн крупношматкових та абразивних вантажів. Усе це ставить перед гірничими транспортними машинами та установками надзвичайно високі вимоги з точки зору конструктивного виконання і забезпечення найвищого рівня надійності.

Капітальні та експлуатаційні витрати на транспорт гірничих підприємств складають значну частку загальної собівартості корисної копалини, тому будь-яке їх скорочення може забезпечити помітне зниження загальних витрат та підвищення техніко-економічних показників виробництва.

Аналогічна картина спостерігається й стосовно трудомісткості транспортних операцій. Майже половина усіх трудових витрат гірників підземного підприємства припадає на процеси навантаження, перевезення і розвантаження гірничої маси та інших матеріалів. З огляду на це, саме у сфері транспорту криються найбільші резерви підвищення продуктивності праці та загальної ефективності видобутку мінеральної сировини шляхом механізації цих процесів та повного усунення ручної праці під час їх виконання.

У представленій роботі розглядається проблема транспортування гірничих порід під час проходки підземних виробок буропідричним способом. Процес проходки ведеться циклічним методом. Протягом робочого циклу буряться, заряджаються вибухівкою та підриваються прохідницькі шпури; відбита порода вантажиться, вивозиться із забою і транспортується до того чи іншого місця розвантаження; утворена ділянка виробки закріплюється для протистояння дії гірничого тиску. Крім цих основних операцій здійснюються провітрювання та приведення виробки у безпечний стан, водовідливні роботи, прокладання комунікацій тощо. Потім цикл повторюється. Кожна його операція, у тому числі навантаження і транспортування гірничої маси, повинна здійснюватися у найкоротші терміни. Важливу роль у вирішенні цієї проблеми відіграють прохідницькі вагони, які відрізняються раціональною схемою роботи, що дозволяє суттєво економити робочий час локомотивної відкатки руди [4-11].

Головною задачею зростання ефективності усього комплексу внутрішньошахтного транспорту полягає у створенні комплексної системи обладнання, технічно та організаційно узгодженої ритмічно та надійно працюючої у складних умовах експлуатації підземних рудників.

Таким чином, можна стверджувати, що важливість подальших зусиль, спрямованих на підвищення технічного рівня внутрішньошахтного транспорту, не викликає жодних сумнівів. Тому тему представлені комплексної бакалаврської роботи, присвяченої аналізу конструкції та організації процесу експлуатації вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б, можна вважати цілком актуальною.

Об'єкти роботи:

- частина I – технологічні операції навантаження і транспортування гірничої маси у підземних умовах;
- частина II – технологічний процес експлуатації вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б.

Предмети роботи:

- частина I – вагон прохідницький з донним конвеєром ВПК-7Б для завантаження, транспортування та розвантаження гірничої маси під час підземної розро-

бки корисних копалин;

- частина II – параметри режимів експлуатації вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАШИНИ

1.1 Загальна класифікація засобів рудникового транспорту

Транспортні установки підземних рудників здійснюють переміщення різних вантажів, але основим з них є масові сипкі матеріали – корисні копалини та порожні породи. Процеси їх переміщення відбуваються або у горизонтальному чи близькому до нього напрямку, або у похилому чи вертикальному [2-6,8-11].

Усі підземні транспортні установки можна розділити за способом дії на:

- машини безупинної дії, в яких робочий рух відбувається безперервно і залишається незмінним протягом тривалого часу. Це усі типи конвеєрів, установки гідравлічного та пневматичного транспорту, пристрої гравітаційного переміщення сипких вантажів, відкатка підвісними чи колісними вагонетками за допомогою нескінченного канату або ланцюга;

- машини циклічної дії з періодичним переміщенням, що здійснюється за певним циклом рухів. До них відносяться скреперні установки, відкатка рейковими шляхами за допомогою кінцевих канатів, локомотивна відкатка, безрейковий транспорт (гусеничний або пневмошинний).

Крім того, до комплексу рудникового транспорту входять:

- навантажувальні машини для зачерпування і навантаження гірничої маси на конвеєри та у вагонетки;

- перевантажники для передачі матеріалів з одного транспортного засобу на інший;

- закладальні машини для закидання закладних матеріалів у вироблений простір;

- живильники для випуску сипких матеріалів з ємностей (очисних блоків, рудозвальних акумуляційних виробок, бункерів) та рівномірного завантаження ними конвеєрів, дробильних та збагачувальних агрегатів тощо;

- затвори для перекриття та відкриття отворів вказаних ємностей і регулювання струменю матеріалу, що витікає з них;

- перекидачі для розвантаження вагонеток шляхом перекидання;
- компенсатори, штовхачі та пересувні платформи для перестановок вагонеток під час відкатки, подачі у кліті та перекидачі, завантаження під люками тощо;
- шляхові пристрої для регулювання ходу та зупинки вагонів.

Кожен з перерахованих типів транспортних, навантажувальних та допоміжних пристроїв має величезну кількість конструктивних різновидів, пристосованих до конкретних умов експлуатації, та типорозмірів, що відрізняються за продуктивністю, потужністю і габаритними розмірами.

Основними видами шахтного транспорту у вугільній промисловості досі залишаються конвеєрний та рейковий, а в гірничорудній – здебільшого рейковий, хоча значне розповсюдження має також скреперний. Останні десятиліття характеризуються бурхливим розвитком самохідного безрейкового транспорту (навантажувально-транспортних машин та автосамоскидів на пневмошинному ході з дизельним або електричним приводом). Проте, поки що це актуально лише для закордонних рудників. Вітчизняна гірничорудна промисловість, наприклад, тільки розпочинає більш-менш помітне використання подібної техніки.

1.2 Основні елементи підземного локомотивного транспорту

Як було зауважено вище, основним магістральним транспортом вітчизняних гірничорудних шахт залишається електровозна відкатка. Перевезення гірничої маси, видобутої під час проходки гірничих виробок та очисного виймання корисних копалин, здійснюється за допомогою вагонеток різних типів місткістю від 0,8 до 4,0 м³.

Підземна електровозна відкатка складається з наступних елементів [10]:

- рухомого складу – електровозів та вагонів;
- джерела електричної енергії – перетворювальної підстанції (тягової або зарядної);
- тягової мережі (живильні дроти та рейковий шлях).

На рис. 1.1 показані принципові схеми відкатки контактними (а) та акумуля-

торними (б) електровозами.

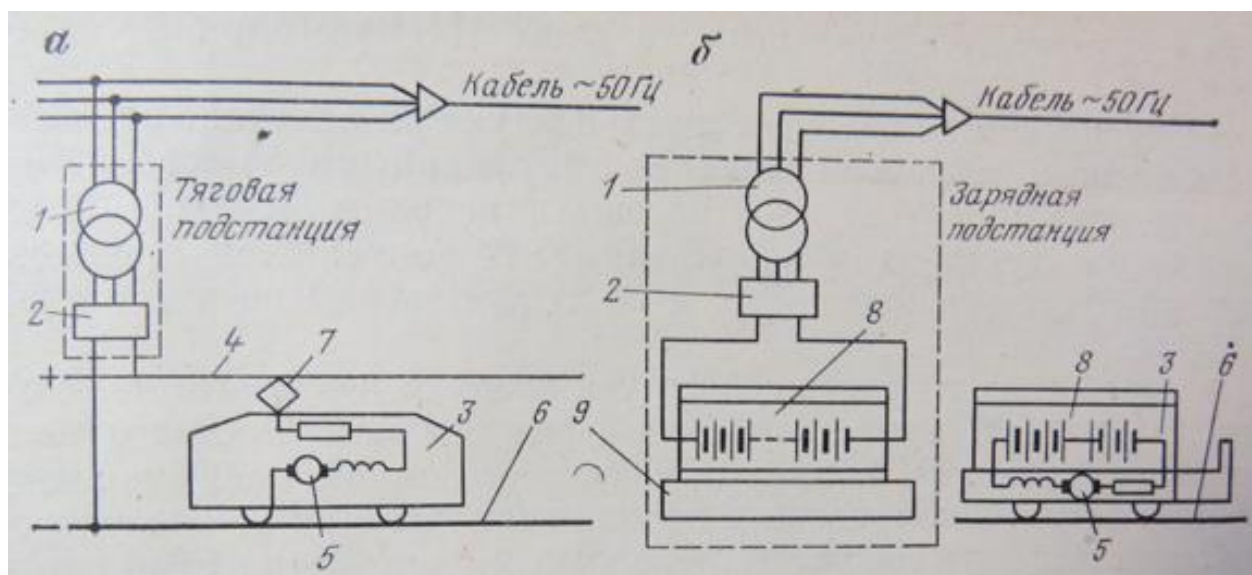


Рисунок 1.1 – Принципові схеми локомотивної відкатки:

а – контактними електровозами; *б* – акумуляторними електровозами;
1 – трансформатор; 2 – перетворювальний (а) або зарядний (б) агрегати;
3 – електровоз; 4 – контактний провід; 5 – тяговий двигун; 6 – рейковий шлях; 7 – струмоприймач; 8 – акумуляторна батарея; 9 – зарядний стіл

На гірничорудних шахтах (наприклад, залізорудних) використовують в основному електровози контактного типу. Вони простіші за конструкцією, дешевші, зручніші та економічніші в експлуатації, мають більшу силу тяги та швидкість руху, а, значить, і більшу продуктивність, менше витрачають енергії. Для шахт, безпечних відносно газу і пилу (тобто, більшості рудних шахт), у виконанні «РН» (рудникове виконання) це найкращий варіант тягового локомотиву.

Головним параметром контактної електровозу є маса, яка вказується у його позначенні у вигляді цифри після літери. На рис. 1.2 показані принципові схеми електровозів такого типу К10 та К14 [9]. Вони мають пост керування з кабіни 5, раму 2 із зовнішньою підвіскою, індивідуальні приводи на обидва півскати. Еластичність підвіски забезпечується пластинчастими ресорами 6. Електричне динамічне гальмування здійснюється за допомогою контролера. Пневматична система приводить у дію пісочницю 1, пневматичний сигнал, циліндри підйому та

опускання струмознімача 4, пристрій для дистанційного розчеплення автозчіпки. На торцевих стінках рами розміщені фари 3.

У табл. 1.1 приведені технічні характеристики контактних електровозів.

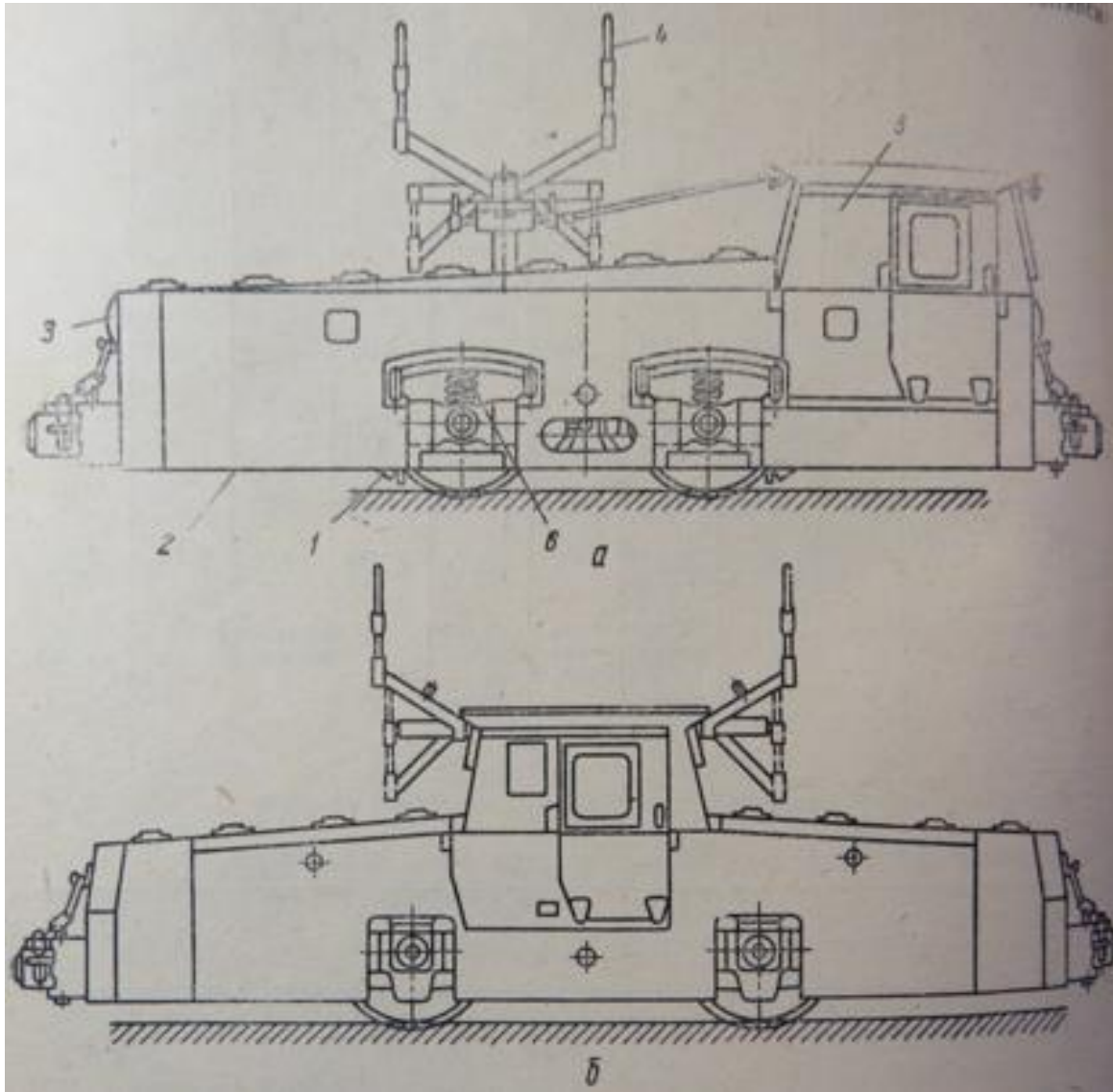


Рисунок 1.2 – Шахтні контактні електровози К10 (а) і К14 (б):
1 – пісочниця; 2 – рама; 3 – фара; 4 – струмознімач; 5 – кабіна; 6 – ресора

Що стосується вагонеток, то для них головним параметром є місткість кузова у м³, яка також вказується у маркуванні вагону після літер. Останні говорять про наступне: Г – глухий неперекидний кузов; Б – кузов з відкидним бортом; О – глухий перекидний кузов; ПК – підйомний кузов з донним конвеєром. Таким чином, ВГ-4,0 – це вагонетка з глухим неперекидним кузовом місткістю 4,0 м³.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики контактних електровозів

Показник	K10	K14
Маса, т	10	14
Колія, мм	600; 750; 900	750; 900
Тягове зусилля (годинний режим), кН	16,6	23,5
Швидкість (годинний режим), км/год.	12,2	12,8
Сила струму (годинний режим), А	145 x 2	204 x 2
Тягові двигуни:		
тип	ЕТ31 (ДРТ33)	ЕТ46
частота обертання (годинний режим), об/хв.	1050	1320
сумарна потужність (годинний режим), кВт	2 x 31 (2 x 33)	2 x 45
те саме (тривалий режим), кВт	2 x 11	2 x 16
Висота зчіпки від головки рейок, мм	290; 390	290; 450
Жорстка база, мм	1200	1800
Діаметр колеса по колу кочення, мм	680	760
Зазор між головою рейки та рамою електровозу (кліренс), мм	115	115
Габаритні розміри, мм:		
довжина по буферам	4760	5440
довжина по зчіпці	5200	5750
ширина по виступаючим частинам (колія 600 мм)	1050	-
те саме (колія 750 і 900 мм)	1350	1350
висота по кабіні	1650	1650
Робоча висота (по струмомірачу від головки рейок), мм:		
максимальна	2300	2300
мінімальна	1800	1800
Мінімальний радіус кривої вписування, м	12	18

Найбільш розповсюдженим типом вагонеток у вітчизняних гірничорудних шахтах є ВГ. На рис. 1.3 показані схеми шахтних вагонеток ВГ-4,5А та ВГ-9,0А.

Вагонетки ВГ місткістю до 4,5 м³ мають рами 2, а більші (9-10 м³) – безрамні. Кузова 1 вагонеток зварні і складаються з днища, бічних і торцевих стінок та спираються на півскати 3.

У табл. 1.2 приведені технічні характеристики вагонеток типу ВГ [9].

Маса електровоза та місткість вагонеток мають бути узгоджені і вибираються у залежності від виробничої потужності шахти (горизонту) та відстані транспортування (табл. 1.3 та рис. 1.4) [9].

Таблиця 1.3 – Рекомендовані області використання рухомого складу

Виробнича потужність рудника, млн. т/рік	Маса електровоза, т	Місткість кузова вагонетки, м ³	
		типу ВГ	типів ВГ і ВО
до 0,2	5-7	0,7; 1,2	0,5; 0,8
0,2-0,5	7-10	1,2; 2,2	1,6
0,5-1,0	10	2,2	1,6; 2,5
1,0-3,0	14	4,5	-
3,0 і вище	28	4,5; 9,0; 10,0	-

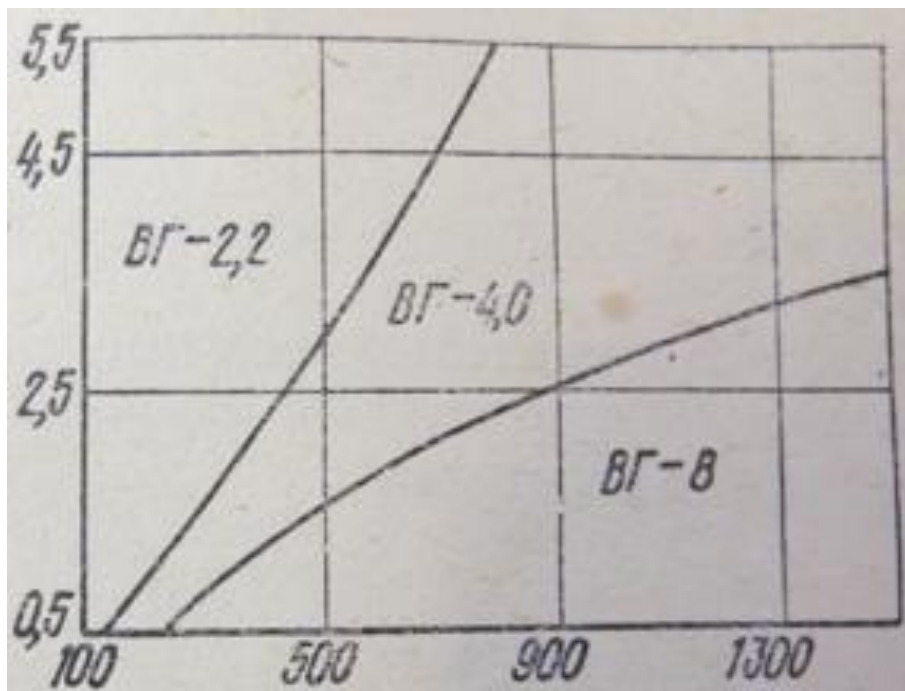


Рисунок 1.4 – Области раціонального використання вагонеток типу ВГ у залежності від продуктивності та довжини відкатки

1.3 Вибір раціонального варіанту транспорту гірничої маси під час проходки підземних виробок

У практиці проведення підземних гірничих виробок, у тому числі відкотних, обмін завантажених вагонеток на порожні найчастіше здійснюється на відстані 50-100 м від забою за допомогою використання наступних способів і засобів:

- тупикових забоїв на цілий потяг або на одну вагонетку;
- накладних пересувних розминовок;
- пристроїв для перестановки вагонів;
- різноманітних перевантажників та конвеєрів;
- маневрових плит та інших засобів обміну.

Операції обміну вагонеток потребують певних витрат робочого часу. Наприклад, тривалість обміну однієї вагонетки складає, у залежності від способу його здійснення та місцевих умов експлуатації, у середньому від 1,2 до 5,5 хвилин. Для різних засобів завантаження, що використовуються, місткості вагонеток та способів їх обміну загальна тривалість процесу заміни завантажених вагонів на порожні коливається у межах від 30 до 70% усіх витрат часу на прибирання породи. За однакових умов експлуатації ці цифри зменшуються при зростанні місткості вагонеток.

Таким чином, існує суттєвий резерв економії робочого часу на транспортування відбитої гірничої маси, наприклад при проведенні гірничих виробок. Виключення витрат часу на обмін вагонеток дозволить значно підвищити швидкість проходки виробок та продуктивність праці прохідників – не менше, ніж на 20-30%.

Повністю позбавитися витрат часу на обмін вагонеток можна шляхом використання подовжених перевантажників, бункерних потягів або спеціальних прохідницьких потягів, що складаються з вагонів з донним конвеєром.

Перевантажники виконують роль додаткових (проміжних) механізмів у комплексах обладнання для проходки виробок і помітного застосування у світовій гірничій практиці не отримали.

Бункерні потяги відрізняються підвищеною складністю конструкції і вимагають високої якості рейкового шляху, чого під час проходки підземних виробок далеко не завжди можна досягти. Зазвичай вони складаються з шарнірно з'єднаних секцій без торцевих стінок і мають загальний скребковий конвеєр по усій довжині потягу. Але скребковий ланцюг у такій конструкції схильний до заклинення та спливання під час роботи на заокруглених ділянках та нерівностях рейкового шляху.

Тому реальною альтернативою у цій справі можуть стати вказані вище потяги з прохідницьких вагонів, які не мають перерахованих недоліків. Вони добре пристосовані для прийому, акумуляції, транспортування та розвантаження гірничої маси при проведенні горизонтальних підземних гірничих виробок. Скребкові конвеєри забезпечують переміщення породи як у межах одного вагону, так й усього потягу, а для розвантаження не потрібно жодних додаткових механізмів. Загального об'єму потягу вистачає на транспортування усієї гірничої маси, отриманої у забої протягом чергового прохідницького циклу. Переміщення окремих прохідницьких вагонів або потягів, складених з низ, здійснюється за допомогою електровозу.

На рис. 1.5а показана принципова схема прохідницького вагону з донним конвеєром, який складається з кузова 2, змонтованого на ходових візках 1. У днищі кузова вбудований конвеєр скребкового типу з пневматичним або електричним приводом. Конвеєр працює під час завантаження вагону у режимі бункерування гірничої маси у кузові та при його розвантаженні.

На передній ходовий візок кузов спирається через два шарнірні важелі 3, а відносно задніх він може підніматися на певну висоту за допомогою горизонтальних шарнірів 4 та гідроциліндра 5.

На рис. 1.5б,в,г показані схеми роботи прохідницьких вагонів. Підйом передньої частини вагону дає можливість посунути його вперед і завести над задньою частиною такого ж вагону, який стоїть попереду. Завдяки цьому досягається рівномірне завантаження усіх вагонів, що складають такий своєрідний тимчасовий бункер-потяг (рис. 1.5б). Процес здійснюється за допомогою навантажувача-

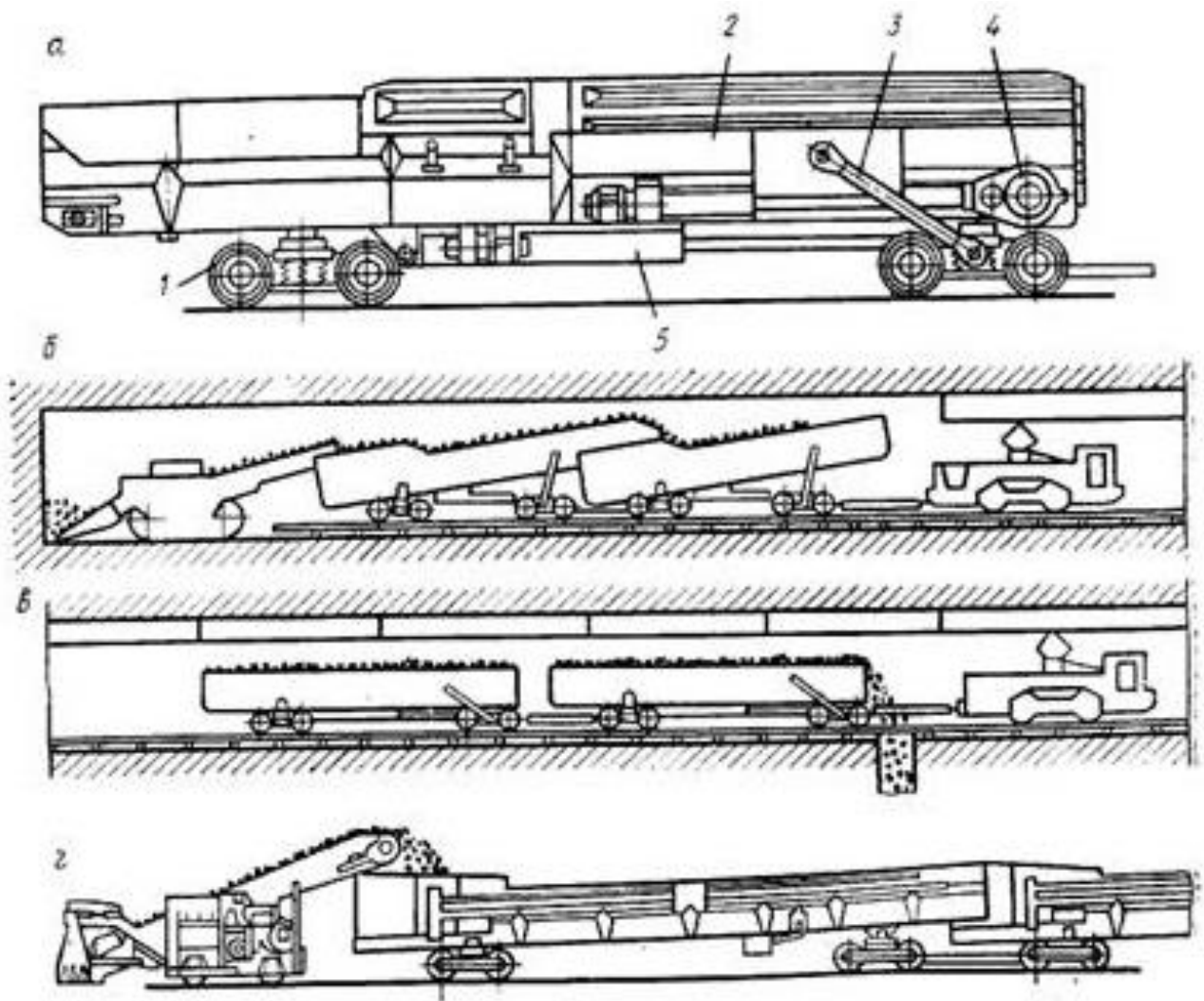


Рисунок 1.5 – Прохідницькі вагони:

a – принципова схема (1 – візок ходовий; 2 – кузов; 3 – важіль; 4 – шарнір горизонтальний; 5 – гідроциліндр); *б, в* – схеми роботи вітчизняних прохідницьких вагонів; *г* – схема роботи прохідницького вагону шведської фірми «Хеглунд»

льних машин типу ППН або ПНБ. Далі вагони приводяться у горизонтальні положення і транспортуються електровозом до місця розвантаження, наприклад в акумуляційну рудозвальну висхідну виробку (рис. 1.5в). Там вони почергово спорожняються за допомогою своїх донних скребкових конвеєрів.

У такий спосіб працюють вітчизняні прохідницькі вагони типу ВПК розробки інституту ВНДШрудмаш НПО «Криворіжрудмаш». Конструкції мають різні місткості вантажного кузова (від 5,0 до 10,5 м³), пневматичний (1ВПК5, ВПК-7Б, ВПКН-7, ВПК-10А) або електричний (ВПКНЕ-7) приводи скребкових конвеєрів, розраховані на різні варіанти розміру рейкової колії (600, 750 або 900 мм). Від-

мінністю конструкцій ВПКН-7 і ВПКНЕ-7 є відсутність можливості підому кузову, що робить їх придатними для використання в умовах підземних виробок обмеженого поперечного перетину. У табл. 1.4 приведені технічні характеристики перерахованих установок, а на рис. 1.6 показаний загальний вигляд прохідницького вагону ВПК-10А [6,9,11].



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд прохідницького вагону ВПК-10А

Серед закордонних виробників подібного обладнання слід відзначити фірму «Хеглунд» (Швеція). Вагон фірми має дещо похилий донний конвеєр, завдяки чому його передня частина може заводитися у задню частину попереднього вагону (рис. 1.5г). На жаль, така конструкція відрізняється малим коефіцієнтом використання габаритного об'єму, не може працювати на криволінійних ділянках та має значні габаритні розміри, внаслідок чого вона не отримала досить помітного розповсюдження.

2 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВОЇ МАШИНИ

В якості об'єкту аналізу у роботі розглянуто прохідницький вагон з донним конвеєром ВПК-7Б розробки інституту ВНДПрудмаш НПО «Криворіжрудмаш» [12].

2.1 Призначення, умови експлуатації виробу та вимоги, що ставляться до нього

Вагон прохідницький з донним конвеєром ВПК-7Б призначений для прийому, акумуляції, транспортування та розвантаження гірничої маси під час проходки горизонтальних підземних гірничих виробок.

Вагон виготовлений для умов експлуатації У, категорія розміщення – 5 за ГОСТ 15150.

За допомогою вагону (вагонів) здійснюється проведення горизонтальних гірничих виробок завширшки не менше 2300 мм на прямих ділянках та 2800 мм на заокругленнях при висоті виробок не менше 2700 мм. Ширина рейкової колії – 600, 750 або 900 мм у залежності від вимог замовника.

Вагон повинен працювати у комплексі з навантажувальними машинами типу ППН і ПНБ, а його переміщення по виробках здійснюватися за допомогою електровозів типу 14КР2.

Умови навколишнього середовища та властивості переміщуваної сировини:

- висока абразивність переміщуваного матеріалу з об'ємною масою у розпушеному стані 2,5 т/м³ та міцністю $f = 6-20$ за шкалою проф. М.М. Протод'яконова;

- максимальний розмір транспортованих шматків породи – 800 мм;

- коливання температури – від +10 до +20°C;

- вологе середовище зі значною запиленістю у місцях завантаження і розвантаження вагонів, обводненість переміщуваного матеріалу.

До конструкції та режиму експлуатації вагону ставляться наступні вимоги:

- вимоги транспортабельності – кузов вагону у середнині має розбиратися на дві транспортабельні частини для забезпечення нормальних умов доставки виробу до місця експлуатації;

- вимоги зберігання – консервація вагону має відбуватися згідно з особливо жорсткими умовами за ГОСТ 13168 «Консервація металевих виробів» на термін не менше 24 місяців;

- конструктивні вимоги – ходова частина машини повинна забезпечувати стійкість ходу вагону по відкотним виробкам згідно з правилами технічної експлуатації;

- вимоги до режиму роботи установки – режим роботи повторно-коротко-часний протягом зміни;

- вимоги керування установкою – ручне з пультів керування, постачених пневматичними підвідними трубопроводами з обох боків вагону. Шафа керування вагоном має бути розташована таким чином, щоби машиніст знаходився поза зоною можливого падіння шматків гірничої маси.

Керування та обслуговування вагону повинно здійснюватися машиністом з розрядом не менше IV. Склад і чисельність усієї прохідницької бригади залежатиме від конкретної схеми організації праці під час проходки підземних гірничих виробок;

- вимоги безпеки – вагон повинен відповідати нормам ГОСТ 12.2.003 та ЄПБ [13]. Вагон має бути постачений габаритними сигнальними ліхтарями, а його сигнальне фарбування відповідати вимогам ГОСТ 12.4.026;

- вимоги промислової санітарії та гігієни – рівні вібрації та шуму на робочих місцях повинні знаходитися у межах санітарних норм (відповідно за ГОСТ 12.12.012 та ГОСТ 12.1.003), а у зоні перевантаження матеріалу вагон має бути постачений пилопригнічувальними засобами – зрошувальними форсунками згідно з ГОСТ 12.1.005;

- ергономічні вимоги – мають відповідати діючим нормам щодо робочих місць та засобів керування машинами і механізмами, які використовуються під

час розробки рудних, нерудних та розсипних родовищ корисних копалин. Зокрема, зусилля на рукоятках керування у місцях прикладення сили рукою не повинні перевищувати 30 Н;

- вимоги ремонтпридатності – ремонт машини за допомогою вузлового методу.

2.2 Показники призначення та надійності вагону

Показники призначення прохідницького вагону ВПК-7Б представлені у табл. 1.4.

Показники надійності установки:

- напрацювання на відмову, годин, не менше – 200;
- середній термін служби до першого капітального ремонту, місяців, не менше – 24;
- середній термін служби до списання, років, не менше – 7,3.

Показники технологічності:

- питома матеріалоемність (відношення маси машини до її вантажопідйомності), т/т, не більше – 0,4;
- питома енергоемність (відношення загальної потужності до вантажопідйомності), кВт/т, не більше – 1,35;
- питома трудомісткість виготовлення, норма-годин/т, не більше – 85.

2.3 Маркування, упаковка та консервація виробу

На кожному вагоні з правого боку над пультом керування має прикріплена нержавіюча табличка за ГОСТ 12969 та ГОСТ 12971 з наступними даними:

- товарним знаком заводу-виготовлювача;
- найменуванням та позначенням вагону;
- порядковим номером за заводською системою нумерації;
- позначенням технічних умов на виріб;

- роком та місяцем випуску.

Транспортне маркування вантажу здійснюється згідно з ГОСТ 14192. На бічних поверхнях пакувальних шухляд наноситься маніпуляційні знаки № 9 і № 12 згідно з ГОСТ 14192.

Спосіб нанесення маркування повинен забезпечити чіткість надписів на період терміну служби вагону.

На деталях конструкції способом таврування наноситься:

- на валах і осях – марка сталі;
- на зубчастих колесах і шестірнях – шифр деталі за кресленням, марка сталі, модуль і число зубів, а на конічних колесах і шестірнях з круговим зубом – ще й номер партії та рік виготовлення.

Шафа керування повинна мати на видному місці маркування «РН» (рудникове виконання), яке повинно зберігатися протягом усього терміну служби вагону.

Вагон поставляється у зібраному вигляді без упаковки.

Консервація вагону та його запасних частин здійснюється згідно з вимогами до особливо жорстких умов за ГОСТ 9.014 (варіант захисту ВЗ-4, група виробу П-І).

Внутрішня упаковка вагону – ВУ-0, запасних частин – ВУ-2 за ГОСТ 23170. Термін захисту вагону – 3 роки, запасних частин – 5 років.

Упаковка запасних частин, інструменту, технічної та товаросупроводжувальної документації, завернутих у парафінований папір за ГОСТ 9569 або у пакет з двох шарів пакувального водонепроникного паперу за ГОСТ 8828, здійснюється у дерев'яних шухлядах за ГОСТ 10198. У шухляду повинен бути вкладений пакувальний лист з описом усіх предметів, а на ній нанесений надпис: «Документація тут».

2.4 Склад, загальний устрій та принцип роботи машини

До складу вагону прохідницького входять вироби, приведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Складові частини вагону прохідницького шахтного ВПК-7Б

Найменування складової частини	Кількість на один виріб
Кузов	1
Візки:	
передній	1
задній	1
Гідросистема	1
Пневмосистема	1
Редуктор конічно-циліндричний	2
Пристрій натяжний	1
Ланцюг скребковий	1
Зчіпка	1

Відмінною рисою вагону прохідницького з донним конвеєром є можливість переміщення гірничої маси уздовж кузова вагону та здійснювати підйом кузова. Це дає можливість завантажувати і розвантажувати вагон значної місткості без жодних додаткових механізмів та обладнання (перевантажників, перекидачів тощо), а також формувати з декількох вагонів бункерний потяг необхідної ємності.

Конструкція вагону відповідає його функціональному призначенню. Бункерний потяг може бути сформований з декількох вагонів за схемою, приведеною на рис. 2.1. Кількість вагонів у потязі визначається умовами використання у залежності від об'єму підірваної гірничої маси та техніко-економічними показниками. Практично вона знаходиться у межах 2-5 одиниць. В окремих економічно обґрунтованих випадках (при малій довжині відкатки) можлива робота одним вагоном, який має бути постійно з'єднаний з електровозом.

В якості основних засобів навантаження рекомендуються відповідні машини безупинної дії, які забезпечують коефіцієнт заповнення вагону 0,9-1,0. Допускається також робота у комплексі з машинами періодичної дії ковшового типу, але при цьому коефіцієнт заповнення буде меншим і складатиме приблизно 0,7-0,9. У будь-якому випадку висота навантаження має бути не менше 1300 мм.

В якості локомотиву для пересування бункерного потягу або одиночного

вагону потрібно застосовувати рудникові електровози зі зчіпною масою не менше 14 т.

З конструктивної точки зору прохідницький вагон ВПК-7Б (рис. 2.2) складається з кузова 12, ходової частини у вигляді переднього 8 та заднього 16 візка, скребкового конвеєра, гідро- і пневмосистем 13 і 14, зчіпки 20 та стулок 17.

Візки за допомогою гідроциліндра можуть зближатися і піднімати кузов над переднім візком. Під час роботи декількома вагонами у потязі відбувається одночасне зсування вагонів між собою. Конструкція гідроциліндра показана на рис. 2.3.

Зворотний рух візків (розсування) спричиняє опускання кузова, внаслідок чого вагони повертаються у транспортне положення.

З переднім візком кузов сполучається за допомогою двох важелів 10, розташованих з обох боків вагону. Важелі призначені для підйому та опускання кузова в моменти зсування і розсування візків.

Скребковий конвеєр вагону складається з натяжного пристрою 19, скребкового ланцюга 18 та двох приводів, змонтованих з обох боків кузова. Кінематична схема приводу конвеєра приведена на рис. 2.4, а відомості про параметри її зубчастих коліс – у табл. 2.2.

На кожному приводі, що складається з конічно-циліндричних редукторів (рис. 2.5), встановлені пневматичні двигуни ДАР-14М конструкції інституту НДПГірмаш.

Кузов 12 вагону представляє собою зварну металоконструкцію, що складається з двох окремих транспортабельних частин, які сполучаються між собою під час збирання за допомогою спеціальних накладок. У задній частині кузова встановлений натяжний пристрій 19 ланцюга конвеєра, у передній – приводи конвеєра (редуктори конічно-циліндричні) 6 і 7, а в нижній – скребковий ланцюг 18 конвеєра.

На передній і задній частинах кузова встановлені стулки 17, які призначені для покращення процесу заповнення вагону гірничою масою та усунення її просипу у місцях перевантаження.

У передній частині вагону (у зоні розвантаження гірничої маси) розміщені

два кульових кронштейни 4 з форсунками для пилопригнічення із загальною витратою води не менше 15 л/хв.

Таблиця 2.2 – Зубчасті колеса кінематичної схеми вагону (див. рис. 2.4)

Позначення	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8
Модуль, мм	5	5	7	7	10	10	3	3
Число зубів	11	35	13	48	13	41	38	20
Швидкість обертання, об/хв.	141	44,3	44,3	12	12	3,8	400	760

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОХІДНИЦЬКОГО ВАГОНУ ВПК-7Б

3.1 Будова та робота складових частин виробу

Вагон ВПК-7Б обладнаний переднім і заднім візками (рис. 3.1). Кожен візок складається з рами 5, шкворневої 2 та верхньої 3 балок, амортизаторів 4 та колісних пар 9. До верхньої балки заднього візка кузов кріпиться шарнірно, а до передньої – через важелі. Вагон може бути обладнаний двома видами колісних пар – А і Б.

Колісна пара А (рис. 3.2) має два колеса 10, насаджені на вісь 9 за допомогою двох конічних роликопідшипників 7520 та 7533 за ГОСТ 333. Ущільнення

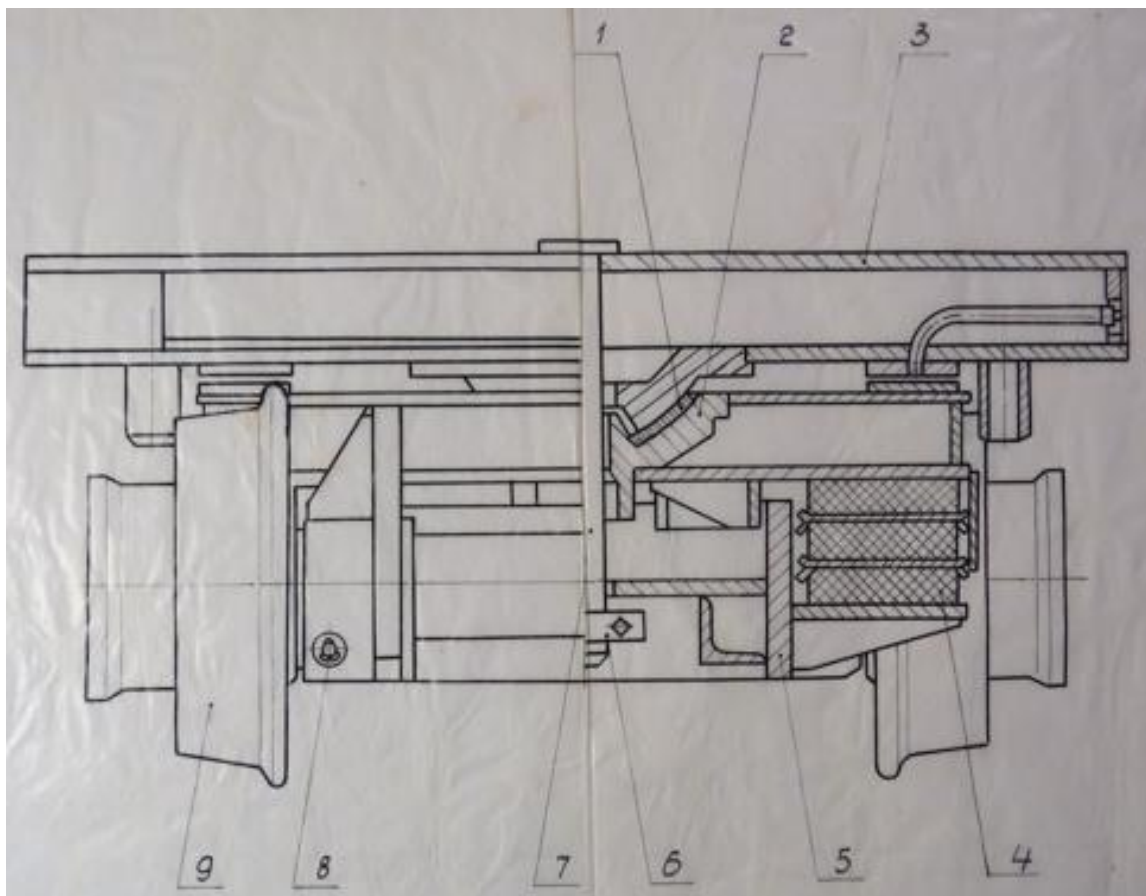


Рисунок 3.1 – Візок:

1 – прокладка; 2 – балка шкворнева; 3 – балка верхня; 4 – амортизатор;
5 – рама; 6 – скоба; 7 – шкворень; 8 – вісь; 9 – колісна пара

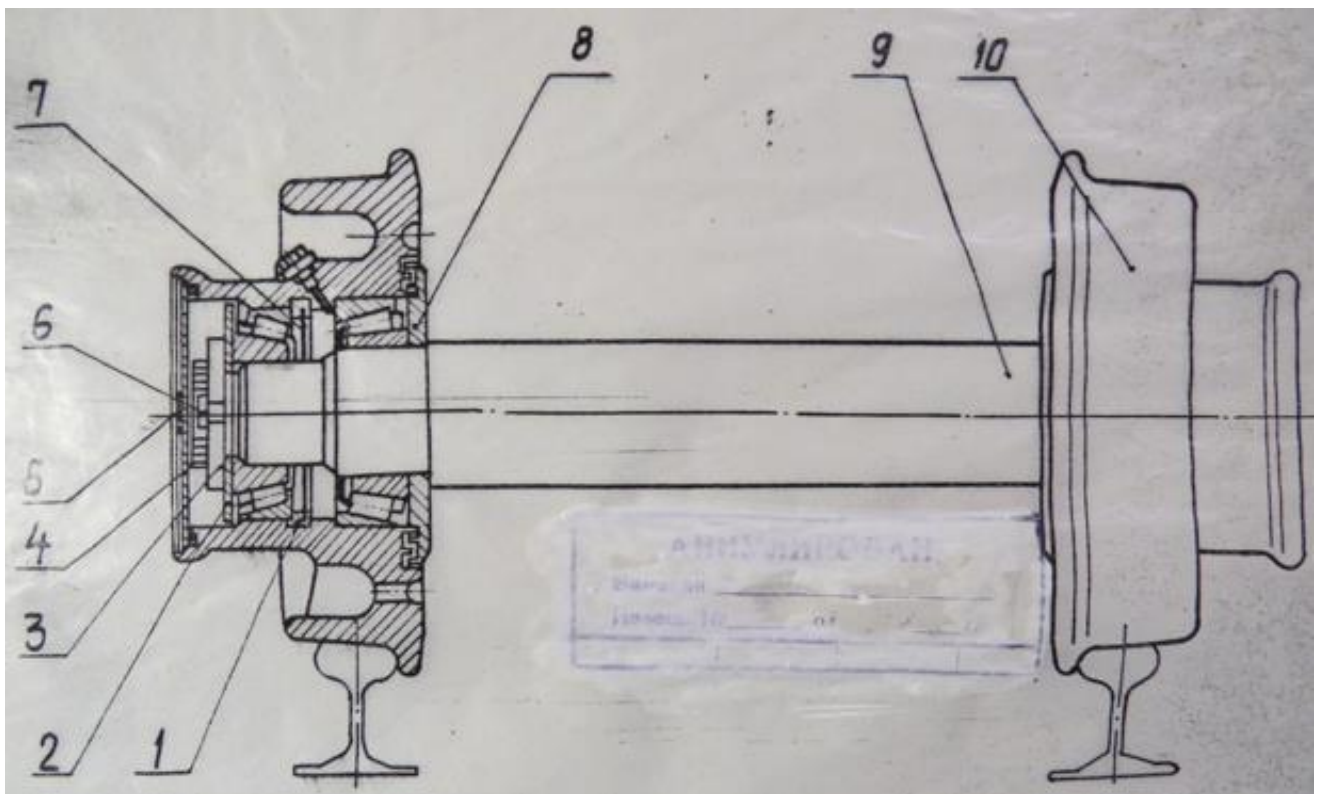


Рисунок 3.2 – Колісна пара А:
 1 – сегмент; 2 – шайба; 3 – гайка; 4 – кришка; 5 – планка;
 6 – шплінт; 7 – кільце; 8 – кільце лабіринтне; 9 – вісь; 10 – колесо

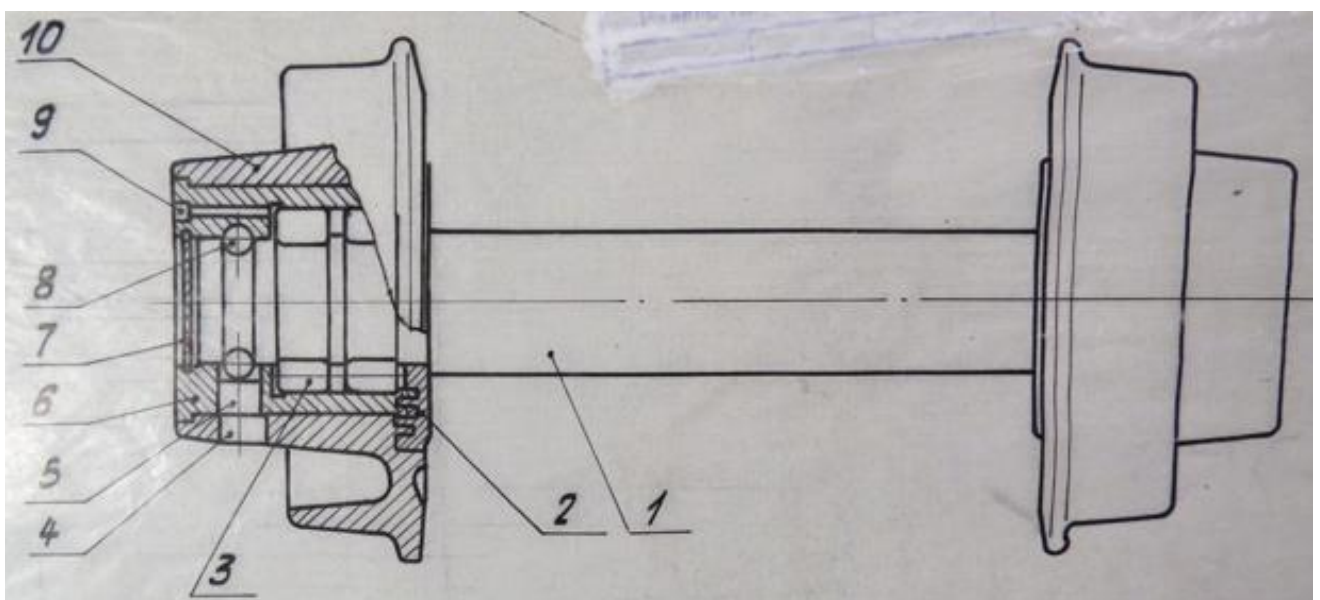


Рисунок 3.3 – Колісна пара Б:
 1 – вісь; 2 – кільце лабіринтне; 3 – ролик; 4, 5 – заглушки;
 6 – гільза; 7 – кришка; 8 – кулька; 9 – гвинт; 10 – колесо

підшипників здійснюється лабіринтовим кільцем 8 та кришкою 4, яка утримується планкою 5. Зовнішня обойма підшипника 7522 упирається у розточку колеса, а підшипника 7520 – у сегментні кулачки 1 з пружинним кільцем 7.

Колісна пара Б (рис. 3.3) складається з двох коліс 10, які сидять на осі 1 через ролики 3. Останні несуть основне радіальне навантаження і виконують роль підшипникового вузла. Осьові навантаження сприймаються кульками 8, які створюють замковий механізм, що утримує колесо від переміщень уздовж осі. Від випадіння кульки захищені заглушками 4 і 5. Ущільнення підшипникового вузла здійснюється за допомогою лабіринтового кільця 2. Змащення коліс відбувається через отвір у гільзі 6, закритий гвинтом 9.

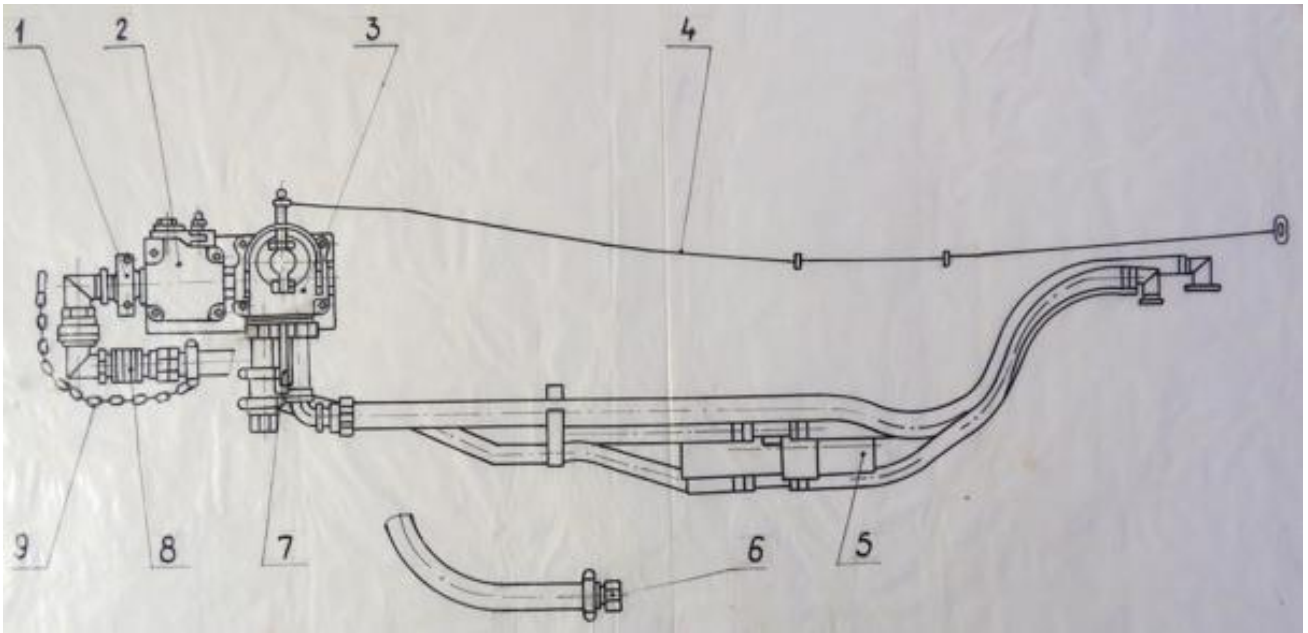
Конструкція гідравлічної системи вагону показана на рис. 3.4а, а її принципова схема – на рис. 3.4б. До складу гідросистеми входять масляний бак 1 та пневмодвигун 6 з масляним насосом 4 гідроциліндра 7 підйому кузова. Рукоятки керування гідросистемою розташовані з обох боків кузова. Максимальний робочий тиск у гідросистемі – 10 МПа.

Циліндр підйому кріпиться до кузова і верхньої балки переднього візка. За його допомогою здійснюються суміщені у часі операції зсування (розсування) вагонів, а також підйому кузова.

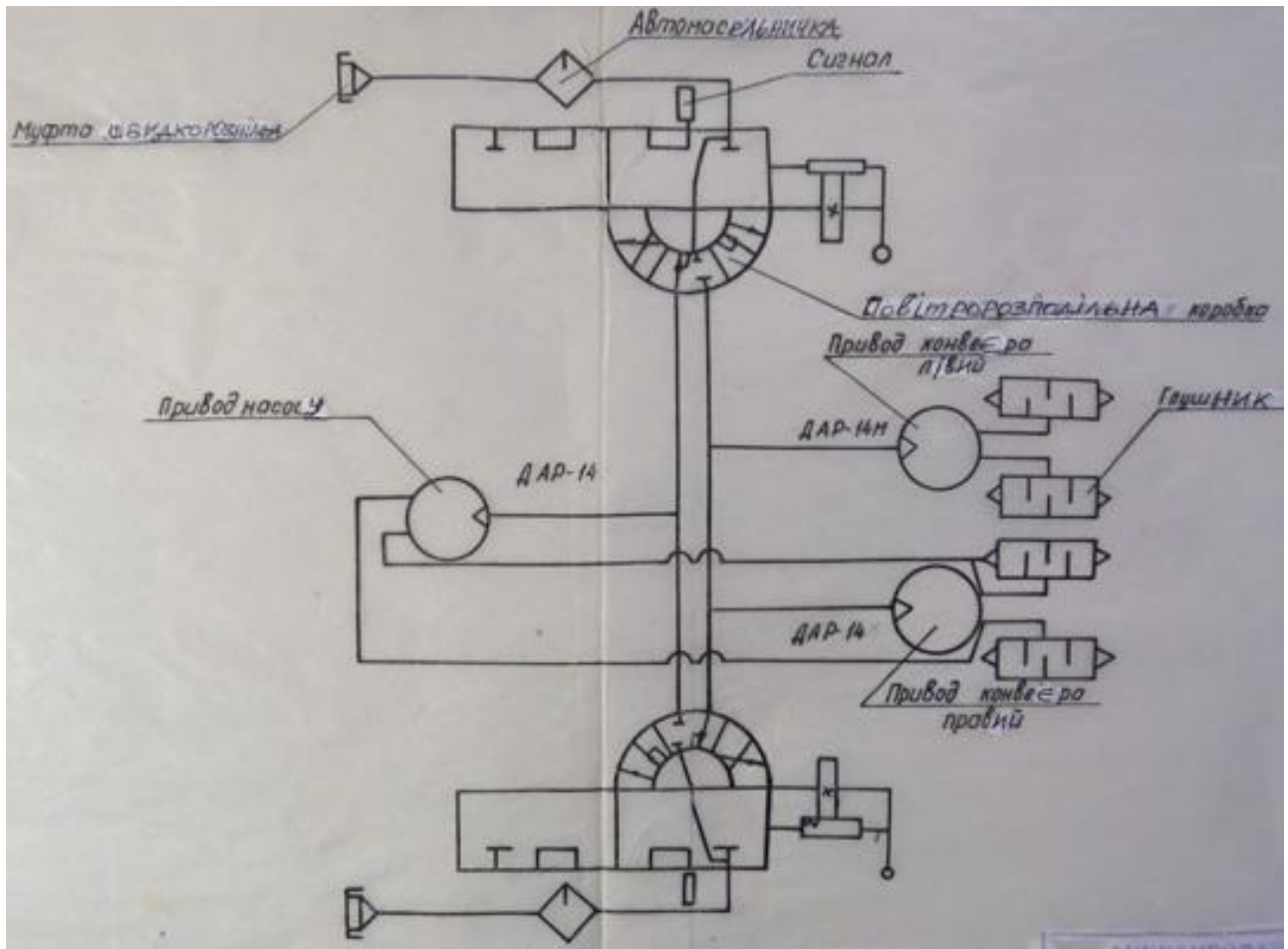
Більш докладно конструкція приводу насосу (пневмодвигун, редуктор, насос) показана на рис. 3.5. Крутний момент від пневмодвигуна 13 через муфту 12 передається на вал 11 редуктора, далі за допомогою зубчастої передачі (колесо зубчасте 9 – вал-шестірня 14) через муфту 3 на вал насосу 1.

Пневмосистема вагону виконана за конструкцією, показаною на рис. 3.6а за принциповою схемою на рис. 3.6б. Вона складається з автомасельничок 2, пускових коробок 3 та пневмокомунікацій. Через швидкорознімні з'єднання 8 муфтового типу та рукав 6 стиснене повітря підводиться до вагону з обох його боків. Робочий тиск повітря – 0,5 МПа. Витрата повітря при номінальній потужності двигунів – 0,4 м³/с.

Керування пневмодвигунами приводу конвеєра та насосу, а також звуковим сигналом 7, здійснюється за допомогою пускових коробок 3, розташованих з



а



б

Рисунок 3.6 – Пневматична система вагону прохідницького ВПК-7Б:
 а – конструкція системи (1 – фільтр; 2 – автомасельничка; 3 – коробка пускова;
 4 – трос керування; 5 – глушник шуму; 6 – рукав підведення повітря; 7 – свисток;
 8 – муфта швидкокорознімна; 9 – ланцюжок запобіжний); б – пневматична схема

обох боків вагону.

Для зниження рівня шуму пневмосистеми встановлені глушники 5, а для запобігання зриву рукава підведення повітря – запобіжний ланцюжок 9.

Конструкція швидкорознімної муфти показана на рис. 3.7. Вона складається з двох півмуфт 1 і 10 та втулки 3, що їх сполучає. Швидкі фіксація та роз'єднання муфти здійснюються за допомогою пружини 8, пружних 2 і 4 та ущільнювального 7 кілець, кульки 5 та прокладки 9.

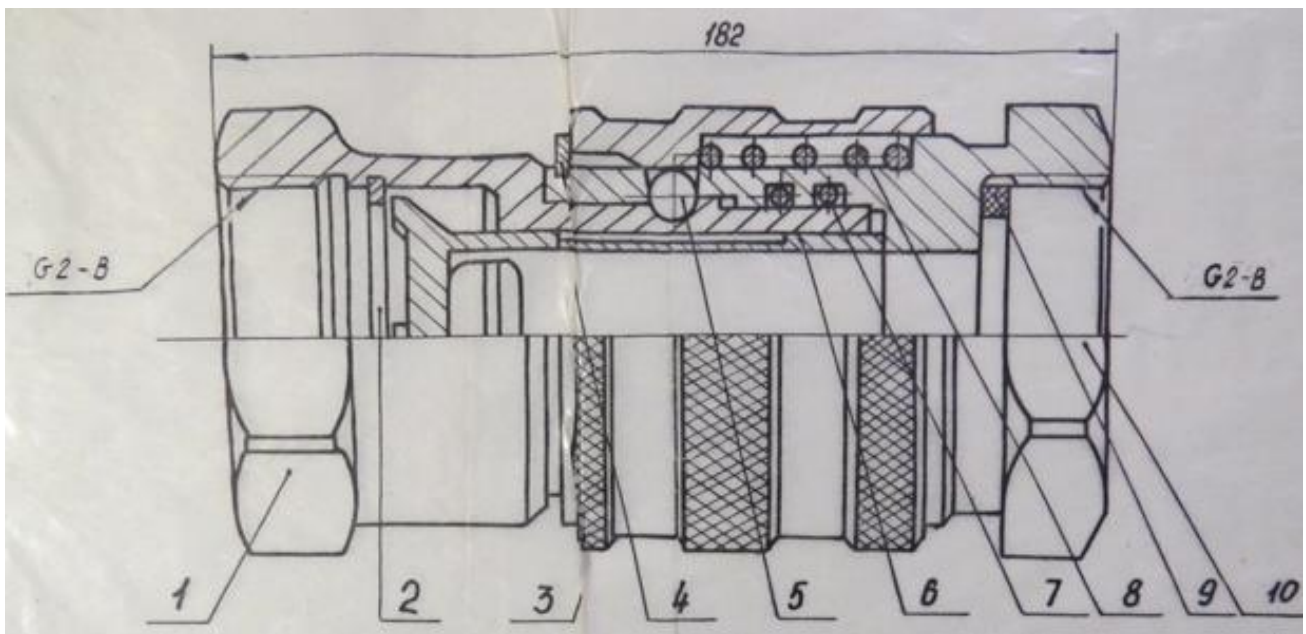


Рисунок 3.7 – Швидкорознімна муфта:

1, 10 – півмуфти; 2, 4 – кільця пружинні; 3 – втулка; 5 – кулька діаметром 9,62 мм; 6 – клапан; 7 – кільце ущільнювальне; 8 – пружина; 9 – прокладка

Конічно-циліндричний трьохступінчастий редуктор в якості першого ступеня має вал-шестірню і зубчасте колесо з круговим зубом. Другий і третій ступені постачені нарізками з прямими зубами. Редуктор сполучається з пневматичним двигуном за допомогою еластичної муфти. Передача крутного моменту від редуктора до приводних зірочок скребкового конвеєра здійснюється через шліцьовий вал.

Натяжний пристрій скребкового ланцюга (рис. 3.8) складається з валу 1, на який посаджені ролики 2. Гвинт 4 для натягу ланцюга кріпиться гайкою 5, а натяг останнього здійснюється за допомогою гайок 6.

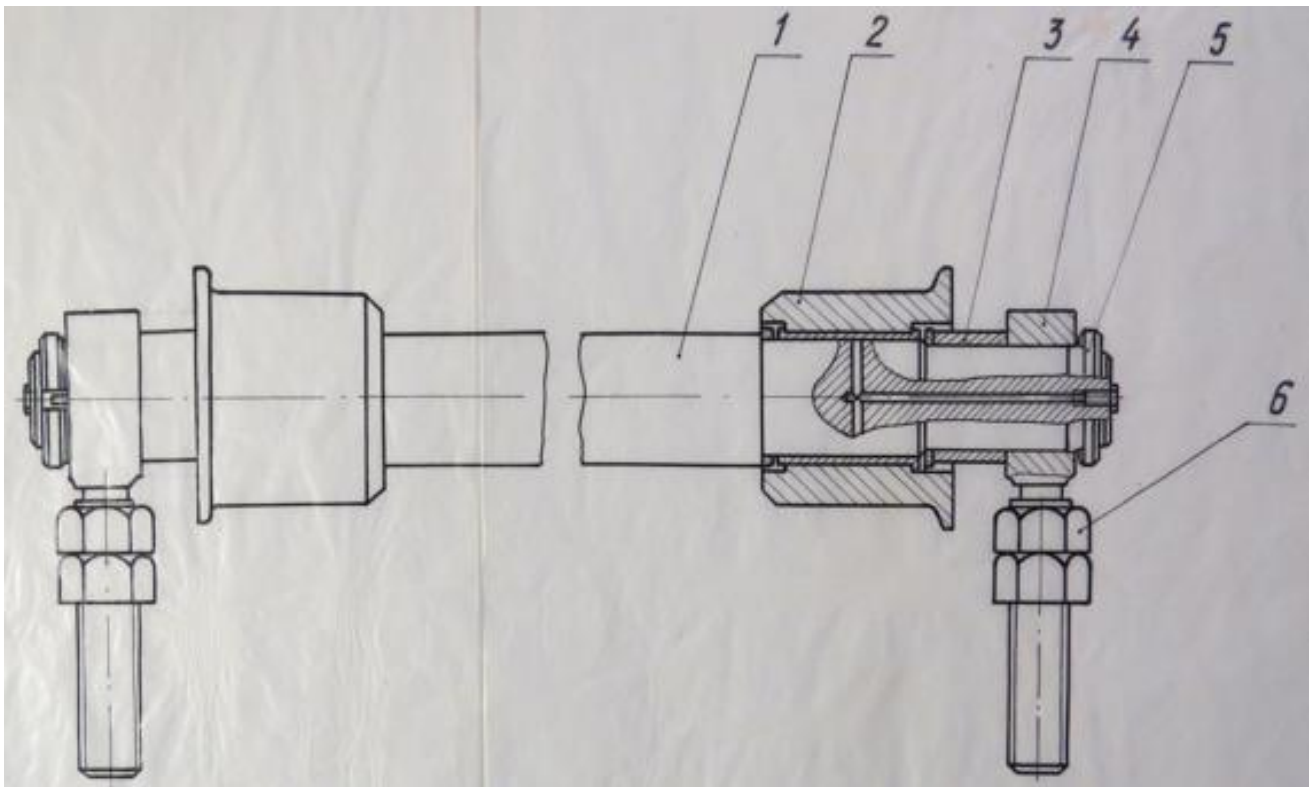


Рисунок 3.8 – Натяжний пристрій скребкового ланцюга:
 1 – вал; 2 – ролик; 3 – втулка; 4 – гвинт; 5, 6 – гайки

Сам скребковий ланцюг складається з двох гілок, між якими кріпляться скребки 1 (рис. 3.9). Кожна гілка має бічні 3 та внутрішні (середні) ланки 2 і 4, сполучені між собою пальцями 5, зафіксованими від випадіння штифтами 6. Внутрішні ланки постачені наскрізними пазами, в яких своїми кінцями кріпляться скребки 1.

Зчіпка (рис. 3.10) складається з двох тяг 2 і 3, консольно закріплених на візках. Тяга 3 стопориться шворнем 4 і спирається на бампер візка 7. Утримання її у горизонтальному положення забезпечується регульовальними шайбами 5 і 6, частина з яких виконана з гуми для певної свободи переміщення тяги у вертикальній площині під час руху вагону по нерівностям рейкового шляху. Центрування тяги по осі вагону здійснюється пластинчастими пружинами 8, закріпленими на упорах 9.

Тягове зусилля передається через шкворень 4, а зусилля штовхання – через бампер візка 7.

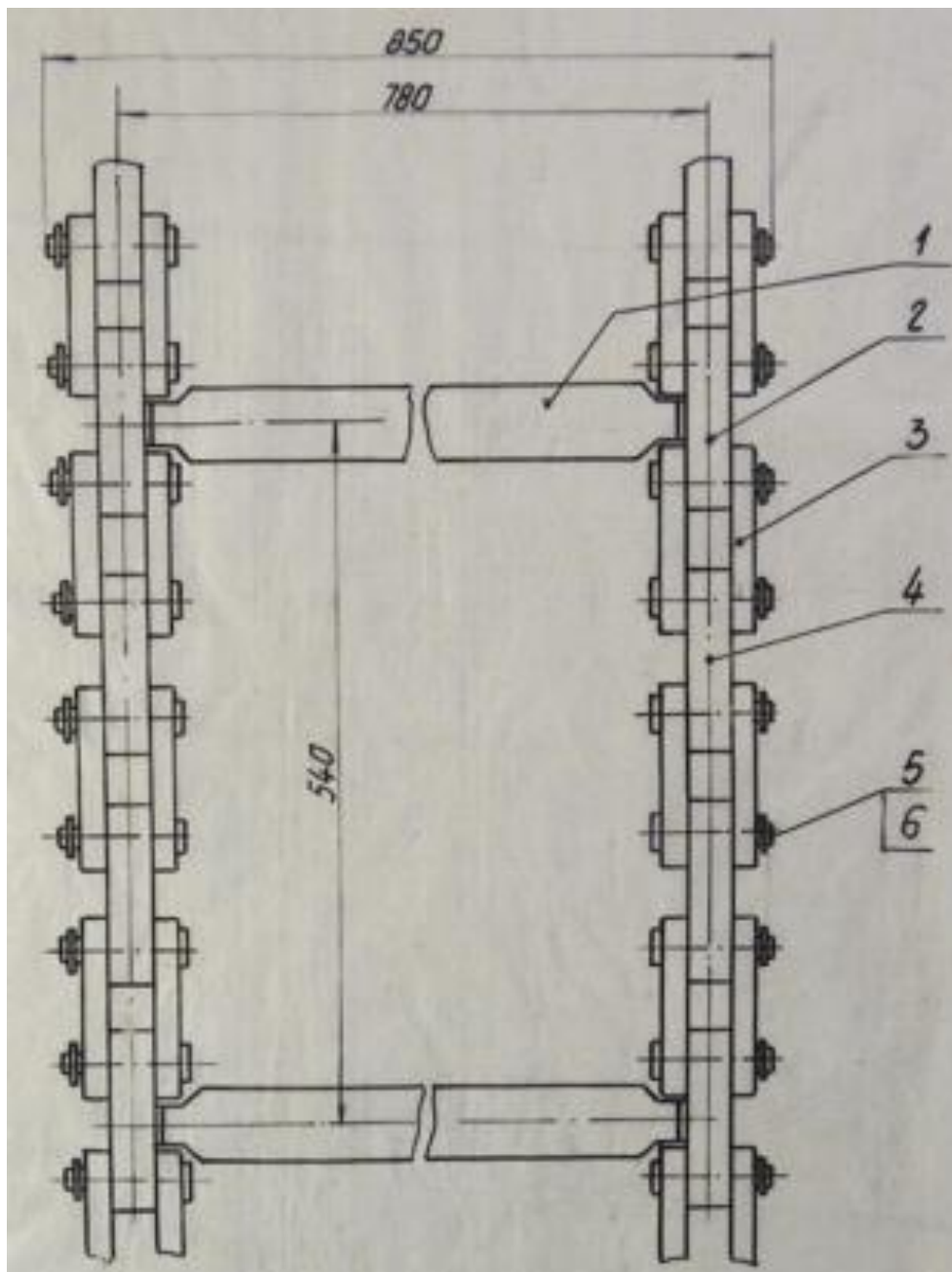


Рисунок 3.9 – Скребоквий ланцюг:

1 – скребок; 2, 4 – середні ланки; 3 – бічна ланка; 5 – палець; 6 – штифт

Конструкція автомасельнички з фільтром показана на рис. 3.11. Вона призначена для змащення пневмодвигунів шляхом насичення стисненого повітря масляним аерозолем, очищеним від сторонніх включень.

Масельничка складається з двох корпусів 3 і 4 (власне масельнички та фільтру). У першому передбачений регулювальний гвинт 1 для дозування подачі масла (30-60 крапель за хвилину) та вікно 2 для спостереження, а у другому –

каркас 7 з набором фільтрувальних сіток. Для промивання останнього потрібно відкрутити болти 5 і зняти планку 6.

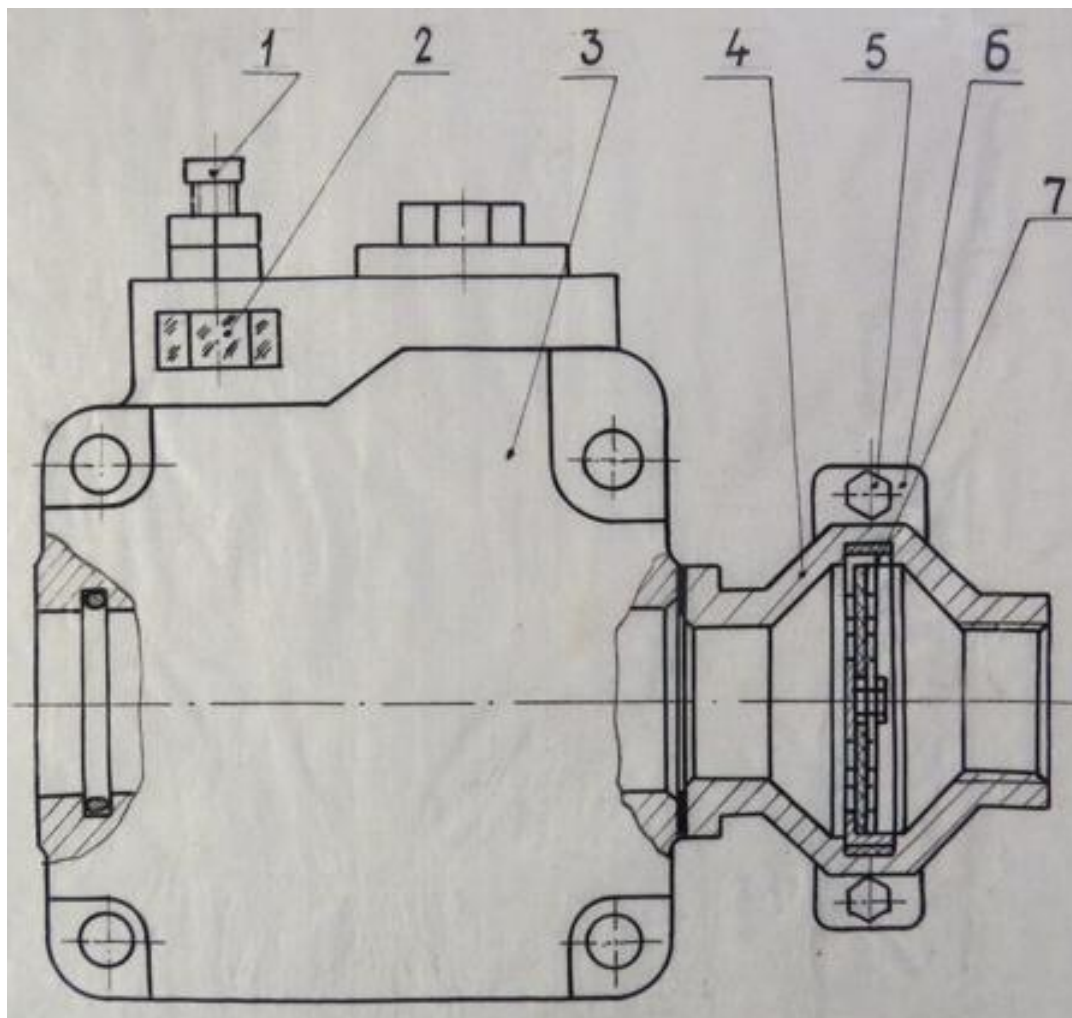


Рисунок 3.11 – Автомасельничка з фільтром:

1 – гвинт регулювальний; 2 – вікно; 3, 4 – корпуси відповідно авто-масельнички та фільтру; 5 – болт; 6 – планка; 7 – каркас з набором сіток

3.2 Розрахунки параметрів локомотивної відкатки

3.2.1 Розрахунок продуктивності та споживаної потужності

Для транспортних установок періодичної дії (а локомотивна відкатка відноситься саме до них) продуктивність може бути визначена за допомогою наступної формули:

$$Q = \frac{Gzn}{1000} = \frac{Gz}{1000} \cdot \frac{3600}{T'} = 3,6 \frac{Gz}{T'}, \text{ т/год.}, \quad (3.1)$$

де z – кількість вагонів у потягу; G – вантажопідйомність одного вагону, кг; n – кількість потягів, що завантажуються і розвантажуються протягом години; T' – інтервал часу між потягами, с.

Величина продуктивності залежить від довжини транспортування гірничої маси, адже з її зростанням збільшуються інтервали часу T' . Тому для збереження необхідної продуктивності у таких випадках потрібно збільшувати або число курсуючих потягів, або корисну вагу потягу за рахунок зростання числа вагонів та їх місткості, або і те і друге одночасно.

Для визначення необхідних витрат потужності на переміщення потягу слід окремо враховувати потужність підйому (якщо рух здійснюється на похилих ділянках шляху) та потужність, що йде на подолання шкідливих опорів, які виникають під час переміщення вантажу.

Величина сил шкідливого опору визначається значенням коефіцієнту опору w' , який знаходиться як відношення сил шкідливого опору під час переміщення вантажу до його ваги.

Якщо переміщення відбувається у вагонах з вантажем вагою G та власною вагою G_0 (рис. 3.12), то величина сили опору, безпосередньо прикладеної до вагону при його рівномірному русі по горизонталі, а, значить, і необхідної рушійної сили, становитиме:

$$W' = (G + G_0)w', \quad (3.2)$$

а під час руху на ухилі під кутом β нагору чи вниз відповідно:

$$W' = (G + G_0)(\pm \sin \beta + w' \cos \beta). \quad (3.3)$$

Якщо для руху вниз поздовжня складова ваги більше сили шкідливого опору ($W' < 0$), то вагон потрібно не штовхати і не тягнути, а, навпаки, утримувати для збереження ним постійної швидкості. При цьому рушійна сила самого вагону становитиме: $P' = -W'$.

Значення w' для переміщення вантажу на колесах, як відомо, дорівнює:

$$w' = C \frac{2k + \mu d}{D}, \quad (3.4)$$

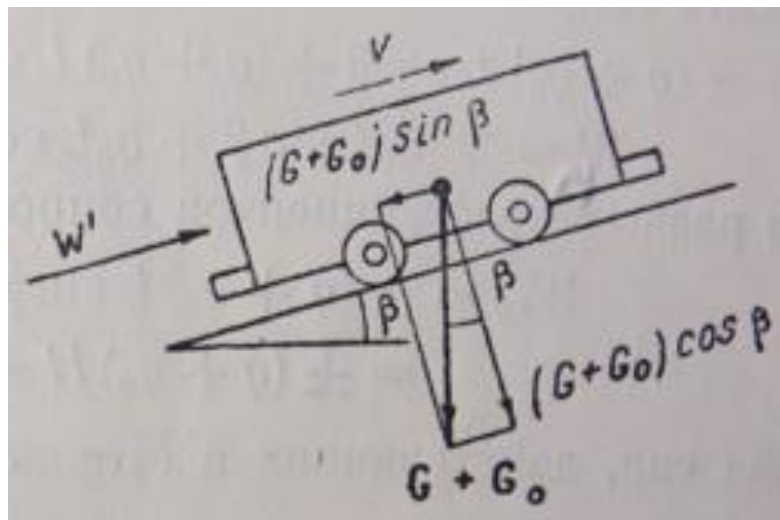
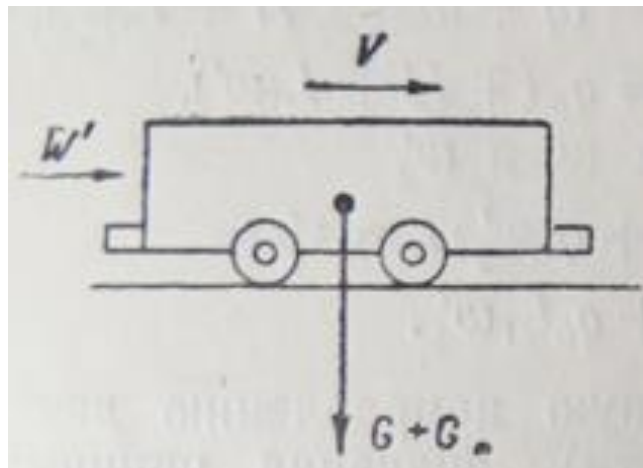


Рисунок 3.12 – Схема до визначення опору руху вагону:
 a – на прямолінійній дільниці; b – на ухилі

де k – коефіцієнт тертя кочення коліс по рейках; μ – коефіцієнт тертя ковзання у шийках або приведений коефіцієнт опору підшипників кочення; d – діаметр шийок; D – діаметр коліс; C – коефіцієнт збільшення опору внаслідок тертя реборд коліс відносно рейок.

Під час руху ковзанням у попередніх виразах потрібно брати $w' = f$, де f – коефіцієнт тертя ковзання.

3.2.2 Тяговий розрахунок

Основними задачами тягового розрахунку локомотивної відкатки є наступ-

ні:

- визначення ваги потягу, який даний локомотив у даних умовах траси і профілю шляху може вести завдяки своїй тяговій характеристиці (або навпаки, визначення потрібної тягової характеристики локомотива для даної ваги потягу);

- визначення потрібної гальмівної характеристики локомотива з умови забезпечення гальмування потягу на заданій довжині шляху;

- визначення тривалості повного рейсу потягу за заданими величинами відстані пробігу, швидкості руху потягу в усталеному режимі та у періоди розгону і гальмування, характеру траси і профілю шляху з урахуванням тривалості маневрів та кількості потрібних локомотивів за заданими величинами тривалості рейсу і потрібної продуктивності відкатки.

Потяг під час свого руху знаходиться під дією сили тяги F локомотива та сил опору W потягу, які у загальному випадку складаються з сил шкідливого опору при русі локомотива і вагонів та складової сили їх ваги на негоризонтальному шляху. Сили шкідливого опору завжди спрямовані у бік, зворотний руху, а складова сили ваги – у той чи інший бік.

Маса потягу в основному рухається поступально, але колеса локомотиву і вагонів, а також частини двигуна і передачі локомотиву мають додатковий обертальний рух. З урахуванням цього приведена маса потягу більше її фізичної величини і дорівнює при вазі локомотива P і потягу $G_{\text{п}}$:

$$M_{\text{пр}} = k \frac{P + G_{\text{п}}}{ga}, \quad (3.5)$$

де $k > 1$ – приймається у середньому 1,05-1,08.

Тоді рівняння поступального руху потягу буде виглядати наступним чином:

$$F - W = M_{\text{пр}} \frac{dv}{dt} = M_{\text{пр}} a, \quad (3.6)$$

де v і a – відповідно швидкість та прискорення потягу.

Якщо прийняти коефіцієнти опору вагонів і локомотива однаковими і таки-

ми, що дорівнюють w' для випадку, коли $\frac{1}{x}$ частина потягу (за вагою) знаходиться на кривій (додатковий коефіцієнт опору дорівнює $w'_д$), а середній підйом – i , отримаємо:

$$F - W = F - (P + C_{\Pi}) \left(w' + \frac{w'_д}{x} + i \right) = k \frac{P + C_{\Pi}}{g} a. \quad (3.7)$$

Тягова сила F виникає на локомотиві при обертанні його приводних коліс двигуном. Якщо момент, який передається від двигуна на приводні осі, дорівнює M , то тягова сила становитиме:

$$F = \frac{2M}{D}, \quad (3.8)$$

де D – діаметр коліс локомотива.

Для передачі сили F від локомотива до потягу потрібно, щоб сила тертя бандажів приводних коліс відносно рейок, яка дорівнює добутку зчіпної ваги локомотива на коефіцієнт цього тертя, була не менше сили F . Зчіпна вага локомотива – це сила ваги, що передається на його приводні осі. Для рудникових електровозів типу згаданих вище К10 і К14, що мають по дві осі і обидві вони приводні, зчіпна вага дорівнює повній вазі локомотива P . Тоді при коефіцієнті тертя коліс відносно рейок (коефіцієнт зчеплення) μ_p має бути:

$$F \leq P \mu_p. \quad (3.9)$$

Показником тягової характеристики локомотиву є коефіцієнт тяги K_T або відношення сили тяги до зчіпної ваги локомотива:

$$K_T = \frac{F}{P} \leq \mu_p. \quad (3.10)$$

Коефіцієнт зчеплення μ_p сильно залежить від стану рейок. Сухі рейки, а тим більше підсипані піском, мають більші коефіцієнти (від 0,25 до 0,35), а рейки, вкриті вологою та брудом – менші (0,12).

Сумарний питомий опір руху потягу для найбільш несприятливих умов руху з прискоренням дорівнює:

$$w'_c = w' + \frac{w'_d}{x} + i + \frac{ka}{g} \quad (3.11)$$

або для $K = 1,075$:

$$w'_c = w' + w'_d + i + 0,11a. \quad (3.12)$$

Для цього випадку для електровоза з двома приводними осями маємо:

$$(P + G_c)w'_c \leq P\mu_p. \quad (3.13)$$

Звідси можна отримати найбільшу вагу потягу для локомотива із зчіпною вагою P :

$$G_{c \max} = \frac{P(\mu_p - w'_c)}{w'_c}, \quad (3.14)$$

а також найменшу вагу локомотива для даного потягу вагонів загальною вагою G_c :

$$P_{\min} = G_c \frac{w'_c}{\mu_p - w'_c}. \quad (3.15)$$

3.2.3 Розрахунок стійкості вагонів

Вагон локомотивної відкатки має бути стійким (тобто опиратися можливо-му перекиданню) як у поздовжньому, так й у поперечному напрямках. Це буде забезпечено, якщо рівнодіюча усіх діючих на нього сил (ваги, зусилля на зчіпці, сили інерції) постійно проходить у межах периметру її опор (прямокутника, утвореного колією рейкового шляху і базою вагону). Під час руху вагону можуть виникнути наступні ситуації, небезпечні для його стійкості у поздовжньому напрямку:

- різка зупинка вагону на стопорі (особливо під час руху під ухил), коли він може перекинутися під дією сили інерції;
- рух вагону на підйом, під час якого він може перекинутися назад;
- нерівномірне однобічне завантаження вагону.

Наприклад, при русі вагону самокатом під ухил (кут нахилу шляху β) він раптово застопорюється із прискоренням a (рис. 3.13а). Якщо розкласти силу ваги вагону G_B на нормальну та паралельну шляху складові, можна отримати, що перекидний момент створюють складова сили ваги $G_B \sin \beta$ та сила інерції $\frac{G_B}{g} a$, а відновлювальний момент – складова сили ваги $G_B \cos \beta$. За таких обставин умова стійкості вагону наступна:

$$G_B \cos \beta \frac{S_6}{2} = K \left(G_B H \sin \beta + \frac{G_B}{g} a H \right), \quad (3.16)$$

де H – висота центру ваги вагону над головками рейок; K – коефіцієнт стійкості ($K > 1$).

З цього виразу можна визначити допустиму величину a , яка дасть можливість встановити характеристику потрібного еластичного стопора.

Під час руху вагону на підйом під кутом β (рис. 3.13б) на вагон у напрямку його переміщення діє зовнішня результуюча сила – сила опору вагону (незалежно від того, рухається він сам чи у складі потягу і де знаходиться у цьому потягу – в голові, посередині чи у хвості):

$$W' = G_B (\sin \beta + w' \cos \beta). \quad (3.17)$$

Якщо знехтувати дією сили $G_B w' \cos \beta$, то рівняння стійкості набуде наступного вигляду:

$$G_B \cos \beta \frac{S_6}{2} = K G_B \sin \beta (H - h), \quad (3.18)$$

де h – висота зчіпки над головкою рейки.

Звідси маємо:

$$S_6 = 2K \tan \beta (H - h). \quad (3.19)$$

Цей вираз дає можливість визначення найбільшого допустимого з умови стійкості кута β підйому або перевірити стійкість вагону для даного кута. Стійкість у такій ситуації може погіршитися при більшому завантаженні нижнього кі-

ння вагону у порівнянні з верхнім, а також при русі вагону із прискоренням (додається дія сили інерції). Тому ці ризики потрібно враховувати, підвищуючи розрахунковий коефіцієнт стійкості.

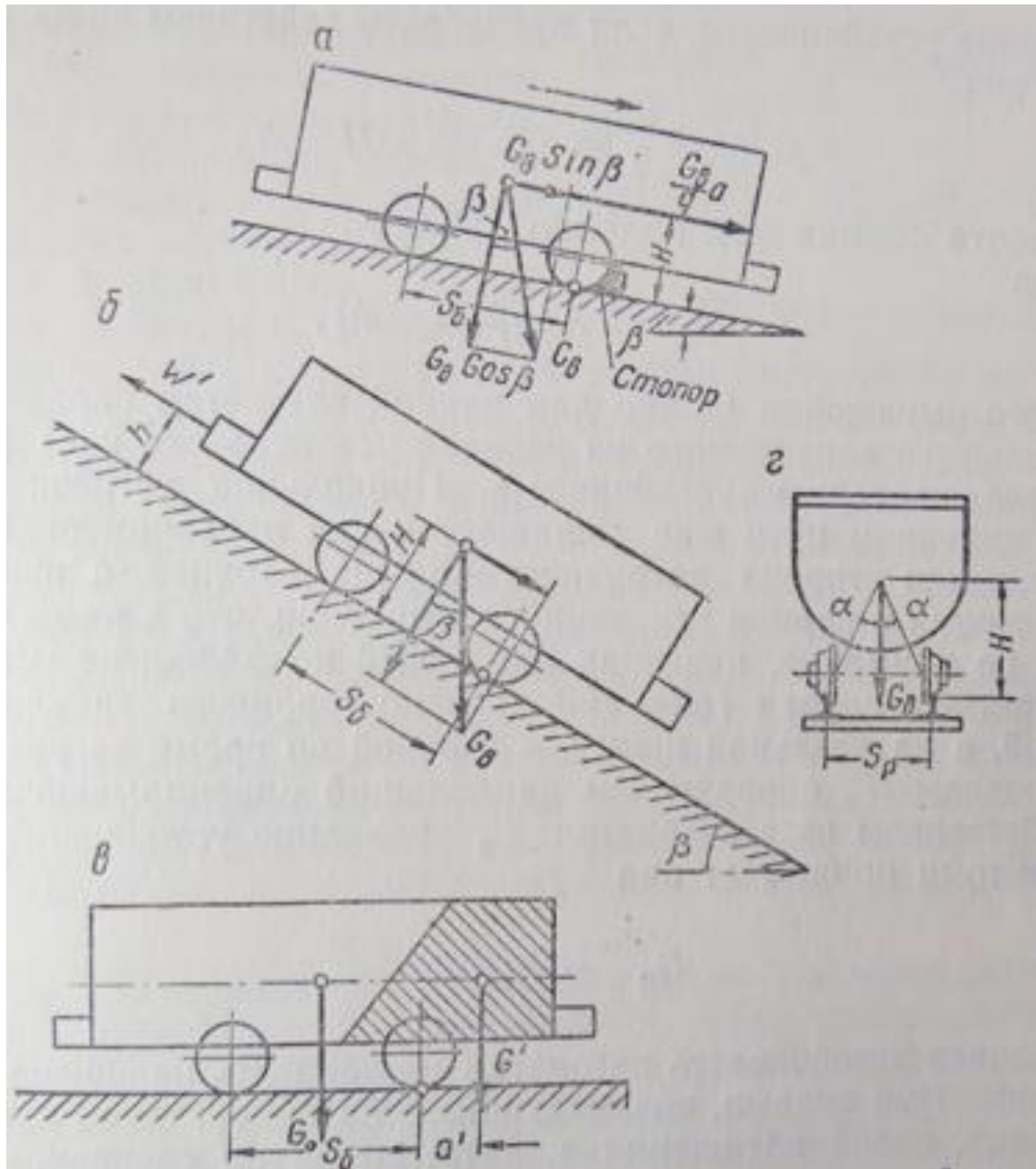


Рисунок 3.13 – Схеми до визначення поздовжньої і поперечної стійкості вагону: *a* – поздовжньої під час руху самокатом під ухил; *б* – поздовжньої під час руху на підйом; *в* – поздовжньої у разі однобічного заповнення вагону гірничою масою; *з* - поперечної

У випадку нерівномірного (однобічного) завантаження вагону (рис. 3.13в)

утворюється перекидний момент $G'a'$ і для власної ваги вагону G_0 рівняння стійкості буде наступним:

$$G_0 \frac{S_6}{2} = KG'a'. \quad (3.20)$$

Що стосується поперечної стійкості вагону, то вона може бути порушена внаслідок дії різних причин (рис. 3.14). В основному це поперечні сили, що виникають під час руху вагону на заокругленнях шляху: відцентрова сила, сила натягу канату, сила на зчіпках, а також тиск суміжних вагонів та розхитування при швидкому русі на нерівностях шляху.

Критерієм бічної стійкості вагону є кут α (рис. 3.13z) між вертикальною віссю симетрії та прямою, що сполучає центр ваги порожнього вагону з точкою дотику колеса з рейкою:

$$\tan \alpha = \frac{S_6}{2H}. \quad (3.21)$$

Рекомендована величина $\alpha \geq 22^\circ$, хоча на практиці зустрічаються кути $\alpha = 16-18^\circ$. У завантаженого вагону центр ваги нижче, ніж у порожнього, тому кут α для нього буде меншим.

3.3 Загальна оцінка технічного рівня прохідницького вагону

Виконаний аналіз призначення, принципу дії та конструктивних особливостей вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б дав можливість зробити наступні висновки:

- конструктивні рішення, прийняті у вагоні, забезпечують надійність його під час використання за призначенням та постійний контроль за функціонуванням основних вузлів і деталей;
- основні показники призначення і надійності виробу відповідають вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації;
- конструкція вагону відрізняється безпекою та зручністю керування (у тому числі під час зчеплення і розчеплення з електровозом) і технічного обслуговування;

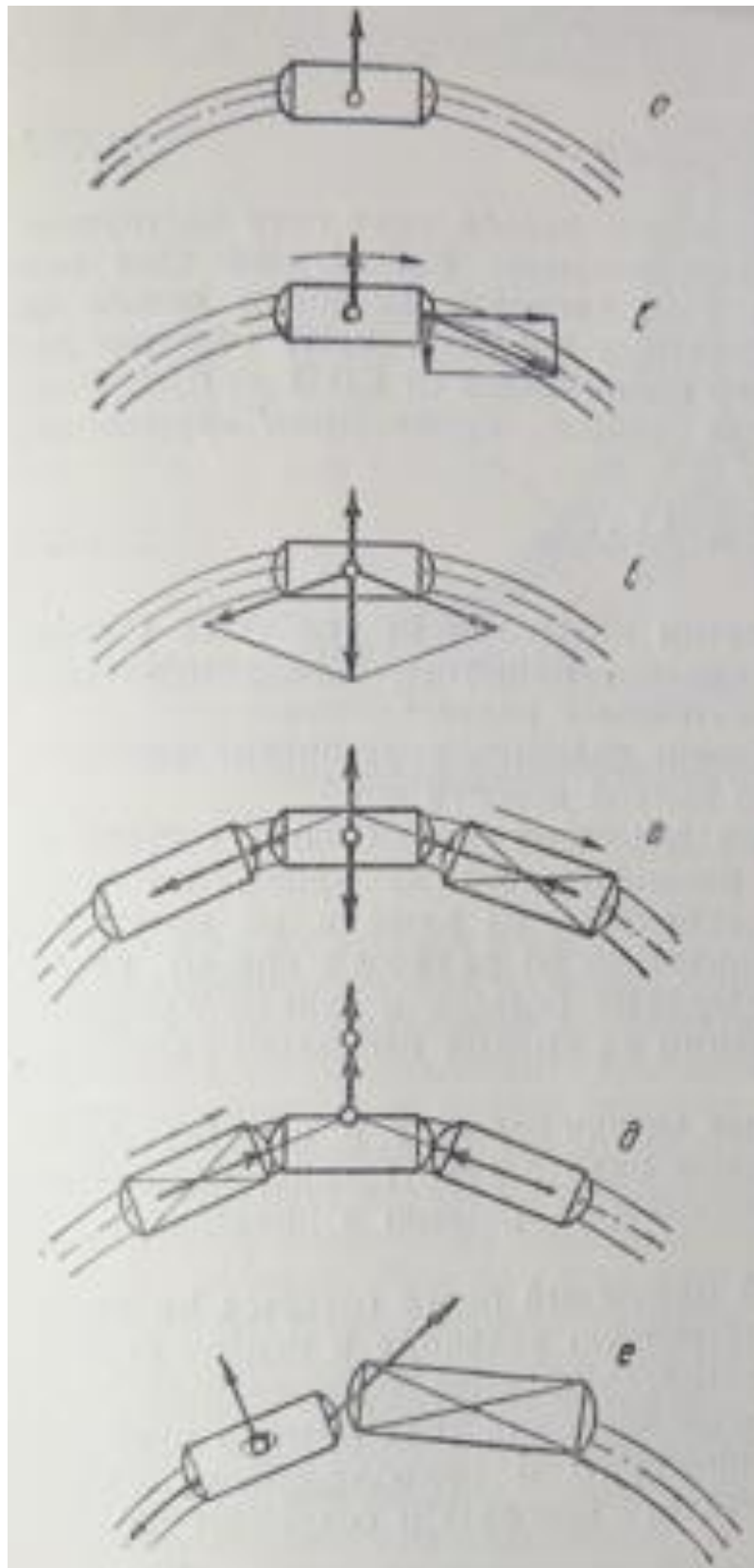


Рисунок 3.14 – Бічні зусилля, що діють на вагон (вагонетку) під час руху на заокругленнях шляху:
a – самокатом; *б* – кінцевим канатом; *в* – нескінченим канатом;
г – локомотивом у голові потягу; *д* – локомотивом у хвості потягу;
е – локомотивом у голові потягу на головний вагон

- вагон відповідає діючим нормам щодо рівнів шуму, запиленості і вібрації на рукоятках керування, а також оглядовості з місця оператора. Наприклад, пилопригнічення ефективно здійснюється розпиленою водою у зоні пилоутворення (місці падіння гірничої маси піл їд час розвантаження вагону). Пульти керування знаходяться поза зоною можливого падіння шматків завантаженої породи. Рукоятки пульта мають фіксатори, що виключають можливість їх мимовільного увімкнення;

- у цілому розглянутий прохідницький вагон відповідає вимогам до транспортних засобів, що використовуються під час проходки підземних горизонтальних гірничих виробок. Таким чином, можна констатувати достатньо високий технічний рівень установки.

Разом із тим, можна відзначити певні недоліки конструктивного виконання вагону. До них слід віднести значну металоємність установки та незручності, що виникають під час експлуатації пневматичного приводу скребкового конвеєра. Необхідність підключення та відключення вагону від шахтної мережі стисненого повітря у місцях завантаження і розвантаження, підвищені витрати енергії та шум під час роботи ставлять питання про доцільність подальшого удосконалення його конструкції у напрямку переходу на електричний привод як більш зручний та економічний.

ВИСНОВКИ ПО ЧАСТИНІ І

У першій частині здійснено аналіз конструкції прохідницького вагону з донним конвеєром ВПК-7Б розробки інституту ВНДПрудмаш НПО «Криворіжрудмаш» (м. Кривий Ріг).

Вітчизняні залізородні шахти характеризуються майже виключним використанням в якості магістрального транспорту гірничої маси локомотивної відкатки. На жаль, це циклічний вид транспорту, тому для впровадження потокових технологій видобутку руди, що є головним напрямком розвитку сучасної гірничодобувної промисловості, потрібні рішення, які б дозволили суттєво підняти його продуктивність і скоротити втрати робочого часу, безпосередньо не пов'язані з переміщенням руди.

Одним з перспективних напрямків розв'язання цієї проблеми може бути застосування рухомого складу локомотивної відкатки, який забезпечує безупинність процесів завантаження та розвантаження руди. Для цього добре підходять вагони з донним конвеєром, за допомогою яких можна утворювати бункерний потяг із суцільною ємністю на усю його довжину.

Вагон ВПК-7Б відрізняється достатньо високим технічним рівнем, вдалим конструктивним виконанням, зручністю в експлуатації та технічному обслуговуванні. Використання таких установок при проведенні горизонтальних підземних виробок дасть можливість підвищити продуктивність процесу транспортування відбитої породи. Доцільним може бути також експлуатація таких транспортних засобів під час очисного виймання гірничої маси.

В якості подальшого удосконалення конструкції вагонів ВПК-7Б можна запропонувати перехід з пневматичного приводу донного конвеєра на електричний.

4 ТРАНСПОРТУВАННЯ І МОНТАЖ ВАГОНУ ВПК-7Б

Заходи експлуатації вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б розроблено згідно з вимогами [12,14-17].

4.1 Транспортування виробу

4.1.1 Порядок навантаження, транспортування та розвантаження

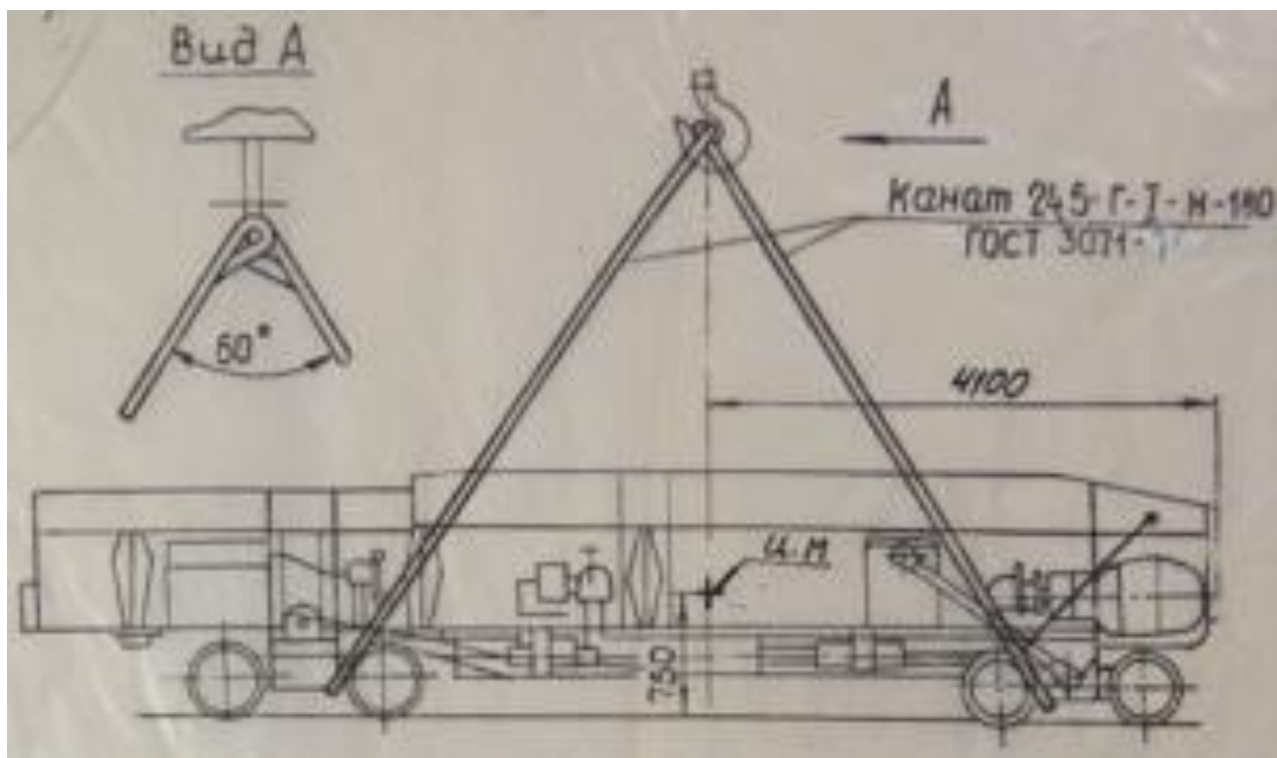
Прохідницькі вагони транспортуються споживачам з підприємства-виготовлювача у зібраному вигляді залізничним транспортом на платформах або у піввагонах.

Розміщення, навантаження, кріплення та транспортування вагонів залізничним транспортом здійснюється у відповідності до норм та діючих на залізниці технічних умов навантаження та кріплення вантажів. Крім того, потрібно керуватися технічною документацією, розробленою заводом-виготовлювачем.

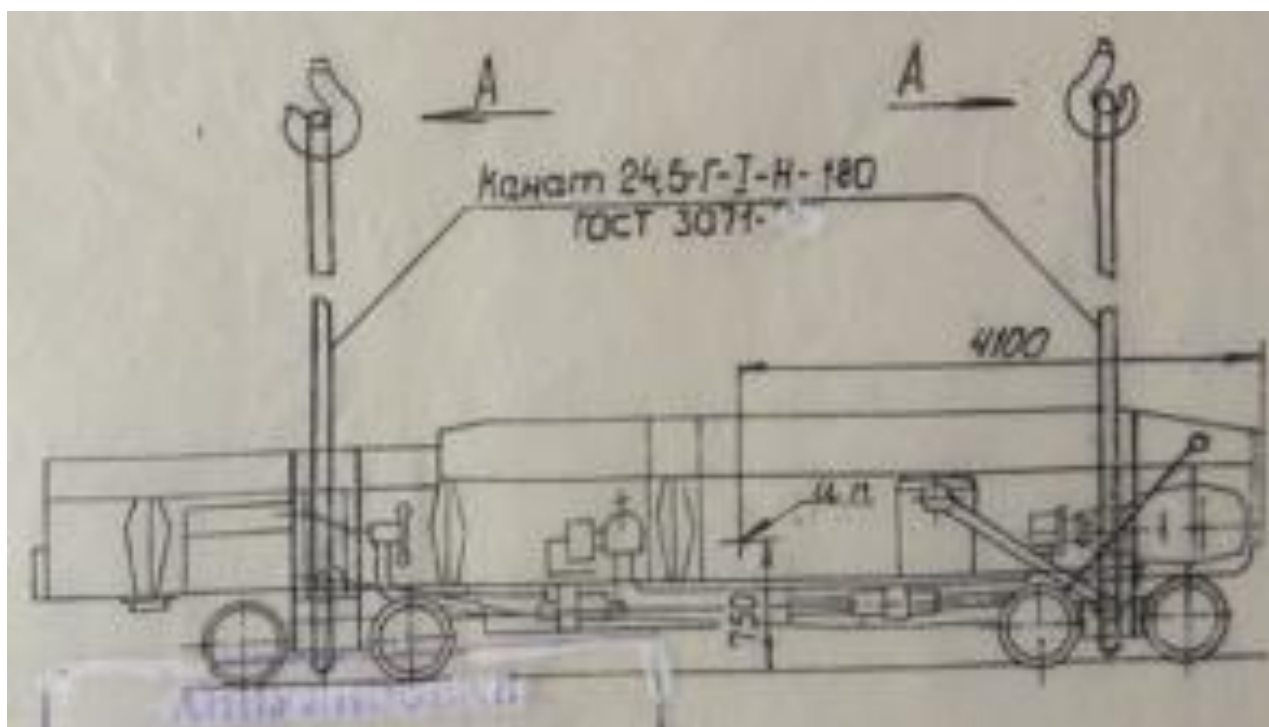
Навантаження і розвантаження прохідницьких вагонів необхідно здійснювати за допомогою вантажопідйомних пристроїв, що забезпечують підйом вантажів масою 10 т. При цьому потрібно суворо дотримуватися правил стропування та усіх заходів безпеки. Операції навантаження і розвантаження повинні відбуватися під наглядом відповідальної особи, що здійснює керівництво та спостереження за правильністю ведення робіт. Рекомендовані схеми стропування вагонів показані на рис. 4.1.

Комплект запасних частин, інструментів, конструкторська та товаросупроводжувальна документація пакуються у дер'явні шухляди і транспортуються разом з вагонами. За взаємним узгодженням сторін документації може бути відправлена споживачеві поштою.

На рис. 4.2 для прикладу показана схема розміщення та кріплення двох вагонів ВПК-7Б на чотирьохвісній залізничній платформі. Для кріплення вагонів при цьому використовується приблизно 0,5 м³ лісоматеріалів та 150 кг дроту діаметром 6 мм за ГОСТ 3282.



а



б

Рисунок 4.1 – Рекомендовані схеми стропування прохідницьких вагонів ВПК-7Б:
 а – одним краном вантажопідйомністю 10 т;
 б – двома кранами вантажопідйомністю 5 т кожний

При правильному розміщенні на залізничній платформі вагони повинні вписуватися у «контури навантаження» залізниці та у габарит 02-Т рухомого складу згідно з вимогами ГОСТ 9238.

Допускається транспортування вагонів від залізничної станції безпосередньо на експлуатаційне підприємство за допомогою автомобільного транспорту. Для цього рекомендується застосовувати трейлери, що дозволяють перевезення вантажів довжиною до 9 м і масою 10 т. Під час виконання такої операції потрібно дотримуватися усіх діючих вимог при перевезенні вантажів відкритим автомобільним транспортом.

Кріплення вагону на трейлері виконується аналогічно описаному вище способу кріплення його на залізничній платформі.

Під час транспортування автотранспортом швидкість руху автомобіля не повинна перевищувати:

- 25 км/год. – на прямих ділянках шляху;
- 5-10 км/год. – на поворотах.

Перед розвантаженням споживач повинен перевірити стан упаковки запасних частин та фарбування вагонів, наявність консерваційного мастила на відкритих механічно оброблених поверхнях, відсутність механічних ушкоджень.

4.1.2 Розрахунок розміщення та кріплення вагону на залізничній платформі

Характеристика вантажу та вибір транспортного засобу.

Для перевезення прохідницького вагону з донним конвеєром ВПК-7Б (вантаж № 1), шухляди із запасними частинами та документацією (вантаж № 2) та навантажувальної машини типу ППН1, упакованої у шухляду (вантаж № 3) з огляду на параметри вантажів вибираємо чотирьохвісну залізничну платформу ЦНДІ-ХЗ-0 вантажопідйомністю 63 т. У табл. 4.1 приведені характеристики вантажів.

Задачі розрахунку.

Задачами розрахунку є визначення:

- поперечної стійкості залізничної платформи з вантажем;
- сил, що діють на вантаж;

Таблиця 4.1 – Характеристики вантажів для перевезення на платформі

Показник	Вантаж № 1	Вантаж № 2	Вантаж № 3
Габаритні розміри, м:			
довжина	8,86	1,4	3,7
ширина	1,35	0,7	2,0
висота	1,65	0,8	2,0
Маса, т	9,2	0,8	5,5
Розподілення центру мас, м:			
по довжині	4,1	0,7	1,85
по ширині	0,675	0,35	1,0
по висоті	0,65	0,3	0,65
Колія, мм	750	-	-
Діаметр колеса, мм	400	-	-

- міцності кріплення вагонів на платформі;
- стійкості вантажу на платформі.

Розміщення та закріплення вантажу.

Вагон та шухляду з навантажувальною машиною розміщуються на платформі впритул. Шухляда із запасними частинами встановлюється біля розвантажувального кінця вагону. Таке розміщення задовольняє умові рівномірного завантаження ходових візків платформи [18].

Кожна пара коліс візків вагону встановлюється на поздовжню прокладку розміром 50 x 100 x 2000 мм, яка закріплюється на підлозі платформи вісьмома цвяхами діаметром 6 мм та довжиною 200 мм. Коже колесо підклинюється упорними брусками з обох боків. Бруски мають бути розвернуті торцевим боком впритул до ободу колеса і постачені похилою кромкою завширшки 30 мм, розташованою по дотичній до ободу колеса. Бруски прибиваються до підкладок десятьма цвяхами діаметром 6 мм та довжиною 200 мм.

Вагон, крім того, закріплюється дванадцятьма розтяжками (див. рис. 4.2).

Шухляда з навантажувальною машиною кріпиться на платформі упорними

брусками розміром 150 x 150 мм, які прибиваються до її підлоги цвяхами діаметром 8 мм та довжиною 250 мм.

Шухляда із запасними частинами кріпиться на платформі упорними брусками та цвяхами діаметром 6 мм і довжиною 200 мм.

Визначення поперечної стійкості платформи.

При навантаженні на одиночну платформу поперечна стійкість перевіряється у випадках, коли центр мас платформи з вантажем знаходиться на відстані більше 2,3 м від рівня головки рейок або коли площа навітряної поверхні чотирьохвісної платформи з вантажем перевищує 50 м².

Висота загального центру мас платформи з вантажем:

$$H_{\text{ЦМ}}^o = \frac{Q_{\text{Пл}}h_{\text{Пл}} + Q_{\text{В1}}H_{\text{ЦМ1}} + Q_{\text{В2}}H_{\text{ЦМ2}} + Q_{\text{В3}}H_{\text{ЦМ3}}}{Q_{\text{Пл}} + Q_{\text{В1}} + Q_{\text{В2}} + Q_{\text{В3}}} =$$

$$= \frac{m_{\text{Пл}}h_{\text{ЦМ.Пл}} + m_{\text{В1}}(h_{\text{ЦМ.В1}} + h_{\text{Пл}} + 0,05) + m_{\text{В2}}(h_{\text{ЦМ.В2}} + h_{\text{Пл}}) + m_{\text{ЦМ.В3}}(h_{\text{ЦМ.В3}} + h_{\text{Пл}})}{m_{\text{Пл}} + m_{\text{В1}} + m_{\text{В2}} + m_{\text{В3}}} =$$

$$\frac{21,8 \cdot 0,8 + 10(0,85 + 1,3 + 0,05) + 0,8(0,3 + 1,3) + 5,5(0,8 + 1,3)}{21,8 + 10 + 0,8 + 5,5} = 1,3 \text{ м}, \quad (4.1)$$

де $m_{\text{Пл}} = 21,8$ т – маса платформи; $h_{\text{ЦМ.Пл}} = 0,8$ м – висота центру мас платформи над рівнем головок рейок; $h_{\text{Пл}} = 1,3$ м – висота підлоги платформи над півнем головок рейок; $B = 0,05$ м – товщина дерев'яних прокладок.

Оскільки $1,3 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$, то перша умова виконана.

Площа навітряної поверхні платформи з вантажем:

$$S = S_{\text{В}} + S_{\text{Пл}} = 13 + 27,72 = 40,72 \text{ м}^2, \quad (4.2)$$

де $S_{\text{В}} = 13 \text{ м}^2$ – площа навітряної поверхні платформи; $S_{\text{Пл}}$ – площа проекції поверхні вантажу, що піддається впливу вітру, на вертикальну площину, яка проходить через поздовжню вісь платформи:

$$S_{\text{Пл}} = l_{\text{В1}}h_{\text{к}} + 2S_{\text{м}} + l_{\text{В2}}h_{\text{В2}} + l_{\text{В3}}h_{\text{В3}} = 8,96 \cdot 1,38 + 2 \cdot 3,5 + 1,4 \cdot 0,8 + 3,7 \cdot 2,0 =$$

$$= 27,72 \text{ м}^2, \quad (4.3)$$

де $h_{\text{к}} = 1,38$ м – висота кузова вагону; $S_{\text{м}} = 3,5 \text{ м}^2$ – площа проекції поверхні од-

ного візка, що піддається впливу вітру, на вертикальну площину, яка проходить через поздовжню вісь платформи.

Оскільки $40,72 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$, то й друга умова також виконана.

Визначення сил, що діють на вантаж.

Усі діючі на вантаж сили враховуються у двох розрахункових поєднаннях навантажень. Перше з них відповідає співударянню платформ під час маневрів, спусків із сортувальних гірок, рушання ів гальмування потягу. Друге пов'язано з рухом потягу з найбільшою допустимою швидкістю вантажних потягів у мережі залізничних шляхів – 100 км/год.

Величина поздовжньої інерційної сили для першого поєднання навантажень:

$$F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}}(m_{\text{в1}} + m_{\text{в2}} + m_{\text{в3}}) = 1,2(10 + 0,8 + 5,5) = 19,6 \text{ т}, \quad (4.4)$$

де $a_{\text{пр}}$ – питома величина поздовжньої інерційної сили:

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{(m_{\text{в1}} + m_{\text{в2}} + m_{\text{в3}})(a_{22} - a_{85})}{63} = 1,2 - \frac{(10 + 0,8 + 5,5)(1,2 - 1,0)}{63} = 1,2 \text{ т/т},$$

де $a_{22} = 1,2 \text{ т/т}$ – питома величина поздовжньої інерційної сили при масі бруто на платформі 22 т; $a_{85} = 1,0 \text{ т/т}$ – питома величина поздовжньої інерційної сили при масі бруто на платформі 85 т [19].

Величина сили тертя, що перешкоджає переміщенню вантажу у поздовжньому напрямку (перше поєднання навантажень):

$$F_{\text{пр}}^{\text{тр}} = (m_{\text{в1}} + m_{\text{в2}} + m_{\text{в3}})\mu = (10 + 0,8 + 5,5)0,4 = 6,5 \text{ т}, \quad (4.5)$$

де $\mu = 0,4$ – коефіцієнт тертя вантажу відносно підкладок (метал відносно дерева).

Величина поперечної горизонтальної інерційної сили з урахуванням дії центральної сили для другого поєднання навантажень:

$$F_{\text{п}} = a_{\text{п}}(m_{\text{в1}} + m_{\text{в2}} + m_{\text{в3}}) = 3,3(10 + 0,8 + 5,5) = 5,4 \text{ т}, \quad (4.6)$$

де $a_{\text{п}} = 0,33 \text{ т/т}$ – питома величина поперечної інерційної сили.

Величина вітрового навантаження для другого поєднання, що приймається

нормальним відносно поверхні вантажу і визначається з розрахунку питомого тиску вітру ($0,05 \text{ т/м}^2$):

$$W_{\Pi} = 0,05S_{\Pi} = 0,05 \cdot 27,72 = 1,4 \text{ т.} \quad (4.7)$$

Величина вертикальної інерційної сили для другого поєднання:

$$F_{\text{в}} = a_{\text{в}}Q_{\text{в}1} = 0,381 \cdot 16,3 = 6,2 \text{ т,} \quad (4.8)$$

де $a_{\text{в}}$ – питома величина вертикальної інерційної сили:

$$a_{\text{в}} = 250 + Kl_{\text{цм}} + \frac{2140}{Q_{\text{в}0}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{16,3} = 381 \text{ кг/т} = 0,381 \text{ т/т,} \quad (4.9)$$

де $K = 5$ – коефіцієнт при навантаженні на одну платформу; $l_{\text{цм}} = 0$ – відстань від центру мас вантажу до вертикальної площини, що проходить через поперечну вісь платформи.

Величина сили тертя, що перешкоджає переміщенню вантажу у поперечному напрямку (друге поєднання навантажень):

$$F_{\Pi}^{\text{ТР}} = Q_{\text{в}}\mu(1 - a_{\text{в}}) = 28 \cdot 0,4(1,0 - 0,381) = 6,7 \text{ т.} \quad (4.10)$$

Розрахунки кріплення вантажів на залізничній платформі.

Кріплення вантажів від поступальних переміщень, як було зауважено вище, здійснюється за допомогою розтяжок та упорних брусків.

Величини поздовжнього $\Delta F_{\text{пр}}$ та поперечного ΔF_{Π} зусиль, які повинні сприйматися кріпленням, можна розрахувати за наступними формулами:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{пр}}^{\text{ТР}} = 18,7 - 6,5 = 12,2 \text{ т;} \quad (4.11)$$

$$\Delta F_{\Pi} = 1,25(F_{\Pi} + W_{\Pi}) - F_{\Pi}^{\text{ТР}} = 1,25(5,4 + 1,4) - 6,7 = 3,1 \text{ т.} \quad (4.12)$$

Ці зусилля сприймаються двома видами кріплень:

$$\Delta F_{\text{пр}} = \Delta F_{\text{пр}}^{\text{р}} + \Delta F_{\text{пр}}^{\text{б}}; \quad (4.13)$$

$$\Delta F_{\Pi}^{\text{б}} = \Delta F_{\Pi}^{\text{р}} + \Delta F_{\Pi}^{\text{б}}; \quad (4.14)$$

де $\Delta F_{\text{пр}}^{\text{р}}$, $\Delta F_{\text{п}}^{\text{р}}$, $\Delta F_{\text{пр}}^{\text{б}}$, $\Delta F_{\text{п}}^{\text{б}}$ – частки поздовжнього або поперечного зусиль, що сприймаються відповідно розтяжками та брусками.

Частки зусиль з формул (4.13) і (4.14), що сприймаються брусками при описаному вище способі кріплення їх до платформи, складуть:

$$\Delta F_{\text{пр}}^{\text{б}} = n_{\text{пр}}^{\text{б}} n_{\text{пр}}^{\text{цв}} R_{\text{цв}} = 8 \cdot 10 \cdot 0,108 = 8,6 \text{ т}; \quad (4.15)$$

$$\Delta F_{\text{п}}^{\text{б}} = n_{\text{п}}^{\text{б}} n_{\text{п}}^{\text{цв}} R_{\text{цв}} = 8 \cdot 12 \cdot 0,108 = 10,4 \text{ т}, \quad (4.16)$$

де $n_{\text{пр}}^{\text{б}} = 8$ – кількість упорних брусків, що одночасно працюють в одному напрямку уздовж подовжньої осі платформи; $n_{\text{пр}}^{\text{цв}} = 10$ – кількість цвяхів для кріплення кожного з них; $n_{\text{п}}^{\text{б}} = 8$ – кількість упорних брусків, що одночасно працюють в одному напрямку уздовж поперечної осі платформи; $n_{\text{п}}^{\text{цв}} = 12$ – кількість цвяхів для кріплення кожного з них; $R_{\text{цв}} = 0,108 \text{ т}$ – допустиме навантаження на один цвях діаметром 6 мм і довжиною 200 мм.

Частки зусиль з формул (4.13) і (4.14), що сприймаються розтяжками при описаному вище способі кріплення їх до платформи, складуть:

$$\Delta F_{\text{пр}}^{\text{р}} = \Delta F_{\text{пр}} - \Delta F_{\text{пр}}^{\text{б}} = 12,2 - 8,6 = 3,6 \text{ т}; \quad (4.17)$$

$$\Delta F_{\text{п}}^{\text{р}} = \Delta F_{\text{п}} - \Delta F_{\text{п}}^{\text{б}} = 3,1 - 19,4 = -7,3 \text{ т}. \quad (4.18)$$

Отже, бачимо – знак «-» у формулі (4.18) – що вагон від поперечних переміщень у достатньому ступені закріплений брусками та підкладками і додаткового кріплення розтяжками не потребує.

Здійснюємо розрахунок розтяжок, що утримують вагон від поздовжніх переміщень. Зусилля у розтяжці з урахуванням зростання сил тертя від вертикальних складових зусиль у кріпленні для першого поєднання сил дорівнюватиме (рис. 4.3):

$$R_{\text{пр}}^{\text{р}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}} - \Delta F^{\text{б}}}{n_{\text{пр}}^{\text{р}} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \cos \beta_{\text{пр}})}, \quad (4.19)$$

$$R_{\Pi}^p = \frac{\Delta F_{\Pi}}{n_{\Pi}^p (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \cos \beta_{\Pi})}, \quad (4.20)$$

де $n_{\text{пр}}^p$, n_{Π}^p – кількості розтяжок, що одночасно працюють відповідно у поздовжньому та поперечному напрямках; α – кут нахилу розтяжки відносно підлоги платформи; $\beta_{\text{пр}}$ – кут між проекцією розтяжки на горизонтальну площину та поздовжньою віссю платформи; β_{Π} – кут між проекцією розтяжки на горизонтальну площину та поперечною віссю платформи.

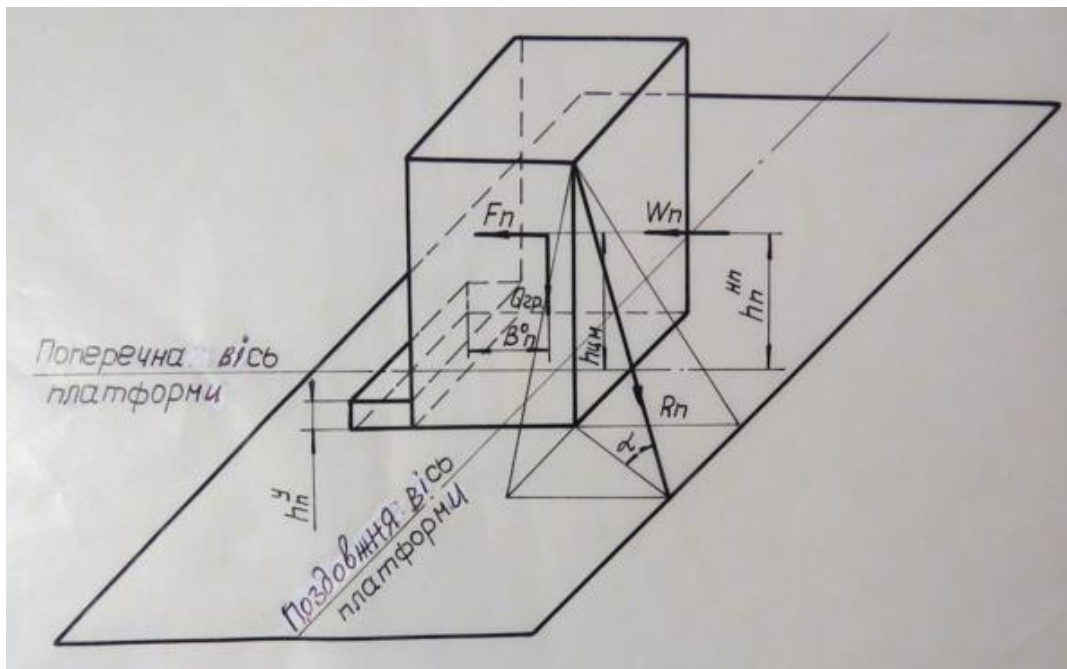


Рисунок 4.3 – Схема до розрахунку розтяжок, що утримують вагон від поздовжніх переміщень на залізничній платформі

Дані для розрахунку беремо зі схеми з основними розмірами прохідницького вагону ВПК-7Б (рис. 4.4) та схем розташування розтяжок (рис. 4.5). Знаходимо з них значення α , β_{Π} та $\beta_{\text{пр}}$.

При довжині проекції розтяжки $l = 1,3$ м її справжня довжина становитиме:

$$AD = \sqrt{OA^2 + OC^2 + OB^2} = \sqrt{0,54^2 + 0,535^2 + 1,3^2} = 1,5 \text{ м};$$

$$\sin \alpha = \frac{OA}{AD} = \frac{0,54}{1,5} = 0,358; \alpha = 21^\circ;$$

$$\cos \alpha = 0,933;$$

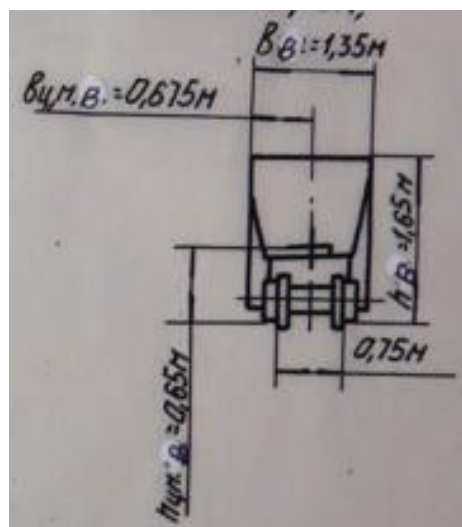
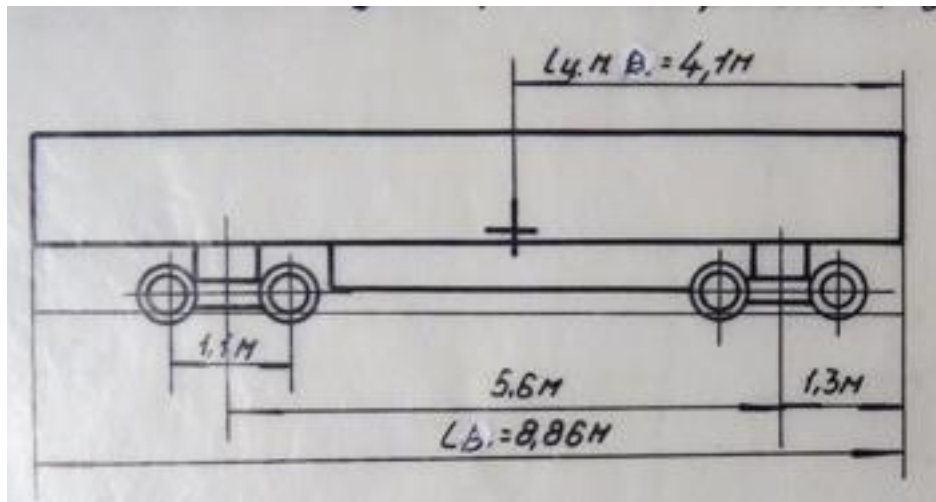


Рисунок 4.4 – Основні розміри для розрахунку стійкості вагону

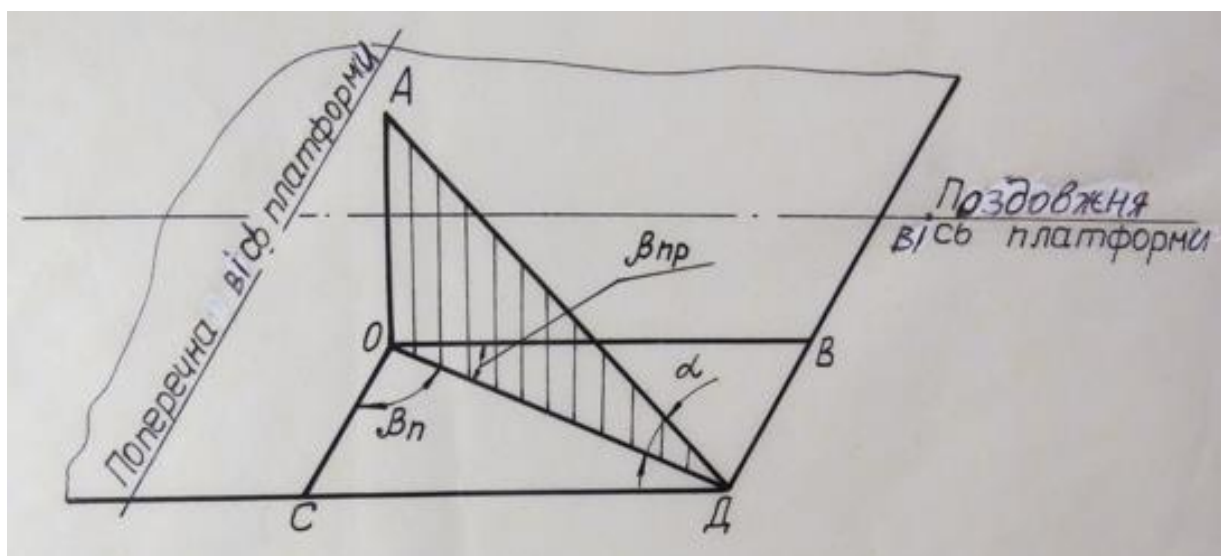


Рисунок 4.5 – Схеми розташування розтяжок для закріплення вантажів

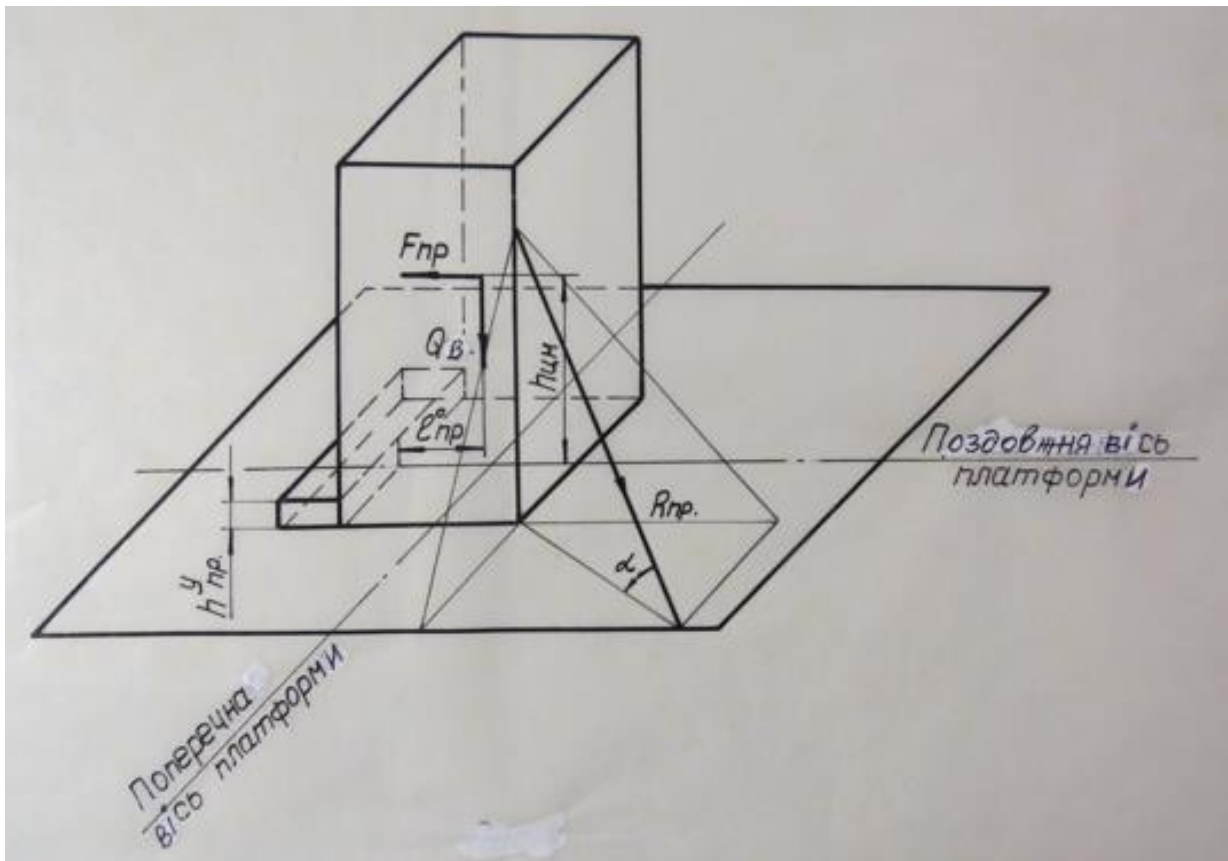


Рисунок 4.5 – Схеми розташування розтяжок для закріплення вантажів (продовження)

$$\tan \beta_{\text{пр}} = \frac{ВД}{ОВ} = \frac{0,535}{1,3} = 0,412;$$

$$\beta_{\text{пр}} = 22^{\circ}; \cos \beta_{\text{пр}} = 0,927;$$

$$\beta_{\text{п}} = 90^{\circ} - 22^{\circ} = 68^{\circ}; \cos 68^{\circ} = 0,375.$$

Тоді за формулами (4.19) і (4.20) знаходимо зусилля у розтяжці під дією відповідно поздовжніх та поперечних сил для $l = 1,3$ м:

$$R_{\text{пр}}^{\text{р}} = \frac{18,7-8,6}{6(0,4 \cdot 0,358 + 0,933 \cdot 0,38)} = 2,4 \text{ т};$$

$$R_{\text{п}}^{\text{р}} = \frac{3,1}{6(0,4 \cdot 0,358 + 0,933 \cdot 0,38)} = 1,1 \text{ т}.$$

При довжині проекції розтяжки $l = 1,9$ м її справжня довжина становитиме:

$$АД = \sqrt{ОА^2 + ОС^2 + ОВ^2} = \sqrt{0,54^2 + 0,535^2 + 1,9^2} = 2,01 \text{ м};$$

$$\sin \alpha = \frac{OA}{AD} = \frac{0,54}{2,01} = 0,27 ; \alpha = 15^\circ;$$

$$\cos \alpha = 0,96;$$

$$\tan \beta_{\text{пр}} = \frac{ВД}{ОВ} = \frac{0,535}{1,9} = 0,28;$$

$$\beta_{\text{пр}} = 15^\circ; \cos \beta_{\text{пр}} = 0,96;$$

$$\beta_{\text{п}} = 90^\circ - 15^\circ = 75^\circ; \cos 75^\circ = 0,26.$$

Тоді за формулами (4.19) і (4.20) знаходимо зусилля у розтяжці під дією відповідно поздовжніх та поперечних сил $l = 1,9$ м:

$$R_{\text{пр}}^p = \frac{18,7 - 8,6}{6(0,4 \cdot 0,268 + 0,96 \cdot 0,96)} = 1,02 \text{ т};$$

$$R_{\text{п}}^p = \frac{3,1}{6(0,4 \cdot 0,268 + 0,96 \cdot 0,96)} = 0,3 \text{ т}.$$

Кількість ниток та діаметри дроту у розтяжці визначається за більшим зусиллям, отриманим у результаті розрахунку. З таблиці 30 [19] за допустимими зусиллями вибираємо розтяжки з дроту діаметром 6 мм та числом ниток 8.

Визначення площі дотику коліс з підкладкою та упорами.

Розрахунок виконується з метою виключення деформації підлоги платформи та підкладок.

Статичне навантаження на колесо дорівнює:

$$Q_{\text{к}}^c = \frac{Q_{\text{в}}}{n_{\text{к}}} = \frac{16,3}{4} \approx 4 \text{ т}, \quad (4.21)$$

де $n_{\text{к}} = 4$ – кількість коліс.

Динамічне навантаження:

$$F_{\text{б}}^{\text{к}} = a_{\text{б}} Q_{\text{к}}^c = 0,381 \cdot 4 = 1,5 \text{ т}. \quad (4.22)$$

Повне навантаження від колеса на прокладку:

$$Q_{\text{к}} = Q_{\text{к}}^c + F_{\text{б}}^{\text{к}} = 4 + 1,5 = 5,5 \text{ т}. \quad (4.23)$$

Проекція площі спирання колеса на прокладку:

$$S = \frac{Q_k}{[\sigma_{зм}]} = \frac{5500}{30} = 183 \text{ см}^2, \quad (4.24)$$

де $[\sigma_{зм}] = 30 \text{ кг/см}^2$ – допустиме напруження на зминання ([19], с. 51, табл. 32).

Довжина дуги у напрямку довжини прокладки:

$$C = \frac{S}{b_k} = \frac{183}{8} = 23 \text{ см}, \quad (4.25)$$

де $b_k = 8 \text{ см}$ – ширина площі контакту.

Під колесо укладається два упорних бруска таким чином, що вони торкаються його на довжині дуги $l = 24 \text{ см}$. Тоді кути α і β будуть дорівнювати (рис. 4.6):

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot 12}{2 \cdot 3,14 \cdot 27,5} = 30^\circ; \quad \beta = 12^\circ, \quad (4.26)$$

де $r = 27,5 \text{ см}$ – радіус колеса.

Загальна висота бруска:

$$h = 27,5 - r \cos 42^\circ = 27,5 - 27,5 \cdot 0,7 = 7,5 \text{ см}.$$

Приймаємо висоту бруска – 100 мм.

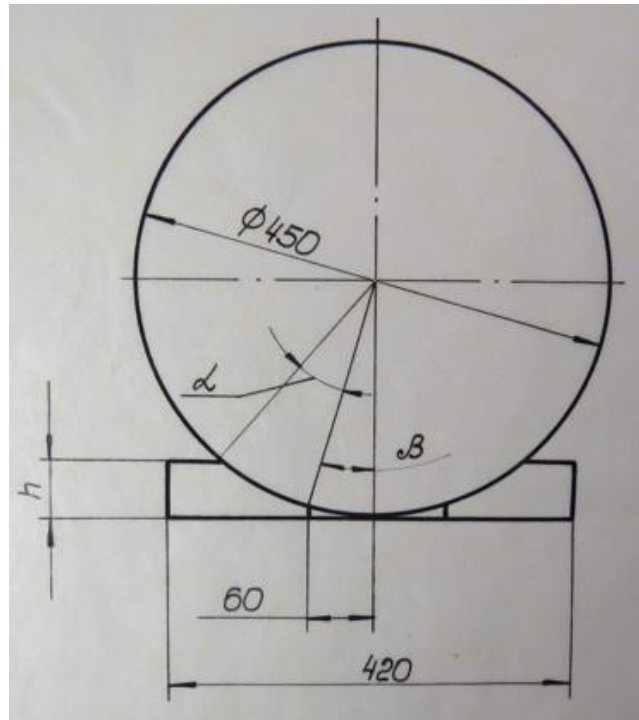


Рисунок 4.6 – Схема до розрахунку кріплення колеса

Визначення навантажень на візок платформи.

При розміщенні на платформі декількох одиниць вантажу навантаження на її візки можна визначити з рівняння моментів:

$$\sum M_A = \pm Q_1 l_1 \pm Q_2 l_2 \pm Q_3 l_3 - R_B l_{\Pi}, \quad (4.27)$$

звідки

$$R_B = \frac{\pm Q_1 l_1 \pm Q_2 l_2 \pm Q_3 l_3}{l_{\Pi}} = \frac{-5,5 \cdot 0,1 + 10,0 \cdot 7,72 + 0,8 \cdot 11}{9,72} = 1,5 \text{ т}; \quad (4.28)$$

$$R_A = Q_1 + Q_2 + Q_3 - R_B = 5,5 + 10,0 + 0,8 - 1,5 = 14,8 \text{ т}, \quad (4.29)$$

де R_A , R_B – навантаження на візкі платформи, т; l_1 , l_2 , l_3 – відстані від точки А до проєкцій центрів мас вантажів на поздовжню вісь платформи.

Отже максимальні навантаження на візки платформи та на її середню поперечну балку менше допустимих, приведених у табл. 8.6 ([18], с. 91).

Таким чином, розтяжки можуть бути виконані в одному з можливих поєднань, приведених у табл. 4.2

Таблиця 4.2 – Варіанти виконання розтяжок

№ варіанту	Діаметр дроту, мм	Кількість ниток у розтяжці
1	4	8
2	5	5
3	6	4
4	7	3

Перевірка стійкості вантажів.

Окрім поступальних переміщень вантажі у процесі транспортування можуть бути перекинуті, якщо коефіцієнт запасу стійкості їх від перекидання не задовольнятиме наступним умовам:

- уздовж платформи (див. рис. 4.5):

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{l_{\text{пр}}^0}{h_{\text{цм}} h_{\text{пр}}^y} \geq 1,25; \quad (4.30)$$

- уперек платформи (див. рис. 4.5, продовження):

$$\eta_{\Pi} = \frac{(m_{B1}+m_{B2}+m_{B3})b_{\Pi}^0}{F_{\Pi}(h_{\text{цм}}-h_{\Pi}^y)+W_{\Pi}(h_{\Pi}^{\text{нп}}-h_{\Pi}^y)} \geq 1,25, \quad (4.31)$$

де $l_{\text{пр}}^0 = 3,4$ м – найменша відстань від проекції центру мас на горизонтальну площину до ребра перекидання уздовж платформи; $b_{\Pi}^0 = 1,05$ м – найменша відстань від проекції центру мас на горизонтальну площину до ребра перекидання уперек платформи; $h_{\text{цм}}$ – висота центру мас вантажів над підлогою платформи:

$$h_{\text{цм}} = h_{\text{цм.в}} + 0,05 = 0,65 + 0,05 = 0,7 \text{ м}; \quad (4.32)$$

$h_{\text{пр}}^y = 0,05$ м – висота поздовжнього упору від підлоги платформи; $h_{\Pi}^y = 0,05$ м – висота поперечного упору від підлоги платформи; $h_{\Pi}^{\text{нп}} = 1,0$ м – висота центру проекції бічної поверхні вантажу від підлоги платформи.

З формул (4.30) і (4.31) знаходимо:

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{3,4}{0,7 \cdot 0,05} = 5,2 > 1,25;$$
$$\eta_{\Pi} = \frac{(10,0+0,8+5,5)1,55}{53,79(0,7-0,05)+13,8(1,0-0,05)} = 3,9 > 1,25.$$

В обох випадках коефіцієнт запасу стійкості вантажів більше допустимого, отже, додаткове кріплення вантажів від перекидання не потрібне.

Висновки.

Таким чином, виконані розрахунки підтверджують можливість транспортування прохідницького вагону з донним конвеєром ВПК-7Б та двох шухляд з навантажувальною машиною і запасними частинами для вагону на залізничній платформі ЦНДІ-ХЗ-0 вантажопійомністю 63 т.

Для цього потрібно закріпити вагон на платформі за допомогою прокладок, упорних брусків та дванадцяти розтяжок. При цьому швидкість транспортування вантажу не повинна перевищувати 100 км/год.

4.2 Правила зберігання вагону

Зберігання вагону має відбуватися під навісом.

Для забезпечення працездатності виробу під час тривалого зберігання потрібно періодично, але не менше одного разу за шість місяців, контролювати стан його консервації та за необхідності поновлювати її (див. п.п. 2.1 і 2.3).

У разі зберігання вагону довше термінів гарантії, а також у випадках порушення режиму зберігання, потрапляння вологи, ушкодження захисних покриттів потрібно провести повну перевірку вузлів з відновленням захисних покриттів.

При перервах в експлуатації вагону більше одного тижня необхідно очистити від бруду усі вузли та тертьові поверхні і змастити їх згідно зі схемою та таблицею змащення (див. розділ 6).

4.3 Порядок спуску вагону у шахту

Доставлений до підземного видобувного підприємства вагон має бути оглянутий для виявлення можливих ушкоджень, що могли виникнути під час транспортування. Крім того, при цьому перевіряється наявність запасних частин, інструменту та конструкторської документації згідно з відповідною комплектувальною відомістю. Усі виявлені несправності потрібно усунути.

Спуск вагону у шахту може здійснюватися як у кліті, так і під кліттю.

У разі спуску у кліті вагон має бути розібраний на складові частини (секції), а довжина кліті повинна бути не менше 4400 мм.

На кожній шахті має бути розроблена та затверджена головним інженером інструкція зі спуску вагону з конкретним викладенням послідовності технологічних операцій.

Для розбирання вагону на секції потрібно роз'єднати скребковий ланцюг, демонтувати гідроциліндр та зняти накладки у середній частині кузова, які сполучають передню і задню секції. Після цього слід додатково закріпити візки на секціях, а місця сполучень гідравлічної системи заглушити дерев'яними заглушками.

Спуск вагону під кліттю можна здійснювати у двох варіантах: у зібраному вигляді або у вигляді окремих секцій.

При першому варіанті візки вагону демонтують або надійно закріплюють на кузові канатами. Вагон підвішується під кліттю через отвір у його задній частині до спеціального контейнера кліті, призначеного для спуску крупногабаритного обладнання та довгомірів (у клітях, не обладнаних контейнерами – через люк у днищі кліті). Стропувальні пристрої повинні мати відповідну вантажопідйомність та потрібні відмітки на бірках. На рис. 4.7а показана схема стропування при спуску вагону у зібраному вигляді під кліттю.

Другий варіант стропування (окремими секціями під кліттю) показаний на рис. 4.7б.

У разі спуску вагону в шахтах, обладнаних багатоканатними підйомними машинами, обидві окремі секції вагону підвішуються під кліттю одночасно для урівноваження навантаження на кліть (рис. 4.8).

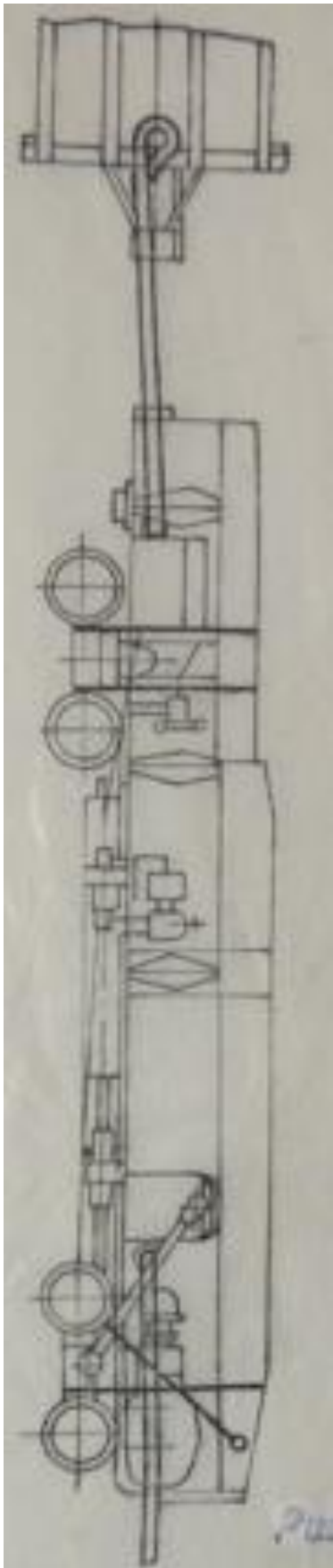
Для попередження закручування та розхитування вагону (секції) під кліттю використовуються напрямні башмаки або розтяжки.

Уведення вагону (секції) у стовбур та виведення його на прийомному майданчику зі стовбура здійснюється за допомогою тягальної лебідки за спеціально підвішений для цього канат. Заміна тягальної лебідки електровозом категорично забороняється.

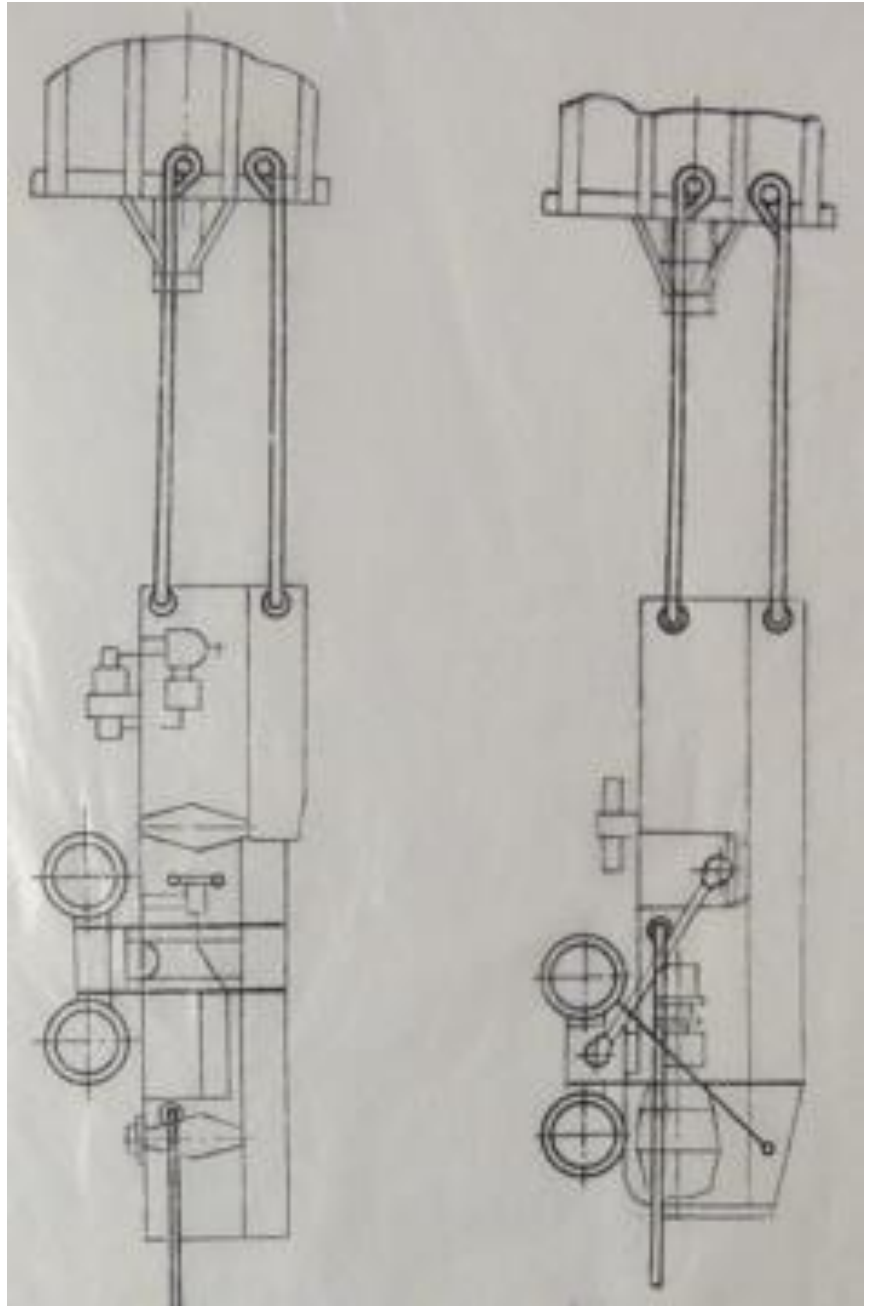
Швидкість уведення вагону (секції) у стовбур та виведення його зі стовбура має бути не більше 0,3 м/с, а швидкість транспортування по стовбурі – не більше 0,5 м/с.

Для супроводження вагону по стовбуру використовують засоби, призначені для перевірки армування стовбура.

Усі роботи зі спуску ведуться під керівництвом відповідальної особи технічного нагляду. Наряд на спуск вагону у шахту затверджується головним інженером шахти. Про час і порядок проведення операції спуску сповіщається диспетчер рудника.



a



б

Рисунок 4.7 – Схеми стропування під час спуску вагону у шахту під кліттю:
a – у зібраному вигляді; *б* – по секціях

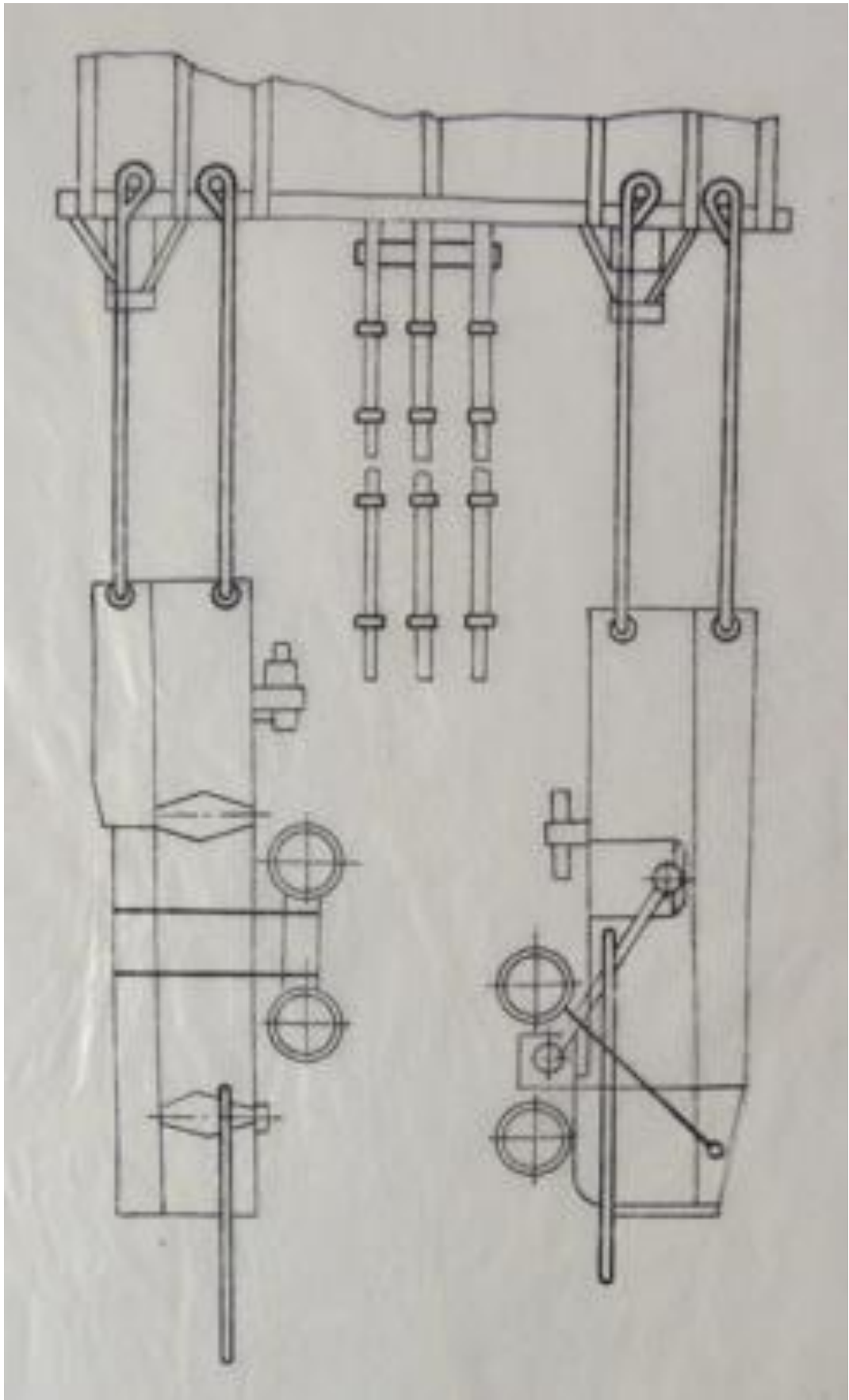


Рисунок 4.8 – Схема стропування під час спуску окремих секцій вагону у шахту на установках багатоканатного підйому

4.4 Монтаж і доставка вагону до місця експлуатації

4.4.1 Порядок монтажу вагону

Монтаж секцій вагону у шахті здійснюється у підземному гаражі, обладнаному відповідними такелажними засобами та оглядовою ямою.

Під час монтажу ланцюг у кузов потрібно заводити із завантажувального боку вагону через натяжні ролики. Для цього необхідно з'єднати між собою обидві гілки ланцюга, протягнути трос по днищу кузова та за допомогою тягальної лебідки завести верхню гілку аж до сполучення із зірочкою. У подальшому нижню гілку заводять також тягальною лебідкою з короткочасними включеннями конвеєра. З'єднання ланок ланцюга здійснюють у районі натяжного пристрою, після чого регулюють довжини гілок за його допомогою.

Далі потрібно перевірити роботу скребкового конвеєра на холостому ходу (ланцюг повинен рухатися плавно, без ривків та перекосів скребоків), відрегулювати за необхідністю натяг скребкового ланцюга та перевірити чіткість і плавність роботи пульта керування.

4.4.2 Визначення ширини виробки на прямолінійних та криволінійних ділянках шляху

Чисті розміри перетинів гірничих виробок («у світлі») на прямолінійних ділянках та на заокругленнях повинні забезпечувати можливість експлуатації вагонів із дотриманням вимог «Єдиних правил безпеки під час розробки рудних, нерудних та розсипних родовищ підземним способом» [13]. Мінімальні значення ширини виробок на прямолінійних ділянках шляху показані на рис. 4.9.

На рис. 4.10 та у табл. 4.3 показані схема і допоміжні розміри, за якими можна визначити ширину виробки на заокругленнях рейкового шляху радіусом від 12 до 50 м з урахуванням вибігу вагону. Наприклад:

- мінімальна ширина одноколіїної виробки на заокругленні радіусом 20 м складе (рис. 4.11):

$$B = 250 + a + b + 700 = 250 + 855 + 1020 + 700 = 2825 \text{ мм};$$

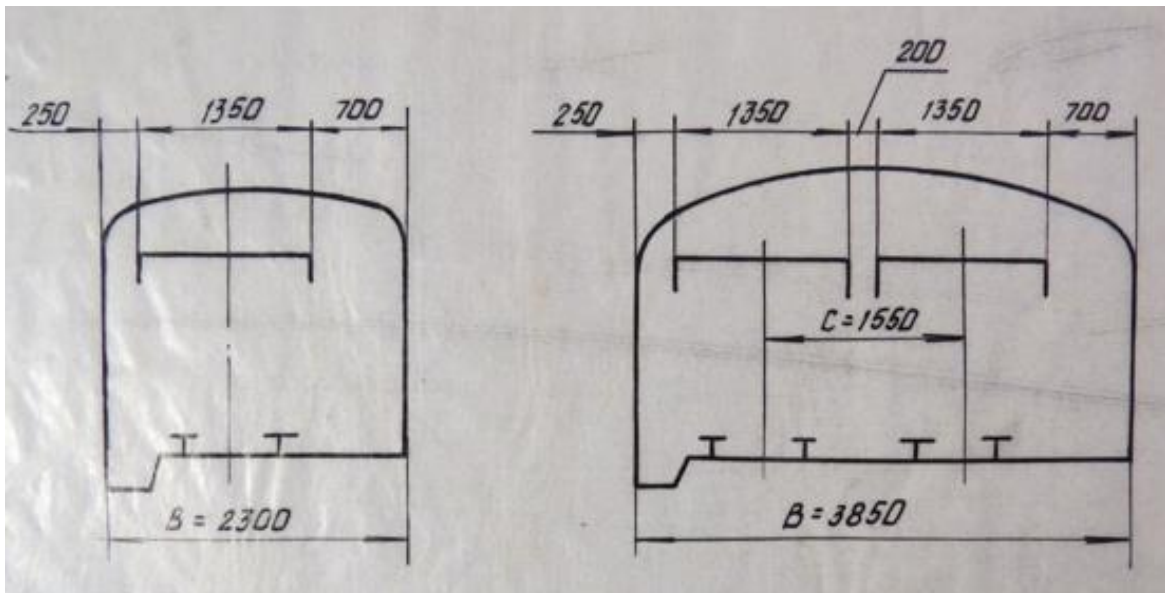


Рисунок 4.9 – Мінімальна ширина гірничих виробок на прямолінійній ділянці шляху вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б

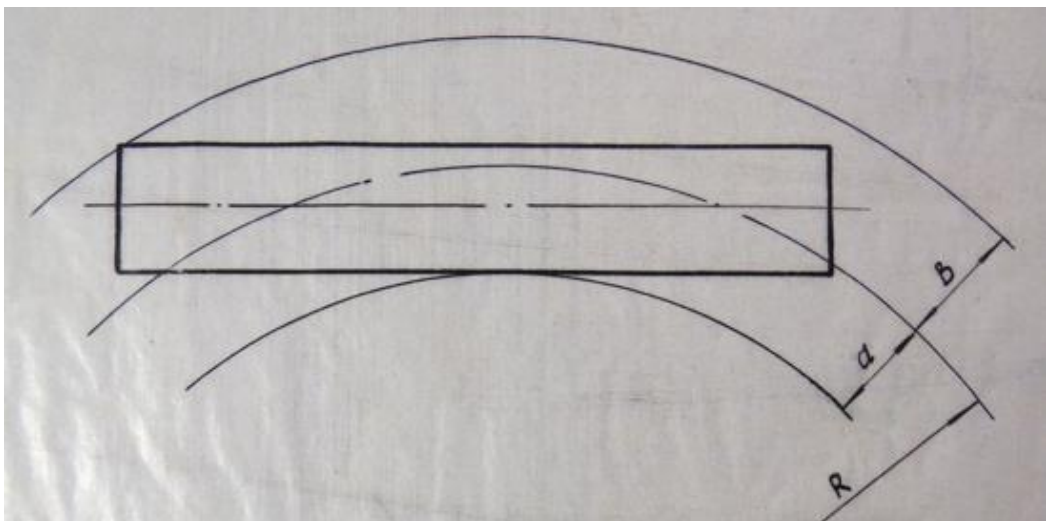


Рисунок 4.10 – Схема до визначення ширини виробок на заокругленнях рейкового шляху з урахуванням вибігу вагону (розміри a , b , і R дивись у таблиці 4.3)

Таблиця 4.3 – Розміри виробки у плані на заокругленнях рейкового шляху з урахуванням вибігу вагону

Розміри, мм (див. рис.4.10)	Радіус заокруглення рейкового шляху R , м							
	15	20	25	30	35	40	45	50
a	940	870	830	810	790	775	760	750
b	1180	1045	970	920	885	860	840	820

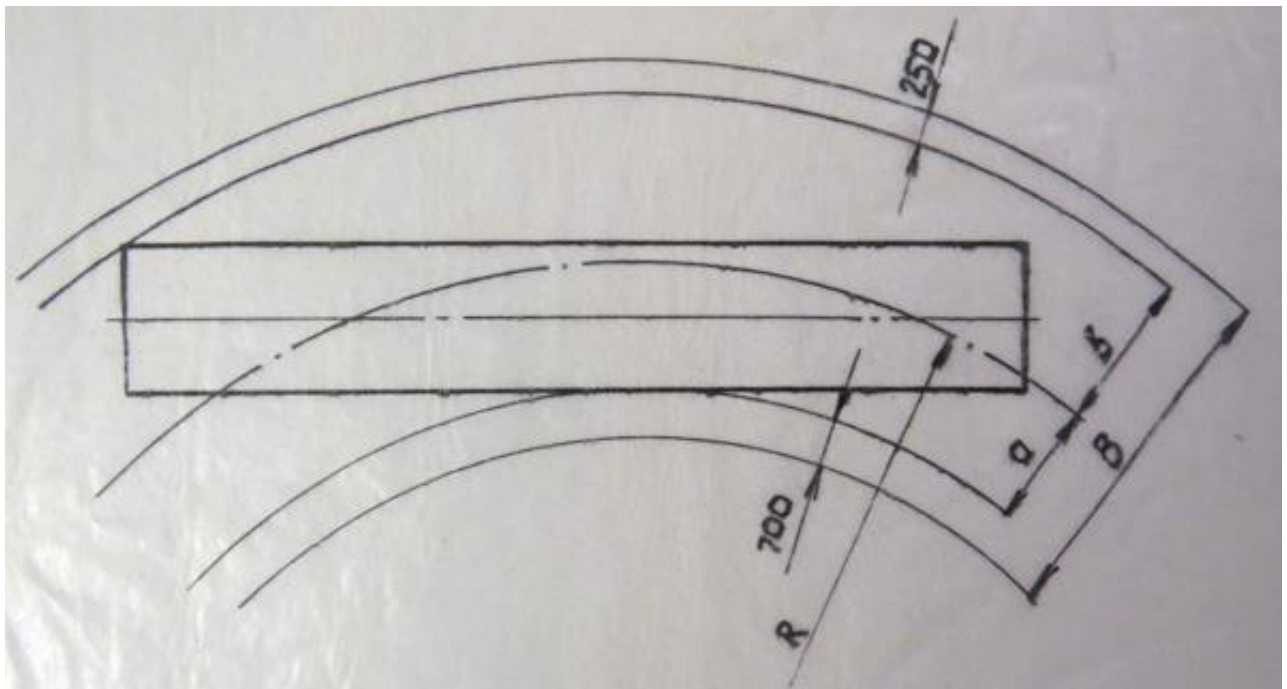


Рисунок 4.11 – Схема до визначення ширини одноколійної виробки на заокругленнях рейкового шляху

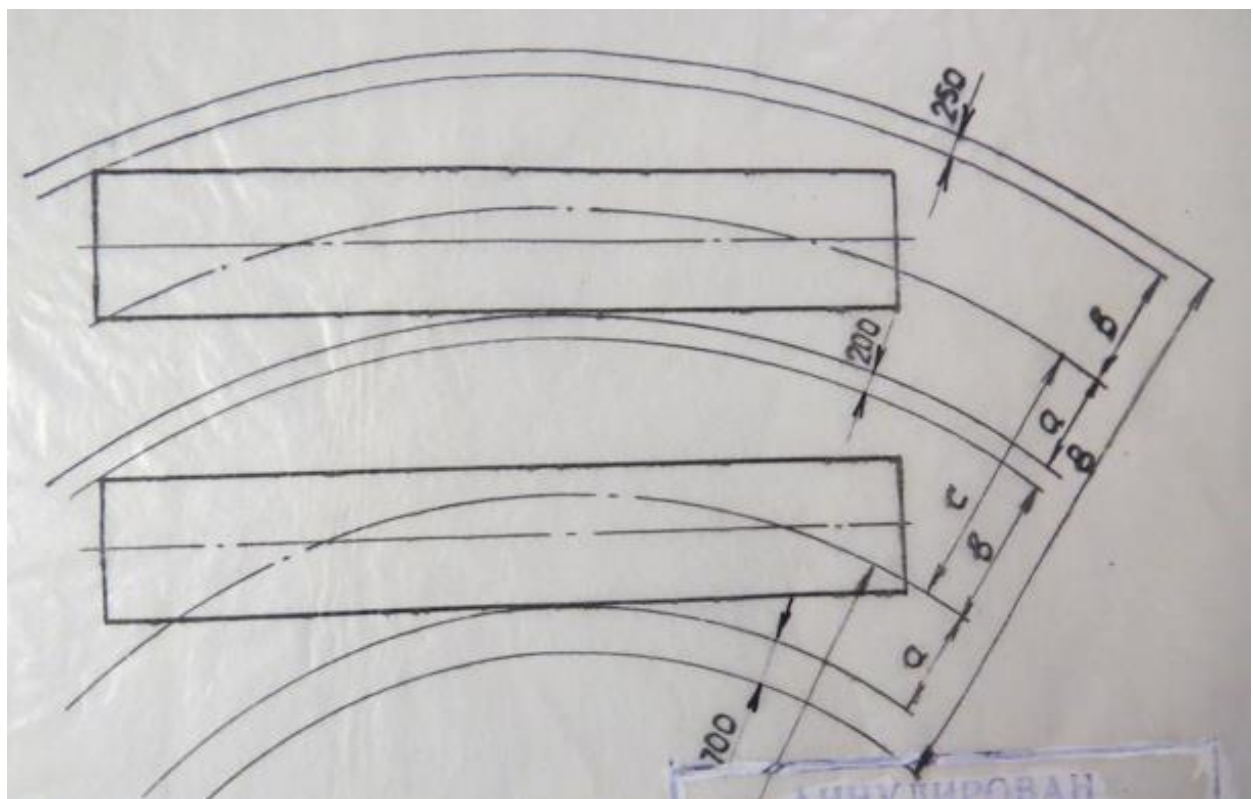


Рисунок 4.12 – Схема до визначення ширини двоколійної виробки на заокругленнях рейкового шляху

- мінімальна ширина двоколійної виробки на заокругленні радіусом 25 м складе (рис. 4.12):

$$\begin{aligned} B &= 250 + a + b + 200 + a + b + 700 = \\ &= 250 + 825 + 960 + 200 + 825 + 960 + 700 = 4720 \text{ мм}; \end{aligned}$$

- мінімальна відстань між осями рейкових шляхів для двоколійної виробки для цих умов складе:

$$C = b + 200 + a = 960 + 200 + 825 = 1985 \text{ мм.}$$

4.4.3 Доставка потягу з прохідницьких вагонів до місця експлуатації

Доставка потягу здійснюється за допомогою електровоза зі зчіпною масою не менше 14 т.

5 ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

Обслуговування вагону прохідницького ВПК-7Б забезпечує оператор, який повинен ґрунтовно ознайомитися з керівництвом з експлуатації установки [12], а також відповідною документацією на пневмодвигун ДАР-14М, насос НШ-50У, розподільник Р80-1/1-22 та фільтр ФГ25-2,25.

5.1 Підготовка до роботи

Експлуатація прохідницького вагону може здійснюватися як в одиночному варіанті (при довжині відкатки до 500 м), так і шляхом формування потягу, що складається з декількох вагонів (як правило, до 6 штук), у разі значної довжини відкатки.

Формування бункерного потягу з вагонів ВПК-7Б здійснюється згідно з вимогами [12] та затвердженого на підприємстві Плану організації робіт (ПОР). У кожному конкретному випадку питання про кількість вагонів у потягу повинно вирішуватися на основі економічних розрахунків з урахуванням тягових і гальмівних характеристик локомотивів та вимог ЄПБ [13].

На рис. 5.1 показана схема підключення вагонів до шахтного повітропроводу. Загальний рукав для підключення складається з власне рукавів $\varnothing 76 \times 91-10$ які поєднуються між собою за допомогою трійників, та має на кінцях кутники (рис. 5.2). Крок установки трійників для під'єднання вагонів потягу – 9700 мм. Загальна довжина рукава визначається у залежності від числа вагонів у потягу.

У забій, де буде відбуватися завантаження потягу (вагону), має бути підведено стиснене повітря. Перетин повітряного трубопроводу повинен забезпечити подачу повітря з розрахунку, що максимальна витрата його одним вагоном складає 20-28 м³/хв. У забої також має бути водяний трубопровід для пилопригнічення під час завантаження гірничої маси та освітлення по усій довжині бункерного потягу [12,13]. Рейкові шляхи повинні бути укладені згідно з діючими нормами. Рекомендований тип рейок – Р43 або Р38.

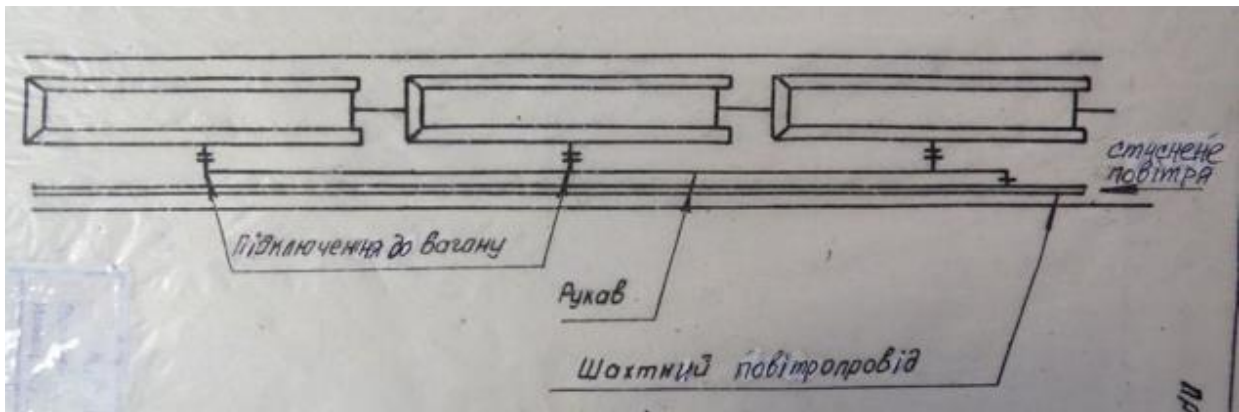


Рисунок 5.1 – Схема підключення загального повітряного рукава до вагонів при роботі у складі бункерного потягу

5.2 Порядок роботи

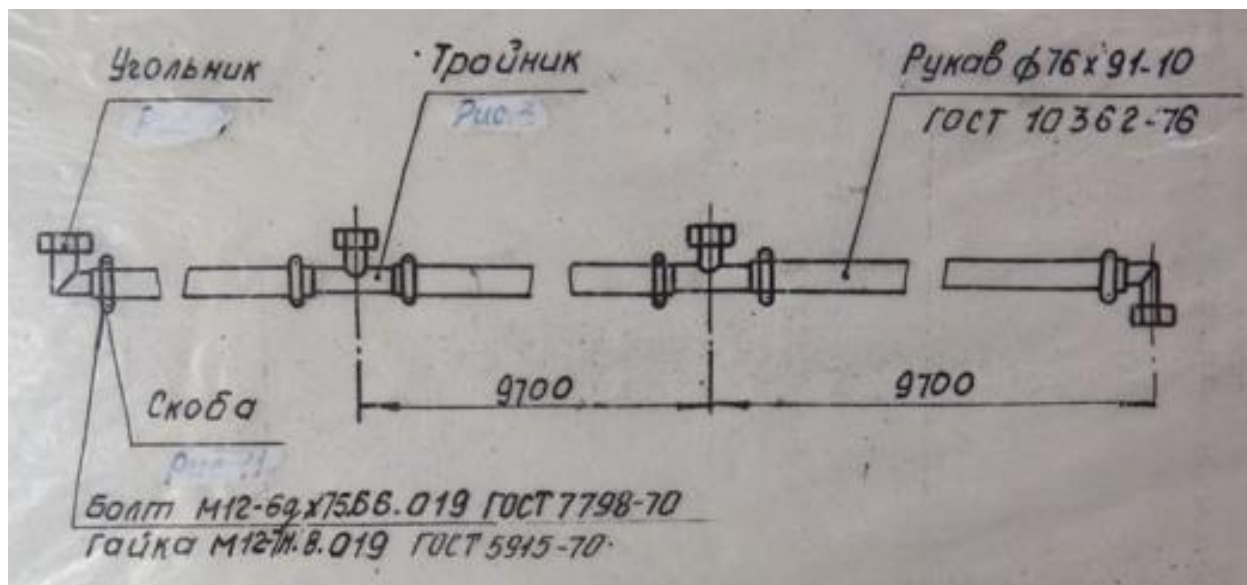
Завантаження потягу у складі прохідницьких вагонів з донним конвеєром здійснюється безпосередньо біля прохідницького забою за допомогою навантажувальної машини, яка підбирає підірвану гірничу масу зі штабелю у забої і завантажує її у перший від нього вагон потягу.

Перед початком завантаження потягу на рейки встановлюються спеціальні упори (башмаки, стопори) для виключення можливості наїзду потягу на навантажувальну машину.

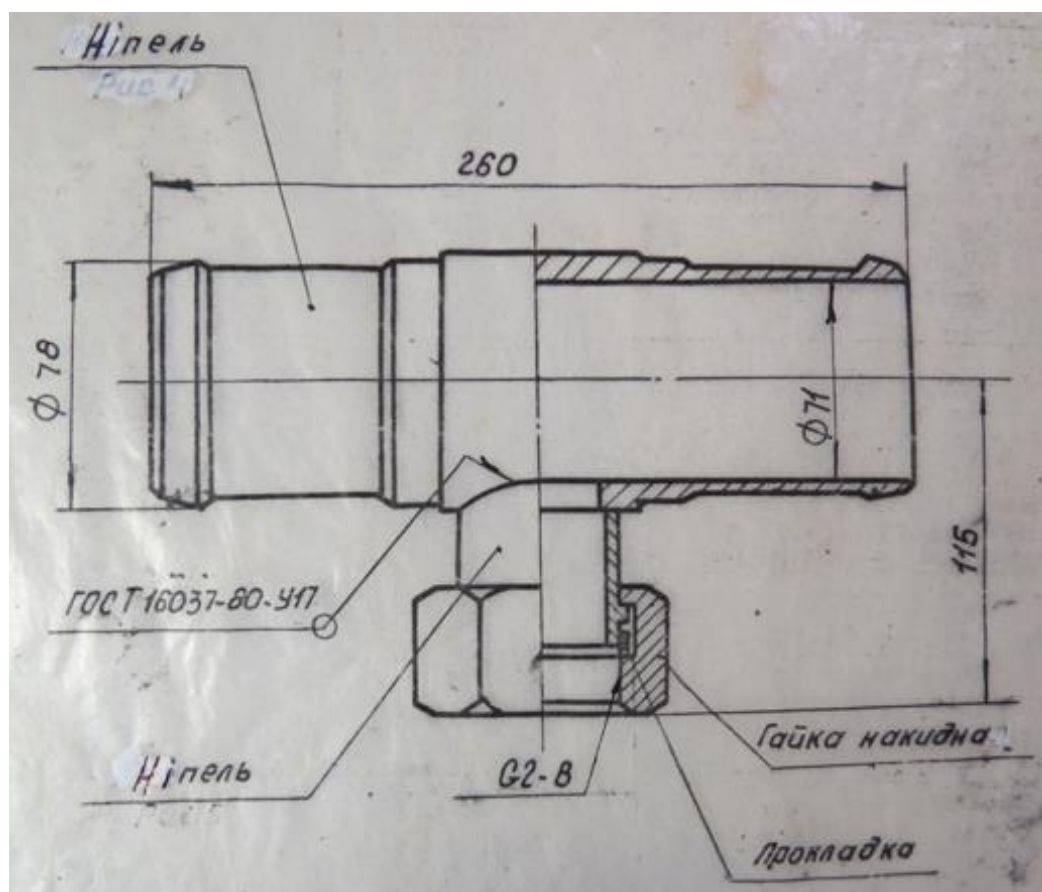
Роботи з прибирання гірничої маси під час проходки виробок з використанням бункерного потягу у складі вагонів прохідницьких з донним конвеєром ВПК-7Б виконуються у наступній послідовності:

- встановити вагони у забої і застопорити найближчий до навантажувальної машини вагон за допомогою стопорного башмака;
- підключити стиснене повітря і воду до кожного вагону;
- перевірити роботу звукових сигналів;
- за допомогою гідроциліндрів підняти кузови і зсунути між собою вагони (див. рис. 2.1б). Підйом кузовів обов'язково потрібно починати з боку електровозу;
- підняти задні стулки на вагонах;

- увімкнути зрошувальну систему;



а



б

Рисунок 5.2 – Загальний повітряний рукав:
а – схема рукава; б - трійник

- здійснити заповнення вагонів шляхом послідовного перевантаження гірничої маси з одного кузова у наступний. Донні конвеєри вагонів потрібно задіювати у міру необхідності переміщення породи.

Після закінчення процесу завантаження бункерного потягу його потрібно привести у транспортне положення. Ця операція здійснюється у послідовності, зворотній описаній вище підготовки до роботи. Опускання кузовів на вагонах при цьому обов'язково має починатися з боку навантажувальної машини.

Далі за допомогою електровозу бункерний потяг транспортується до місця розвантаження. Електровоз при цьому повинен знаходитися у голові потягу.

Розвантаження потягу може здійснюватися за однією із семи можливих схем, зображених на рис. 5.3-5.9, а саме:

- розвантаження у гезенк без відхилення або з відхиленням зчипки (рис. 5.3);
- розвантаження на стрілочному переводі (рис. 5.4);
- розвантаження у гезенк (рис. 5.5);
- розвантаження у бічний гезенк (рис. 5.6);
- розвантаження у відвал (рис. 5.7);
- розвантаження у бункер кругового перекидача (рис. 5.8);
- розвантаження у потяг з вагонетками (рис. 5.9). Висота рудникових вагонеток, що використовуються для прийому гірничої маси з потягу, має бути не більше 1300 мм.

Найбільш зручними варіантами представляються схеми розвантаження бункерного потягу у гезенк, розташований поміж рейками.

Певними вимогами характеризується операція розвантаження потягу у бункер кругового перекидача. Її рекомендується виконувати у наступній послідовності:

- повернути барабан перекидача на 180°;
- встановити перед перекидачем додатковий лоток для спрямування потоку руди у бункер;
- проштовхнути електровозом потяг до перекидача;
- підключити до вагонів стиснене повітря та воду;

- застопорити башмаками задній візок на вагоні, що розташований перед перекидачем;
- виконати насування кузовів вагонів, починаючи з боку перекидача;
- увімкнути зрошувальну систему;
- включити конвеєр на вагоні, що знаходиться біля перекидача, а потім й на інших вагонах у порядку їх розташування.

У транспортне положення потяг приводиться у зворотній послідовності.

При цьому опускання кузовів починають з боку електровоза.

За необхідності передні стулки на вагоні, розташованому безпосередньо біля перекидача, можуть бути демонтовані.

5.3 Можливі несправності конструкції вагону та методи їх усунення

Під час експлуатації прохідницького вагону можливі відмови його найбільш вразливих у важких умовах підземних рудників деталей та вузлів. У табл. 5.1 приведені приклади таких відмов, їх зовнішні прояви та додаткові ознаки, ймовірні причини виникнення та способи усунення несправностей.

5.4 Основні вимоги техніки безпеки під час експлуатації вагону

Усі без виключення роботи, пов'язані з доставкою у шахту, монтажем, експлуатацією та демонтажем вагону повинні здійснюватися у суворій відповідності з розробленим на підприємстві Планом організації робіт, під керівництвом спеціально призначених для цього відповідальних осіб, які зобов'язані забезпечити контроль за якістю ведення робіт та дотриманням усіх правил безпеки, у тому числі ЄПБ [13].

Крім того, підприємство, що експлуатує прохідницькі вагони, має розробити додаткові вимоги та рекомендації щодо безпечного ведення робіт з урахуванням специфічних умов даного підприємства, в яких повинні бути вказані місця розва-

нтаження, розминовки та зчеплення вагонів, а також вимоги безпеки до цих робочих місць.

До керування прохідницьким вагоном і бункерним потягом допускаються особи, що пройшли навчання з будови та обслуговування вагонів в обсязі керівництва з експлуатації [12], а також місцевий інструктаж з безпеки праці.

Для забезпечення безпеки працюючих під час експлуатації прохідницького вагону повинні бути виконані наступні вимоги.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- експлуатувати в одному прохідницькому бункерному потягу вагони ВПК-7Б разом з вагонами інших типів (за виключенням вагонів ВПК-7А);
- передавати керування вагонами (та електровозом під час транспортування і виконання маневрових робіт) стороннім особам;
- вмикати механізми вагону без сигналу, що попереджує осіб, працюючих поблизу;
- здійснювати зчеплення та розчеплення вагонів на криволінійних ділянках шляху, стрілочних переводах та інших місцях, що не відповідають вимогам керівництва з експлуатації [12];
- стороннім особам знаходитися у районах навантаження, розвантаження та переміщення потягу під час виконання маневрів;
- транспортувати потяг з піднятими кузовами або розкритими стулками;
- перевозити людей та обладнання;
- знаходитися під вагоном з піднятим кузовом;
- звільняти руками заклинені шматки гірничої маси;
- знаходитися між вагонами та стінкою виробки під час постановки на рейки потягу, що зійшов з них. При цьому повинні використовуватися призначені для цього спеціальні пристосування – стопорні башмаки, домкрати та самостави;
- працювати вагонами з деформованими зчіпними пристроями та іншими несправностями (шворнів, стулок), що створюють аварійні ситуації;
- використовувати вагони не за призначенням;
- штовхати потяг на довжину більше 300 м, а також зі швидкістю більше 2

м/с;

- працювати без запобіжного ланцюжка на повітропідвідному рукаві;
- під час роботи вагону очищати кузов від породи і бруду, регулювати натяг ланцюгів, здійснювати огляд та ремонт механізмів, знаходитися у кузові або в районі стулок, зчеплювати та розчеплювати вагони.

Висота підвіски контактної провладу у виробках, де відбуваються процеси завантаження, розвантаження та транспортування вагонів, має бути не менше 2 м. У місцях завантаження і розвантаження контактний провід повинен бути обов'язково відключений за допомогою секційних роз'єднувачів або демонтований.

Перетин гірничих виробок, де відбувається експлуатація вагонів, має забезпечувати можливість роботи бункерного потягу з піднятими кузовами вагонів.

Місця розвантаження вагонів мають бути обладнані грохотами і бутобоями для забезпечення ведення робіт з руйнування негабаритів.

Робоче місце машиніста повинно провітрюватися та освітлюватися згідно з діючими вимогами ЄПБ [13]. Під час здійсненні завантажувально-розвантажувальних робіт повинні працювати зрошувальні системи вагону і навантажувальної машини.

Операції зчеплення і розчеплення вагонів між собою та з електровозом під час формування бункерного потягу повинні здійснюватися виключно на прямолінійних ділянках рейкового шляху у місцях, що гарантують безпеку їх виконання і дають можливість вільного доступу до вагонів з обох боків. Зчеплення здійснюється у наступному порядку (рис. 5.10):

- при зчепленні вагонів між собою один з них стопориться башмаками, машиніст вагону подає сигнал машиністу електровоза щодо руху «на зчіпку», після входу вуха у карман зчіпки причеплюваного вагону машиніст подає сигнал «стоп», а після повної зупинки електровоза у зчіпку вставляється шкворень (рис. 5.10а);

- зчеплення вагону з електровозом здійснюється у більшості випадків за схемою, показаною на рис. 5.10б, коли вагон приєднується до електровоза з боку свого переднього ходового візка. Решта процесу аналогічна описаному вище;

- під час проведення маневрових операцій виникає необхідність зчеплення електровоза з вагоном з боку його завантаження, тобто з боку заднього ходового візка (рис. 5.10в). У цьому випадку необхідно використовувати сергу (рис. 5.11), встановлюючи її у карман зчіпки вагону. Спрямувати ж сергу у карман буферу електровоза можна лише за допомогою спеціального гаку (рис. 5.12). Шкворень встановлюється лише після повної зупинки електровозу.

Для розчеплення вагонів потрібно один з вагонів застопорити башмаками, вийняти шкворень зчіпки і, знаходячись на безпечній відстані від потягу, подати команду машиністу електровоза на розчеплення.

Під час проведення маневрових операцій потрібно використовувати звукові або світлові сигнали:

- «Стоп» – 1 сигнал;
- «Вперед» (на зчіпку) – 2 сигнали;
- «Назад» (від зчіпки) – 3 сигнали.

Усі прийняті машиністами електровоза і вагона сигнали обов'язково повинні дублюватися. Машиніст електровоза має виконувати маневри щодо зчеплення та розчеплення лише тоді, коли він переконається у безпеці виконуваних маневрів та правильності прийнятих сигналів.

В усіх випадках, пов'язаних зі зчепленням та розчепленням вагонів, у момент виконання маневрів робітник, що здійснює ці операції, повинен знаходитися виключно на вільному проході для людей на безпечній відстані від потягу. Забороняється під час маневрів та руху вагонів перебувати на підніжці та інших частинах вагону.

Під час завантаження і розвантаження машиніст прохідницьких вагонів повинен знаходитися поза небезпечної зони можливих падінь шматків гірничої маси, раптового нахилення кузова убік, його опускання тощо.

При переміщеннях вагонів у зоні завантаження-розвантаження потрібно уважно слідкувати за дільницями повітро- і водопідвідних рукавів, що лежать на підшві виробки, для запобігання наїзду на них.

Перед вмиканням механізмів вагону машиніст зобов'язаний попередити ро-

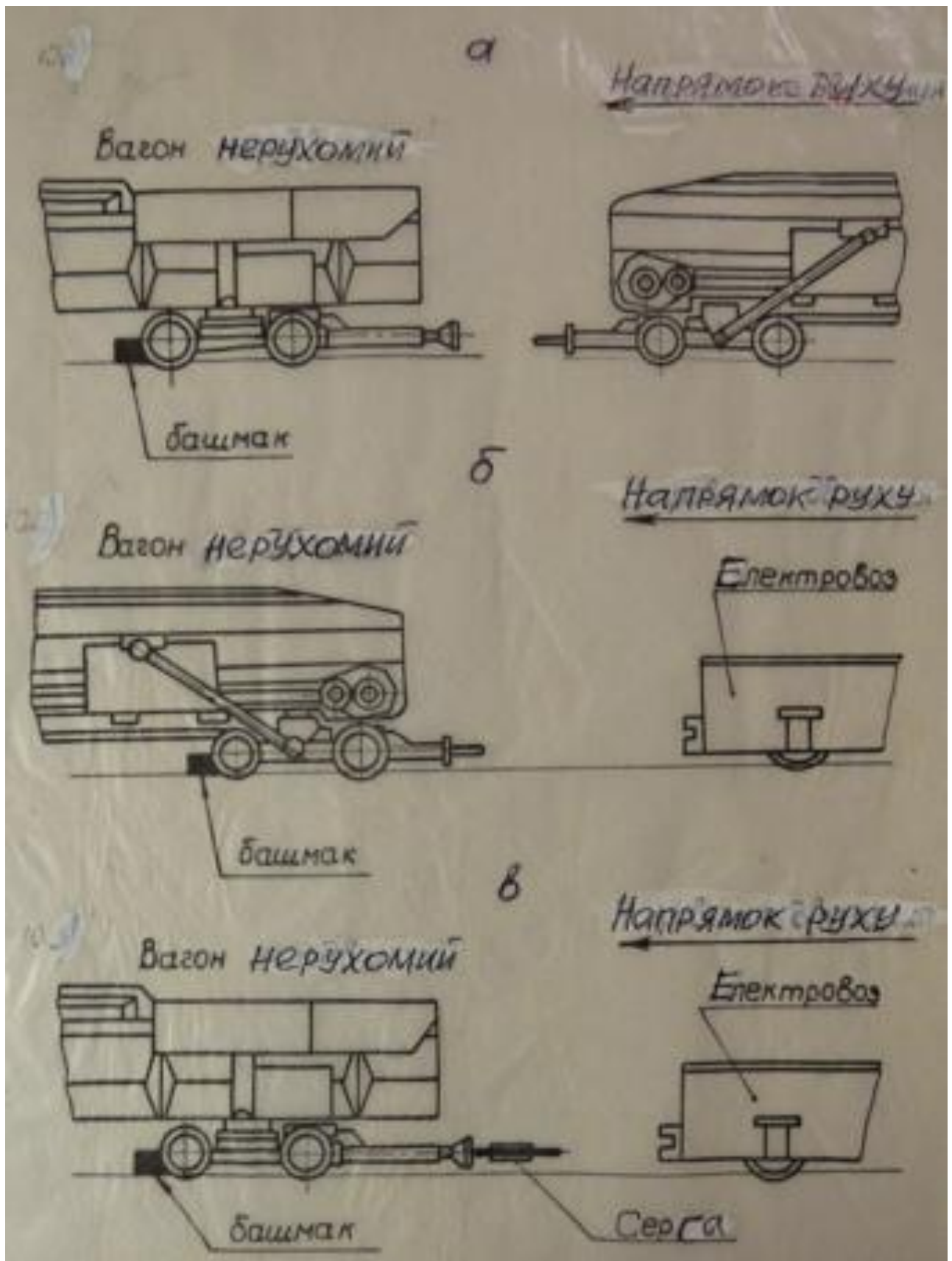


Рисунок 5.10 – Схеми зчеплення вагонів та електровозу:
 а – нерухомого вагону з рухомим іншим вагоном; б – нерухомого вагону з боку переднього ходового візка з рухомим електровозом; в – нерухомого вагону з боку заднього ходового візка з рухомим електровозом

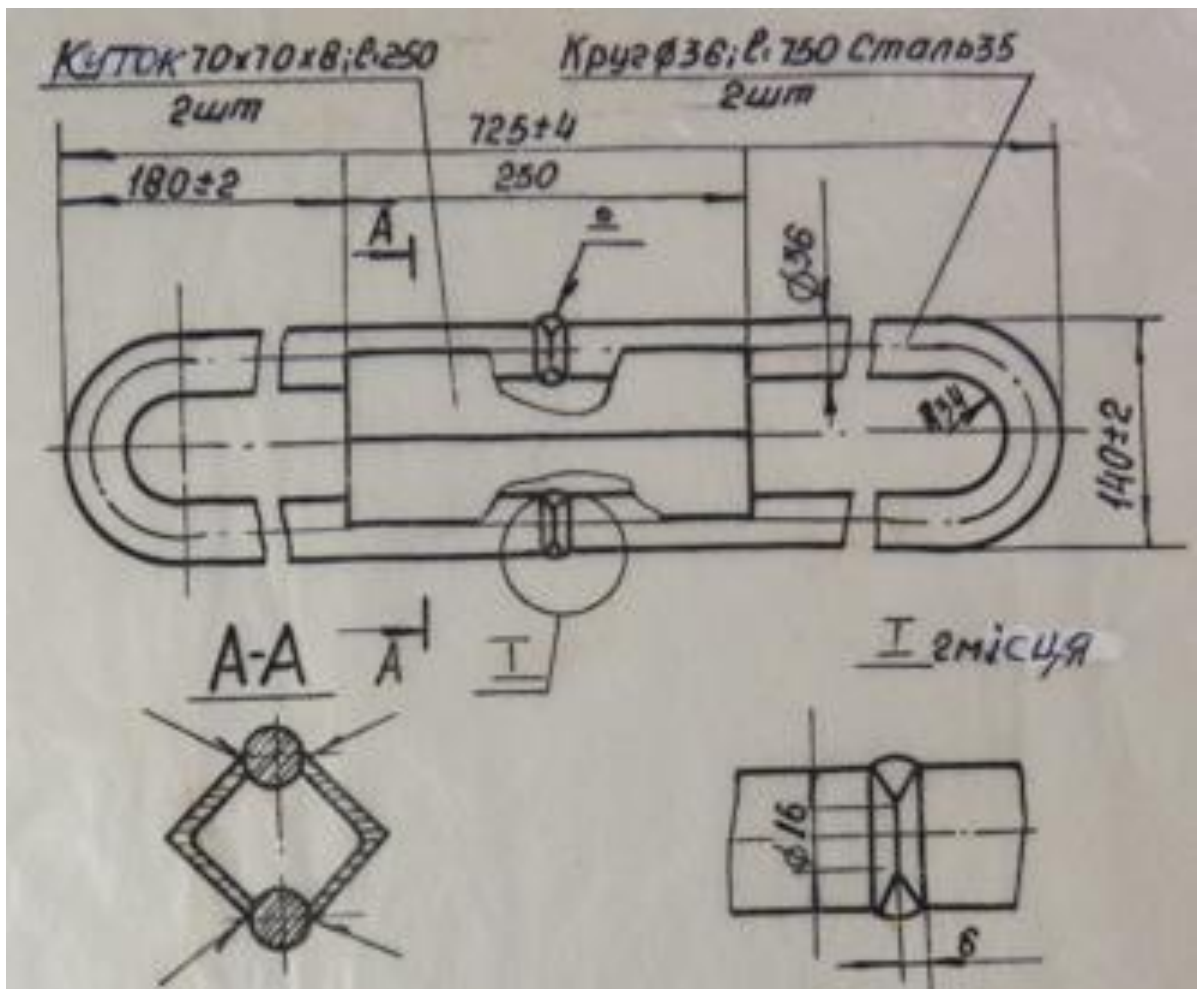


Рисунок 5.11 – Серга для з'єднання вагону з електровозом

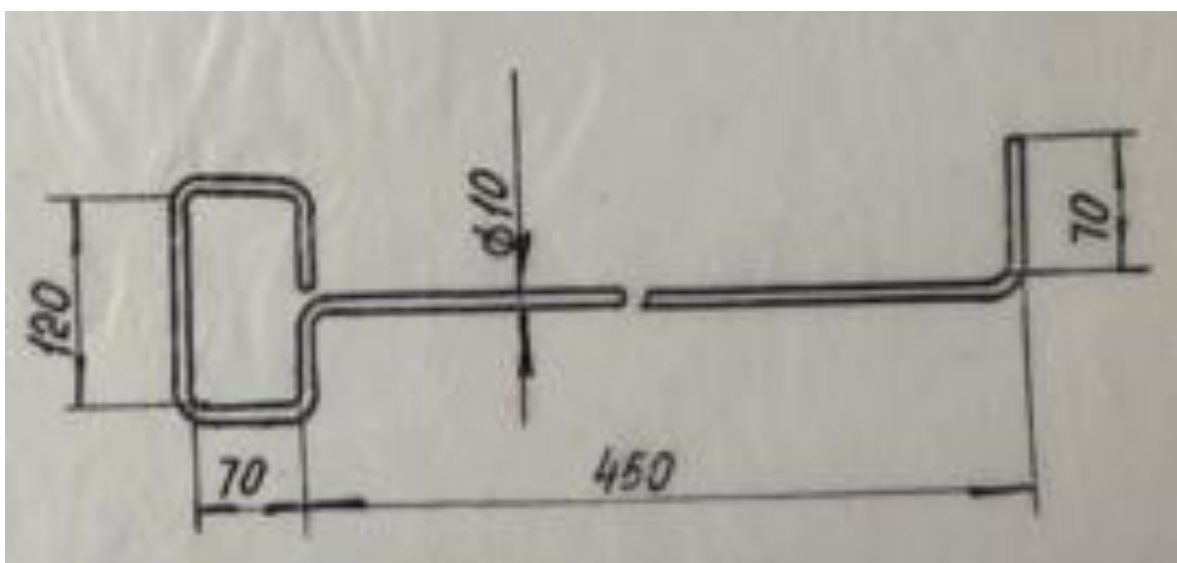


Рисунок 5.12 – Спеціальний гак для спрямування серги за рис. 5.11 у карман буфера електровоза

бітників, що знаходяться поблизу, звуковим сигналом.

Операції підключення вагону до шахтної пневмомережі та керування ним повинні здійснюватися з боку вільного проходу для людей. Перед підключенням потрібно перевірити положення рукояток пускових коробок, які мають знаходитися у нейтральних положеннях, та надійність їх механічного стопоріння. Після відключення вагону від мережі рукоятки потрібно встановити у положення «закрито» і застопорити їх механічними фіксаторами.

У пунктах завантаження і розвантаження, а також на шляху руху потягу слід вивісити ілюстровані плакати з техніки безпеки, що попереджають про можливість нещасних випадків, наприклад: «Бережись потягу», «Відключи контактний провід», «Негабаритний бік».

Під час роботи вагонів потрібно використовувати засоби індивідуального захисту від шуму (шлемофони, антїфони тощо).

Вагон, що зійшов з рейок, встановлювати назад лише за допомогою пристосувань чи механізмів, пристосованих для цієї мети. Це можуть бути гідравлічні домкрати вантажопідйомністю 15-25 т, крани, спеціальні вантажники типу ПКУ тощо. У кожному конкретному випадку на постановку вагону, що зійшов з рейок, має розроблятися План організації робіт із зазначенням вимог безпеки.

На бункерному потягу необхідно встановлювати світильник з червоним світлом на останньому вагоні у спеціально призначеному для цього пристрої.

6 ЗАХОДИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАГОНУ

6.1 Загальні вимоги до технічного обслуговування та його види

Технічне обслуговування прохідницького вагону ВПК-7Б полягає у своєчасному виконанні певного комплексу робіт з нагляду за його механізмами з метою попередження несправностей та підтримки виробу у постійній готовності до роботи. Правильне здійснення операцій технічного обслуговування та виконання усіх вимог керівництва з експлуатації є обов'язковою умовою тривалого та надійного використання вагону за призначенням.

Експлуатувати прохідницький вагон можна лише після виявлення та усунення можливих ушкоджень під час його транспортування, перевірки наявності запасних частин, інструменту та конструкторської документації, а також перевірки наявності змащення.

Новий вагон піддається обкатуванню протягом 15 годин роботи, під час якого ведеться спостереження за функціонуванням усіх вузлів та систем установки.

Після обкатування здійснюється регулювання конічних підшипників колісних пар та заміна мастила. Регулювання необхідних зазорів виконується за допомогою корончастої гайки, що може бути зафіксована у різних положеннях шплінтом (див. рис. 3.2, поз. 3). Спочатку вона загвинчується до упору, а потім її відпускають на одне ділення у вигляді прорізу до співпадіння останнього з отвором на осі. У такому положенні гайку потрібно застопорити шплінтом. Після такого регулювання колесо повинно легко обертатися від руки і не мати при цьому жодних люфтів.

Першу заміну мастила у редукторах та заміну робочої рідини гідросистеми здійснюють через 50 годин роботи вагону. Далі заміну мастила та робочої рідини потрібно виконувати через кожні 500 годин роботи вагону, але не рідше одного разу на рік.

Для заправки гідросистеми потрібно 120 л робочої рідини, заливки конічно-

циліндричних редукторів – по 7 л, редуктора гідросистеми – 1 л масла.

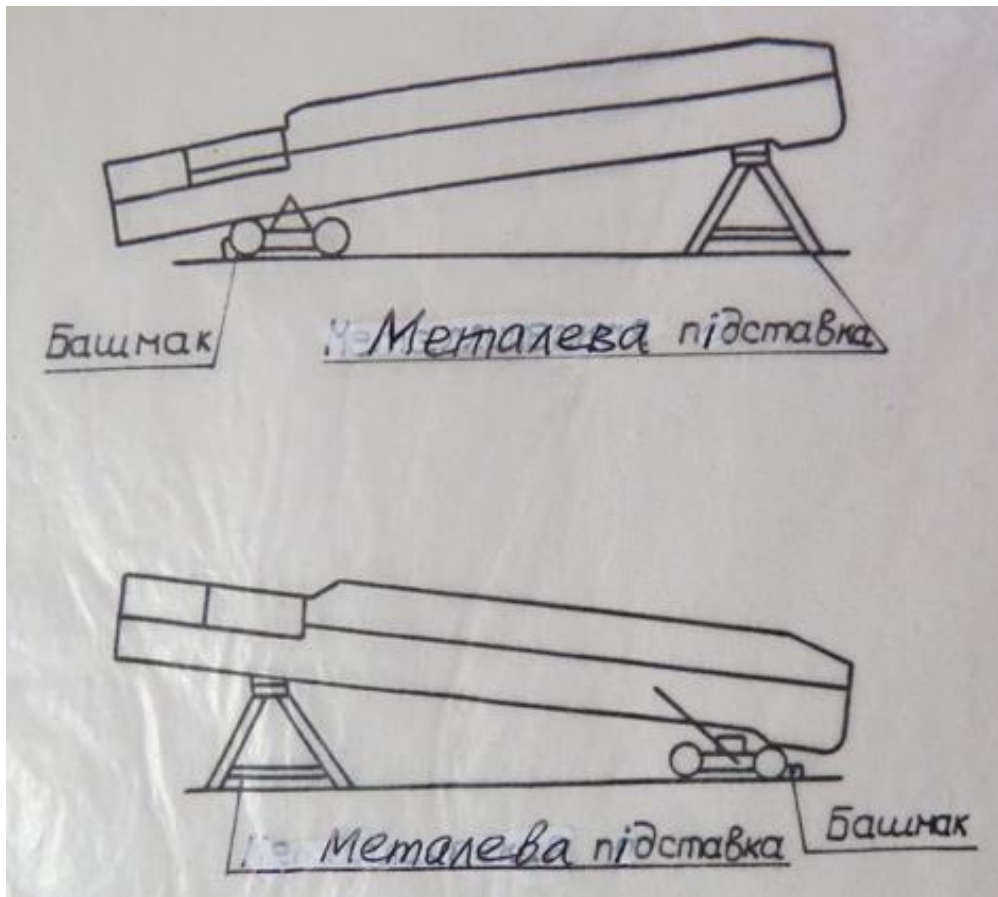
Для технічного обслуговування ходових візків вагону, а також для зручності їх демонтажу у разі необхідності додаткового їх закріплення перед спуском у шахту або проведення тих чи інших ремонтних робіт передбачено використання спеціальної металевої підставки, за допомогою якої можна підняти кузов та надійно зафіксувати його у такому положенні. На рис. 6.1 показані схеми установки вагону на підставку та її конструктивне виконання.

Основними видами технічного обслуговування вагону є щоденне та щомісячне. Проте, вказана періодичність технічного обслуговування, а також його обсяги можуть бути скоректовані у залежності від умов експлуатації виробу.

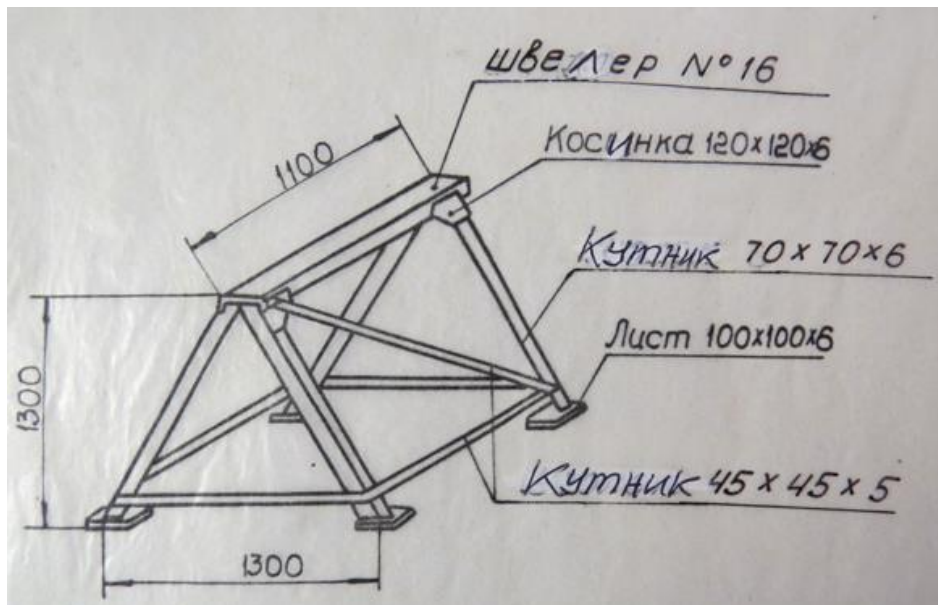
6.2 Щоденне технічне обслуговування

Під час щоденного технічного обслуговування прохідницького вагону з донним конвеєром ВПК-7Б виконуються наступні операції:

- перевірка натягів ланцюгів конвеєра та їх регулювання у разі необхідності;
- перевірка стану болтових з'єднань. Особливу увагу потрібно звернути на кріплення редукторів, важелів підйому кузова, осі кріплення останнього до заднього ходового візка, а також шплінтування скребкового ланцюга;
- перевірка стану пневматичної та гідравлічної систем;
- очищення зрошувального пристрою та регулювання його форсунок, очищення фільтрів автомасельнички, очищення фільтрів гідросистеми (за необхідністю);
- перевірка рівнів масла у редукторах, автомасельничці та масляному баку;
- перевірка надійності кріплення шлангів пневмо- і гідросистем;
- перевірка стану зчіпних пристроїв. За необхідності проводиться регулювання та налаштування горизонтального положення тяг зчіпки за допомогою шайб 6, а також перевірка стану пружин 8 (див. рис. 3.10), які повинні утримувати тяги по осі вагону;
- перевірка стану ходової частини та стулок кузова;



а



б

Рисунок 6.1 – Пристосування для технічного обслуговування ходових візків прохідницького вагону:
 а – схеми установки вагону на металеву підставку;
 б – конструктивне виконання металевої підставки

- змащення вагону згідно схеми і карти змащення (див. нижче, у п. 6.4).

Після профілактичного огляду потрібно випробувати вагон і перевірити взаємодію та правильність роботи усіх його вузлів на холостому ході.

При роботі вагону у сильно обводнених забоях змащення вузлів ходових коліс потрібно перевіряти не рідше одного разу на тиждень.

6.3 Щомісячне технічне обслуговування

Під час щомісячного технічного обслуговування вагону проводяться наступні роботи:

- повний обсяг робіт, передбачених щоденним технічним обслуговуванням;
- очищення вузлів і деталей від налиплої гірничої породи і бруду;
- заміна усіх зношених деталей новими;
- регулювання конічних підшипників колісних пар;
- перевірка стану зубчастих передач, з'єднувальних муфт, скребкового ковзера, футерувальних листів, а також зчіпного пристрою;
- перевірка герметичності пневмо- і гідросистем.

Після огляду, ремонту та регулювання робота вагону перевіряється на холостому ході.

Технічне обслуговування пневмодвигуна ДАР-14М, розподільника Р80-1/1-22 та фільтру ФГ25-2,25 здійснюється згідно з вимогами технічної документації на ці вироби.

6.4 Порядок змащення вагону

Для захисту тертьових пар конструкції вагону від абразивного зносу надзвичайно важливе значення має якісне та своєчасне змащення цих вузлів (шарнірів, зубчастих передач, підшипників тощо) [14].

На рис. 6.2 приведена схема змащення прохідницького вагону ВПК-7Б із зазначенням усіх обов'язкових точок змащення. У табл. 6.1 даються відомості щодо

порядку змащення цих точок: марка рекомендованого мастила, марка його можливого замітника, спосіб і періодичність змащення, витрата мастила.

Для вузлів вагону використовуються консистентні мастила типу солідолу для зниження коефіцієнтів тертя у шарнірах, підшипниках колісних пар, натяжному пристрої скребкового конвеєра, підп'ятнику та ковзунах кузова, пусковій коробці, а також рідкі масла типу індустріального для змащення редукторів, скребкового ланцюга, заповнення гідросистеми та автомасельнички.

Головною умовою надійної роботи цих вузлів є використання якісних та рекомендованих технічною документацією мастил, а також їх своєчасна заміна у залежності від важкості умов експлуатації установки.

ВИСНОВКИ ПО ЧАСТИНІ ІІ

Ефективна та тривала експлуатація механічного обладнання можлива лише при забезпеченні належного догляду за ним, проведенні періодичного технічного обслуговування та планових ремонтів. Особливо це важливо у надзвичайно важких умовах роботи підземних гірничорудних підприємств.

Транспортне обладнання залізородних шахт працює з крупношматковими абразивними вантажами у вологій атмосфері обводнених гірничих виробок, тому реалізація заходів технічного обслуговування такої техніки є дуже важливою та відповідальною задачею.

Прохідницькі вагони, один з представників яких розглядається у представленій роботі, призначені для механізації процесу транспортування гірничої маси під час проходки горизонтальних підземних виробок. У другій частині роботи, присвяченій розробці раціонального порядку експлуатації вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б, запропоновані заходи транспортування виробу із заводу-виготовлювача на гірниче підприємство, зберігання його між періодами роботи, монтажу, налаштування та випробування, використання за призначенням, технічного обслуговування та ремонту.

Ретельне дотримування розроблених рекомендацій гарантуватиме тривалу та безвідмовну роботу вагонів типу ВПК, а, значить, підвищення техніко-економічних показників експлуатації шахтної локомотивної відкатки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

Аналіз конструкції вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б, призначеного для прийому, акумуляції, транспортування та розвантаження гірничої маси під час проходки горизонтальних підземних гірничих виробок, показав, що виріб відповідає своєму функціональному призначенню, є цілком працездатним і добре пристосованим для роботи в умовах підземних гірничорудних підприємств, має хороші ходові якості і здатний утворювати бункерні потяги значної місткості. Усе це дозволяє отримати високі виробничі результати під час транспортування гірничої маси під час прохідницьких робіт.

Конструктивне виконання установки забезпечує достатній рівень її надійності під час використання за призначенням та постійний контроль за функціонуванням основних вузлів і деталей. Основні показники призначення і надійності виробу відповідають вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації.

Конструкція вагону відрізняється безпекою та зручністю керування, відповідає діючим екологічним та ергономічним нормам. У цілому, можна констатувати достатньо високий технічний рівень розглянутої установки.

До недоліків конструкції слід віднести досить значну металоємність та незручності, що виникають під час експлуатації пневматичного приводу скребкового конвеєра. Необхідність підключення та відключення вагону від шахтної мережі стисненого повітря у місцях завантаження і розвантаження, підвищені витрати енергії та шум під час роботи ставлять питання про доцільність подальшого удосконалення його конструкції у напрямку переходу на електричний привод як більш зручний та економічний.

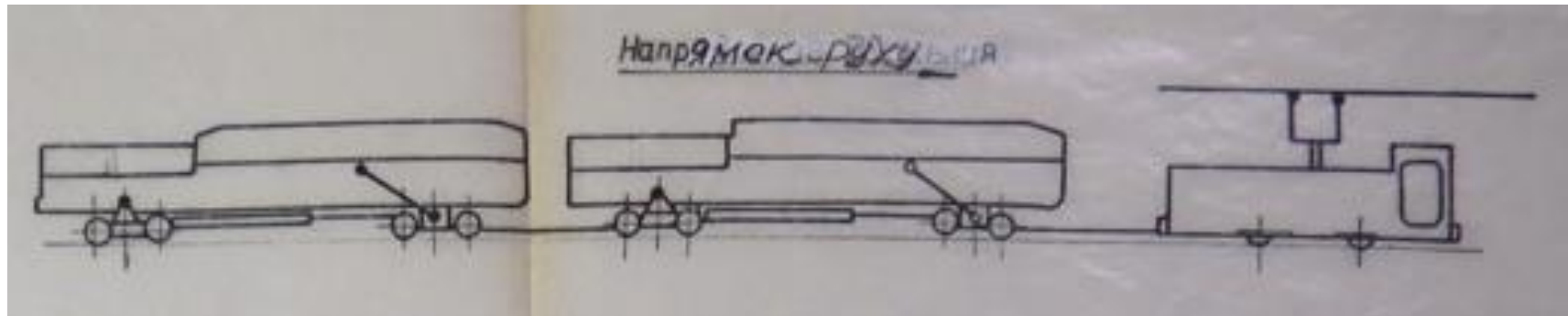
Друга частина роботи, присвячена розробці раціональних заходів експлуатації вагону, переслідувала основну мету – створення та суворого дотримання такого порядку реалізації усіх етапів життєвого циклу установки (транспортування та зберігання, монтажу, налаштування та обкатування, використання за призначенням, технічного обслуговування і ремонту), при якому б забезпечувався ви-

сокий рівень готовності виробу, його тривале та безвідмовне використання у комплексі внутрішньошахтного транспорту.

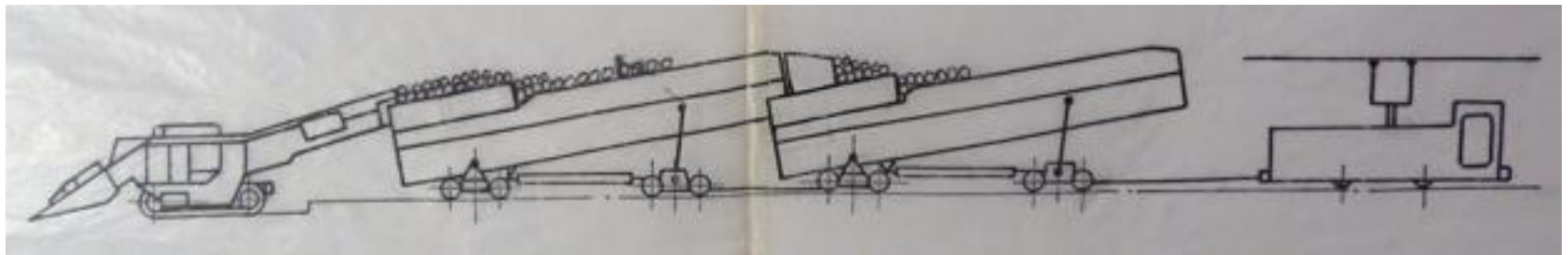
Розроблені рекомендації мають забезпечити найкращі умови експлуатації розглянутого обладнання та підвищити його надійність і довговічність.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики прохідницьких вагонів розробки інституту ВНДПрудмаш

Показники	Тип вагону				
	1ВПК-5	ВПК-7Б	ВПКН-7	ВПКНЕ-7	ВПК-10А
Вантажопідйомність, кН	125	230			320
Тип кузова	підйомний		непідйомний		підйомний
Місткість кузова, м ³ , не менше	5,0	7,5		7,0	10,5
Максимальний розмір шматків руди, мм	500	800			
Колія, мм	750	600; 750; 900			750; 900
Тип конвеєра	скребковий				
Тип приводу	пневматичний (ДАР-14М)			електричний	ДАР-14М
Час розвантаження, с	120-150	60-90			120-150
Встановлена потужність, кВт (к.с.)	-	30,9 (42)	20,6 (28)	15,0 (20,4)	30,9 (42)
Питома витрата повітря, м ³ /хв./т, не більше	-	1,7		-	-
Жорстка база, мм	-	4000			5800
Максимальний радіус заокруглення шляху, м	20	12			
Максимальна висота під час перевантаження, мм	-	2500		-	2500
Габаритні розміри, мм, не більше:					
довжина без зчіпних та навісних пристроїв	7300	8860	8880	8900	10500
ширина	1350	1350	1350	1350	1500
висота	1550	1650	1650	1500	1650
Маса, кг, не більше	8000	9200	8600	9500	10500

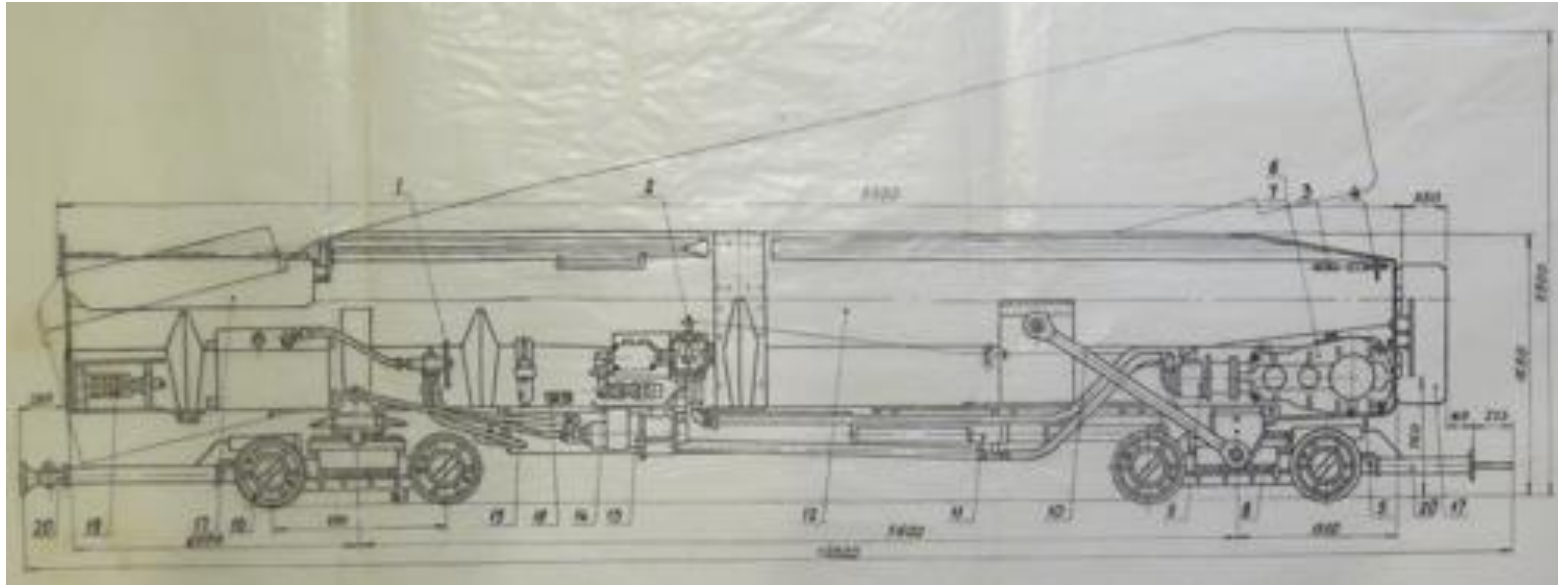


a



б

Рисунок 2.1 – Схеми формування бункерного потягу з вагонів ВПК-7Б:
a – бункерний потяг у транспортному положенні; *б* – бункерний потяг під завантаженням



А

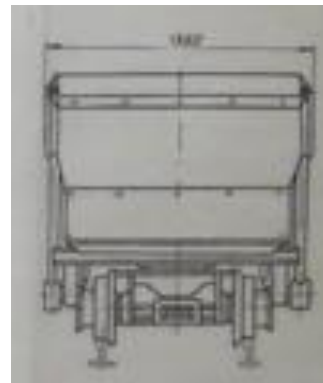


Рисунок 2.2 – Вагон прохідницький з донним конвеєром ВПК-7Б: 1, 2 – рукоятки керування відповідно гідророзподільником та пневмосистемою; 3 – рукав; 4 – кронштейн з форсункою; 5 – зірочки приводні; 6, 7 – лівий і правий редуктори конічно-циліндричні; 8, 16 – візки; 9 – пневмодвигун; 10 – важіль; 11 – глушник шуму; 12 – кузов; 13 – гідросистема; 14 – пневмосистема; 15 – башмак; 17 – стулки; 18 – ланцюг скребковий; 19 – пристрій натяжний; 20 – зчіпка

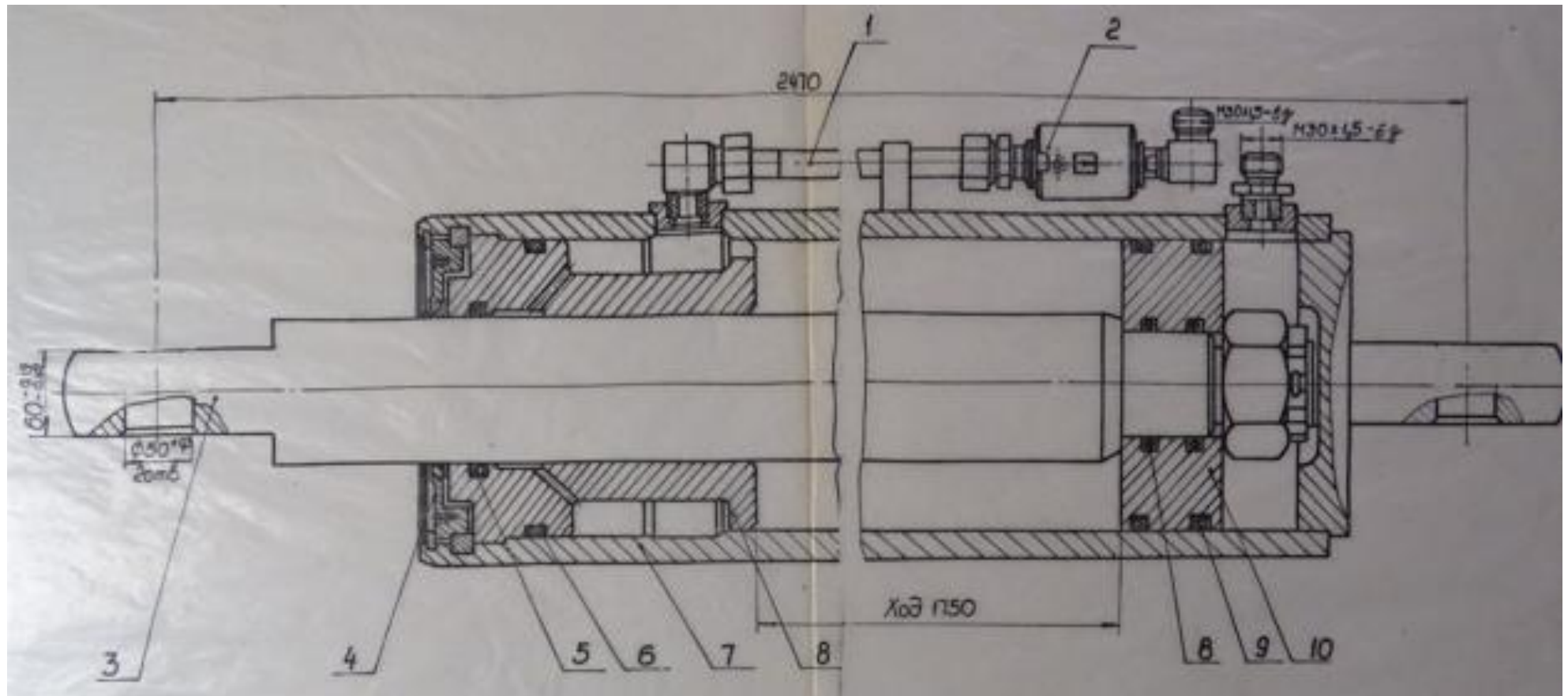


Рисунок 2.3 – Гідроциліндр 220 x 110 x 1750:

1 – трубопровід; 2 – дросель зі зворотним клапаном; 3 – шток; 4 – манжета для знімання бруду; 5 – манжета 125 x 110-2;
 6 – кільце Н2-20 x 0-2; 7 – циліндр; 8 – кільце Н2-90 x 80-2; 9 – манжета 220 x 200-2; 10 – поршень

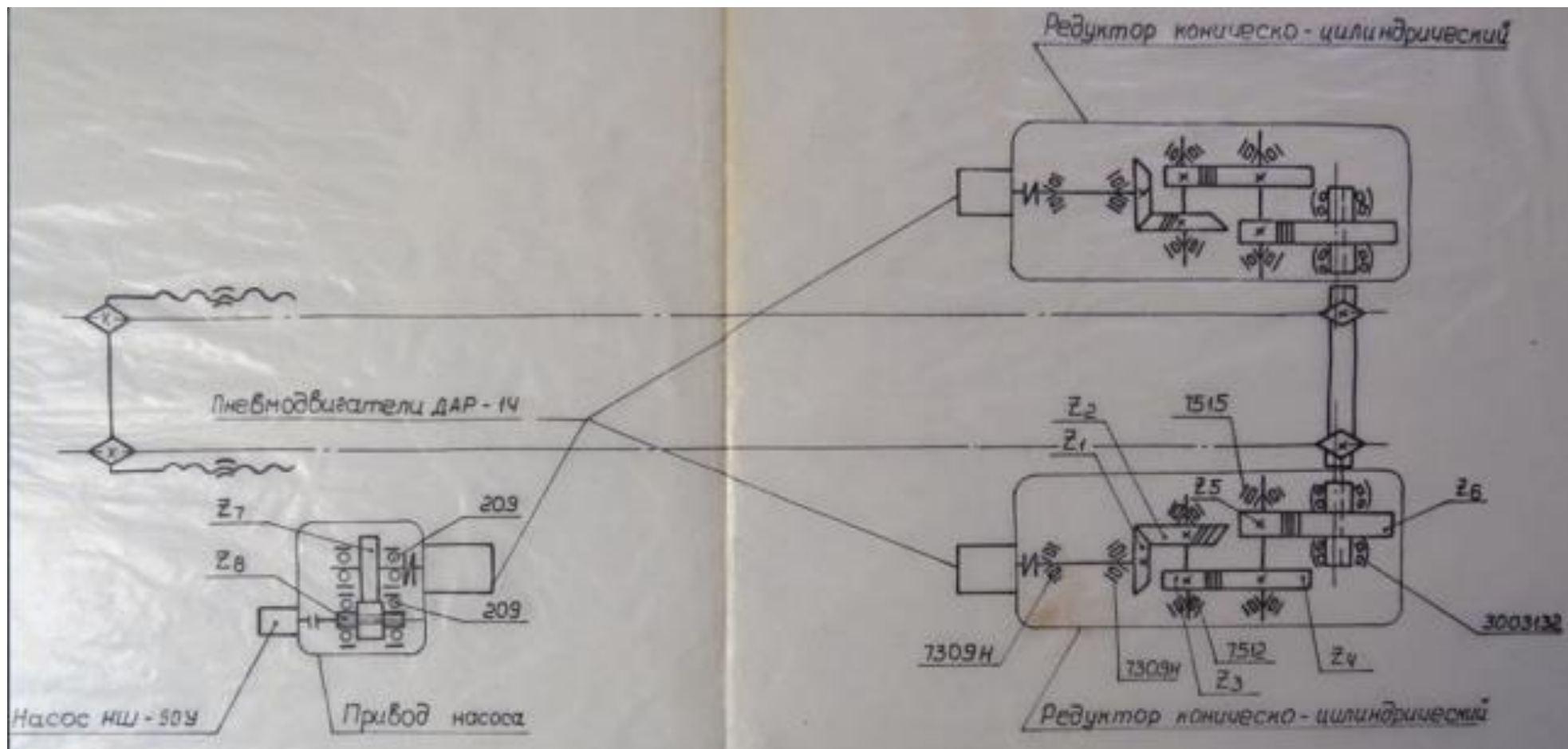


Рисунок 2.4 – Кінематична схема приводу скребкового конвеєра прохідницького вагону ВПК-7Б

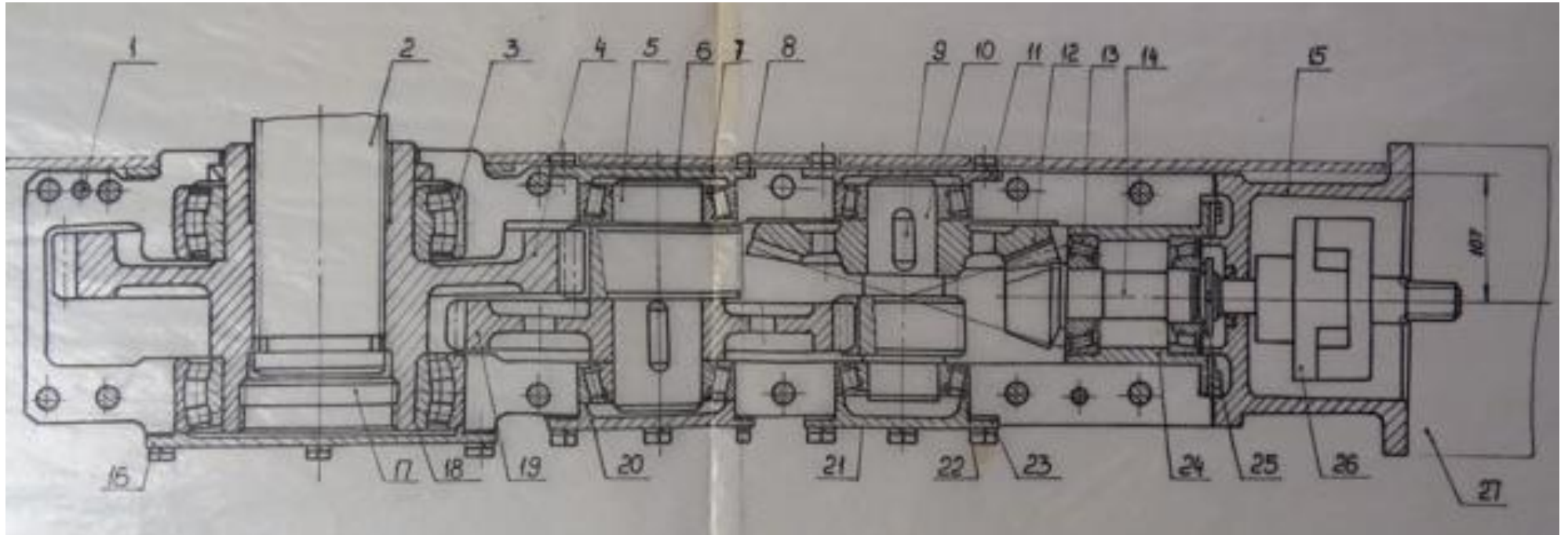


Рисунок 2.5 – Редуктор конічно-циліндричний:

1 – штифт; 2 – вал; 3 – підшипник № 3003132; 4, 12, 19 – колеса зубчасті; 5, 10, 14 – вали-шестірні;
 6, 11, 18, 20, 21 – кришки; 7 – підшипник № 7515; 8, 23 – набори прокладок; 9 – шпонка; 13 – підшипник
 № 7309Н; 15 – перехідник; 16 – прокладка; 17 – заглушка; 22 – підшипник № 7512; 24 – стакан; 25 – гайка;
 26 – муфта упорна; 27 – пневмодвигун ДАР-14М

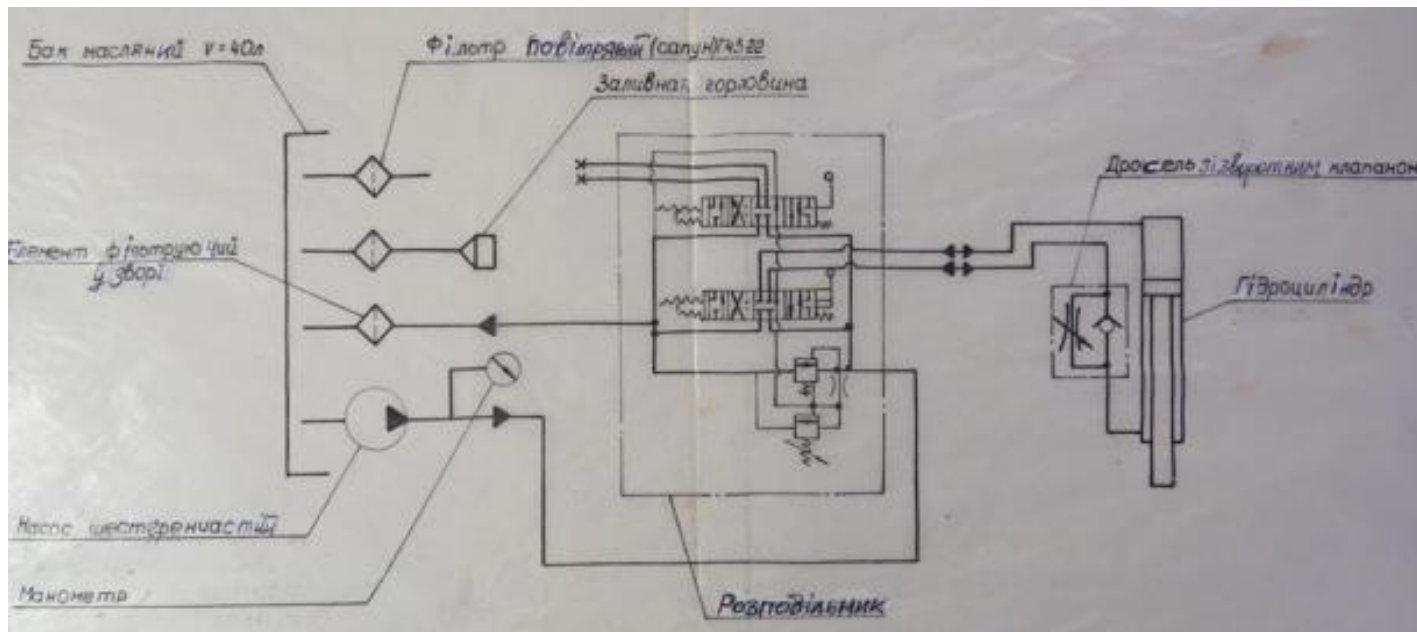
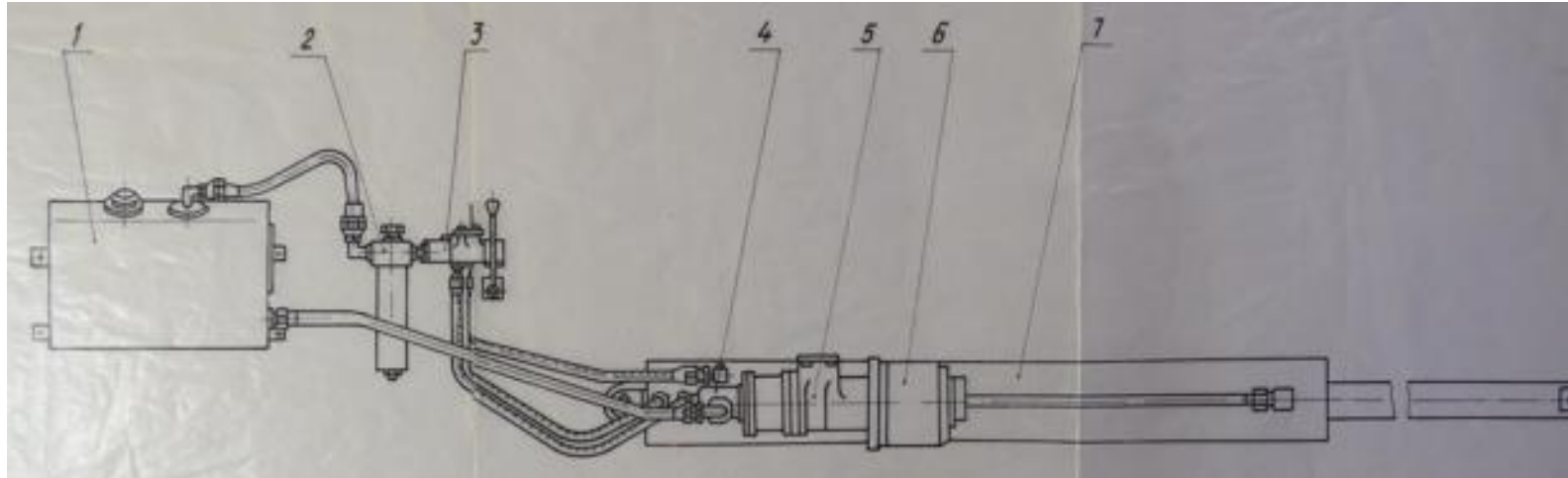


Рисунок 3.4 – Гідравлічна система вагону прохідницького ВПК-7Б:
 а – конструкція системи (1 – масляний бак; 2 – фільтр; 3 – гідророзподільник; 4 – масляний насос;
 5 – редуктор; 6 – пневмодвигун; 7 – гідроциліндр); б – гідравлічна схема

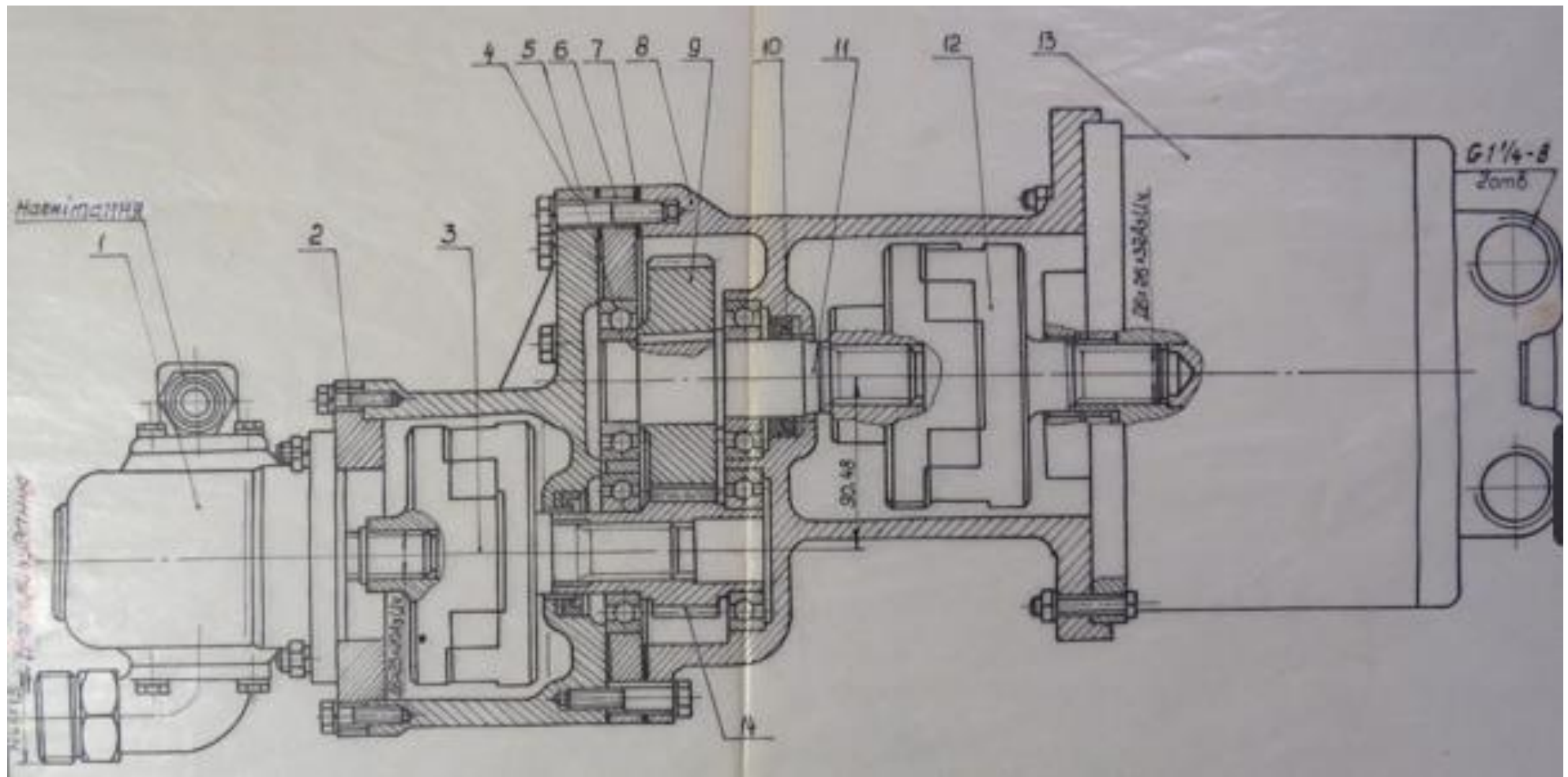


Рисунок 3.5 – Привод насосу:

- 1 – насос НШ-50У; 2 – фланець; 3 – муфта насосу; 4 – кришка редуктора; 5 – підшипник № 209; 6 – плита;
 7 – прокладка; 8 – корпус редуктора; 9 – колесо зубчасте ($z = 38; m = 3$); 10 – манжета; 11 – вал;
 12 – муфта двигуна; 13 – пневмодвигун ДАР-14М; 14 – вал-шестірня ($z = 20; m = 3$)

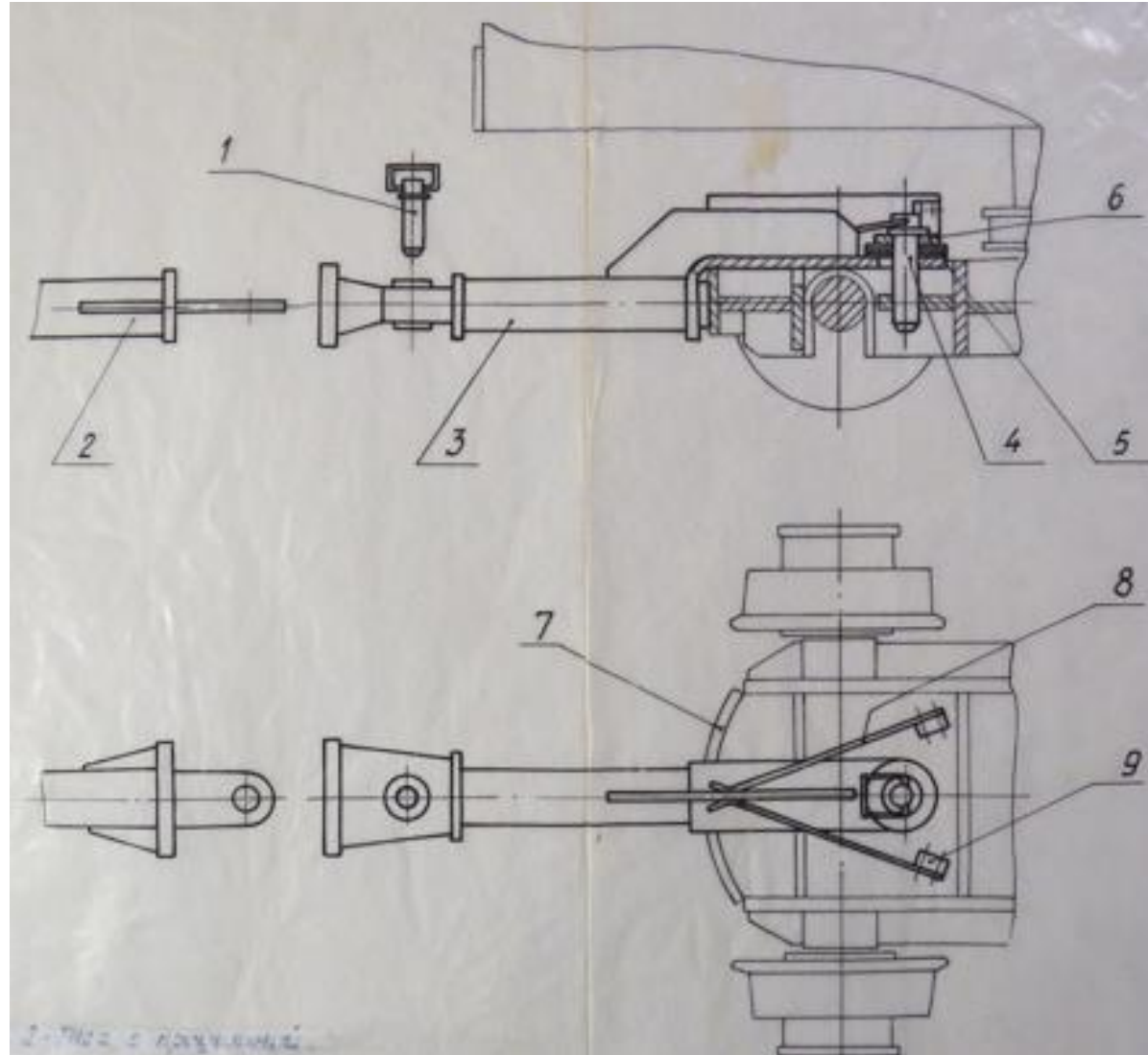


Рисунок 3.10 – Зчіпка:

1, 4 – шкворні; 2 – тяга з вухом; 3 – тяга з карманом; 5, 6 – шайби регулювальні;
7 – візок; 8 – пружина центральна; 9 – упор

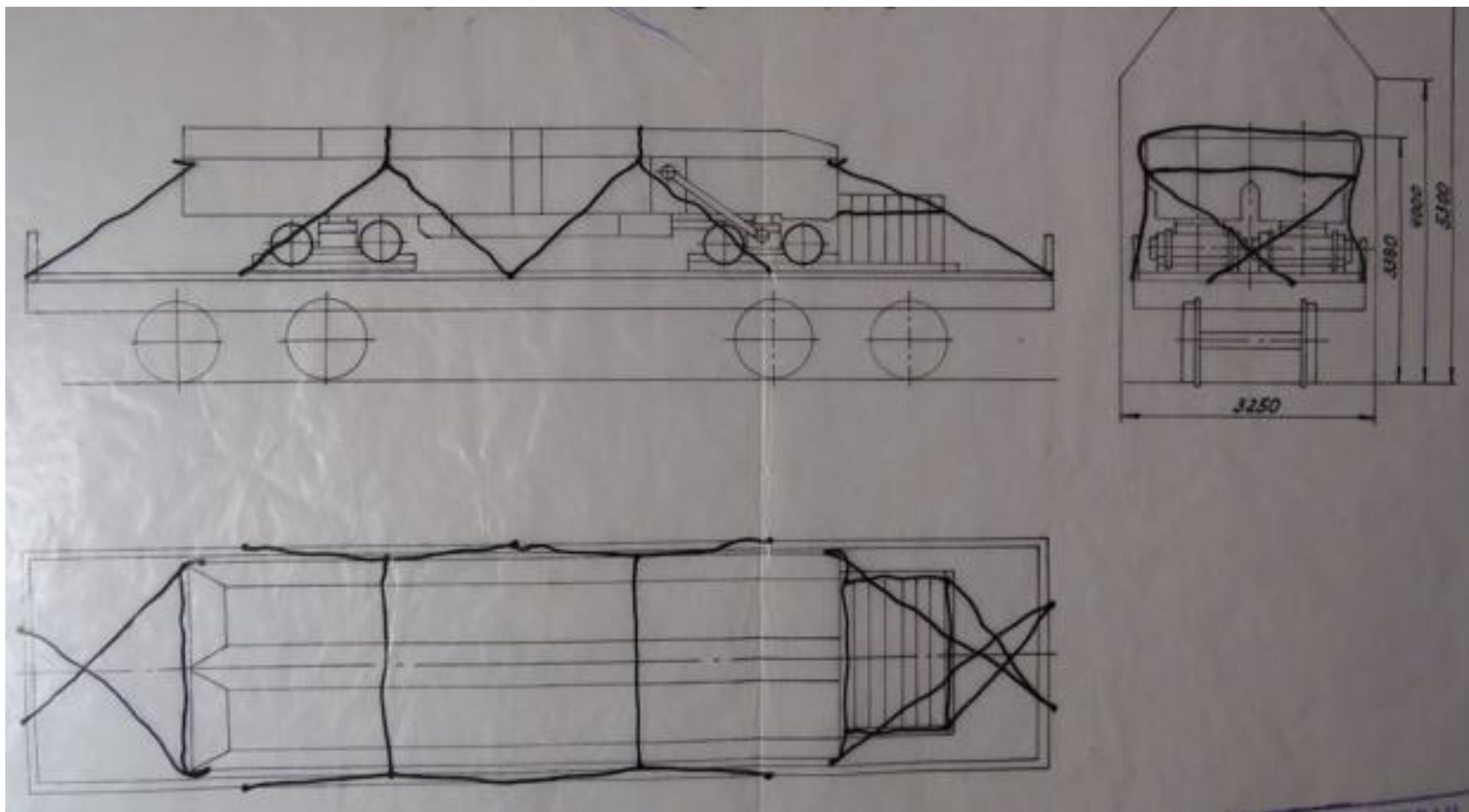


Рисунок 4.2 – Схема розміщення та кріплення двох вагонів ВПК-7Б на чотирьохвісній залізничній платформі

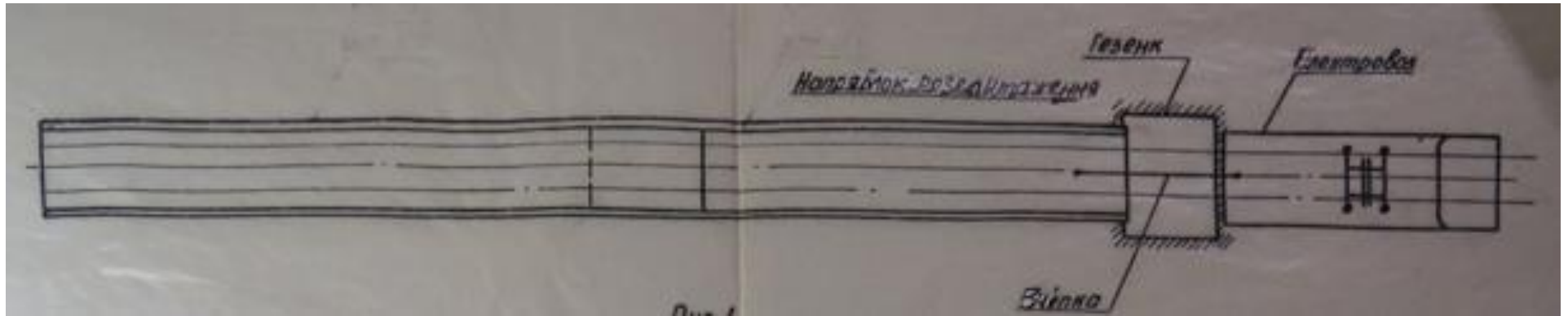


Рисунок 5.3 – Розвантаження бункерного потягу у гезенк без відхилення або з відхиленням зчіпки

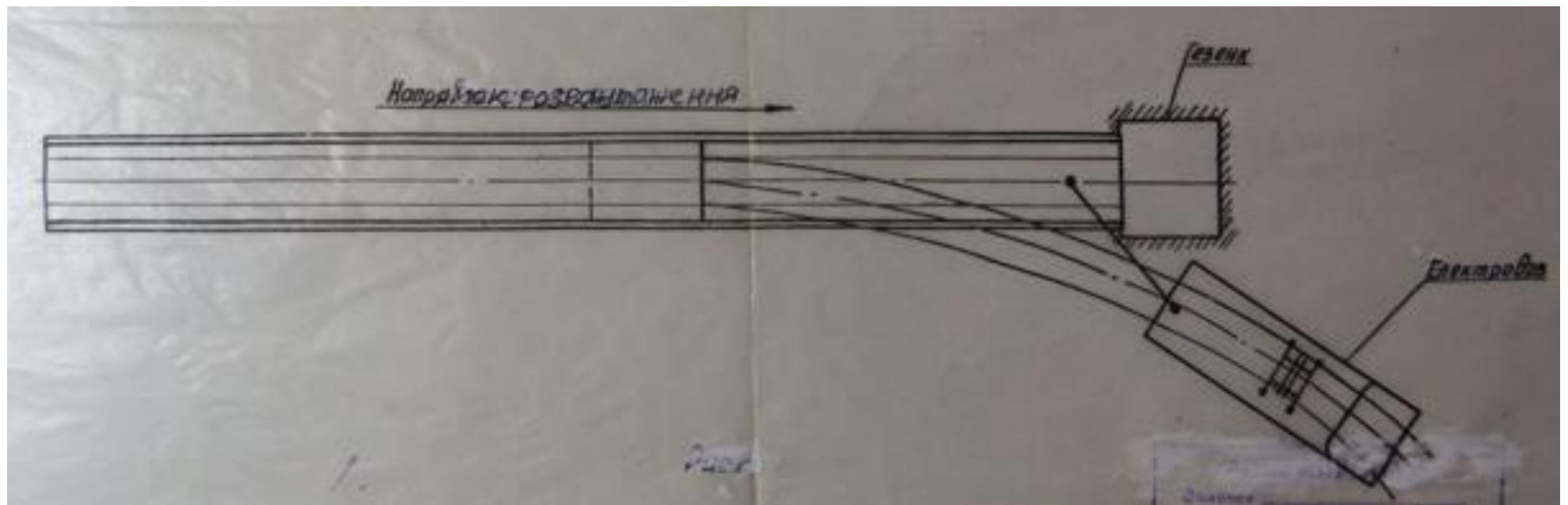


Рисунок 5.4 – Розвантаження бункерного потягу на стрілочному переводі

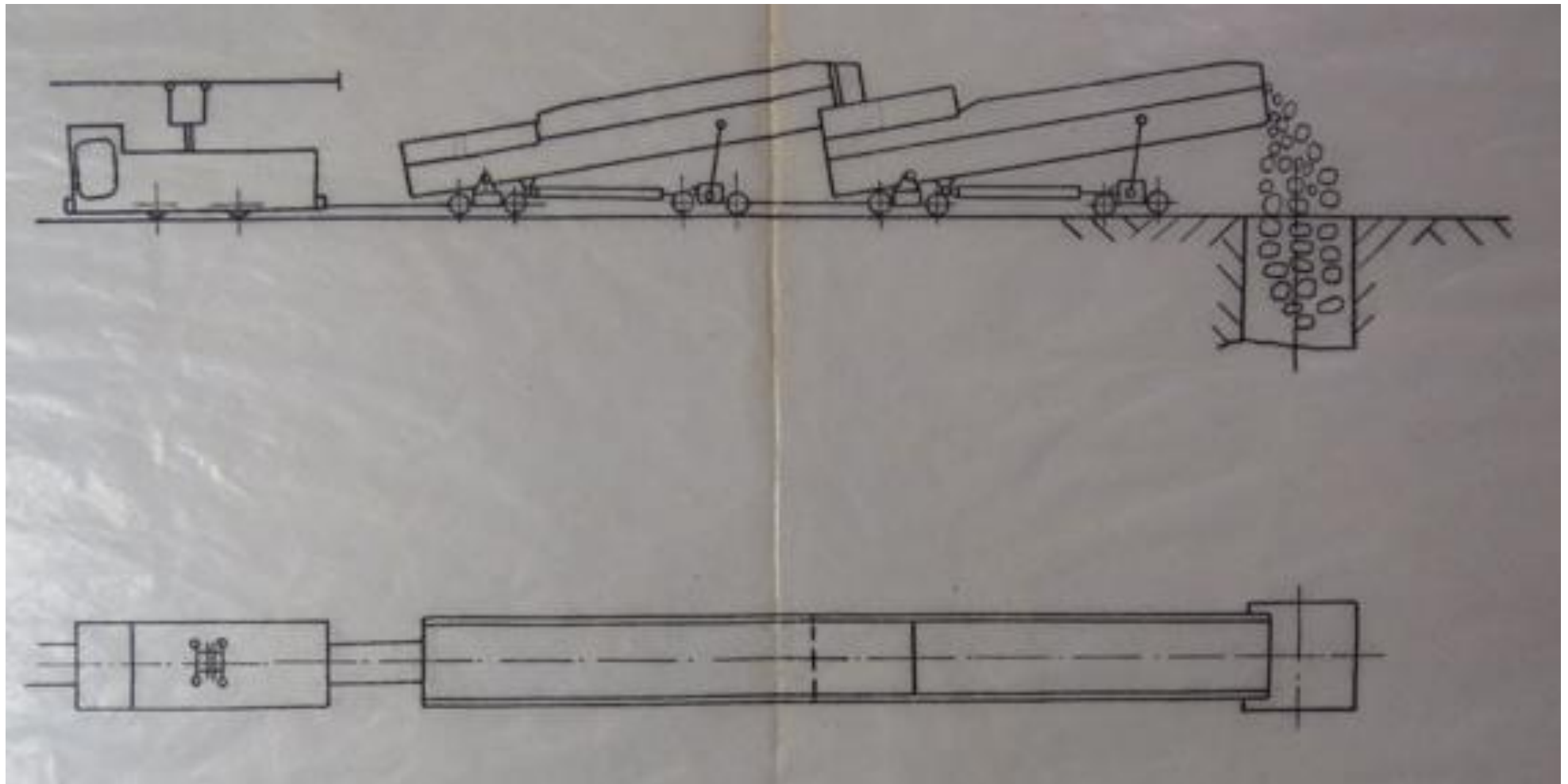


Рисунок 5.5 – Розвантаження бункерного потягу у гезенк

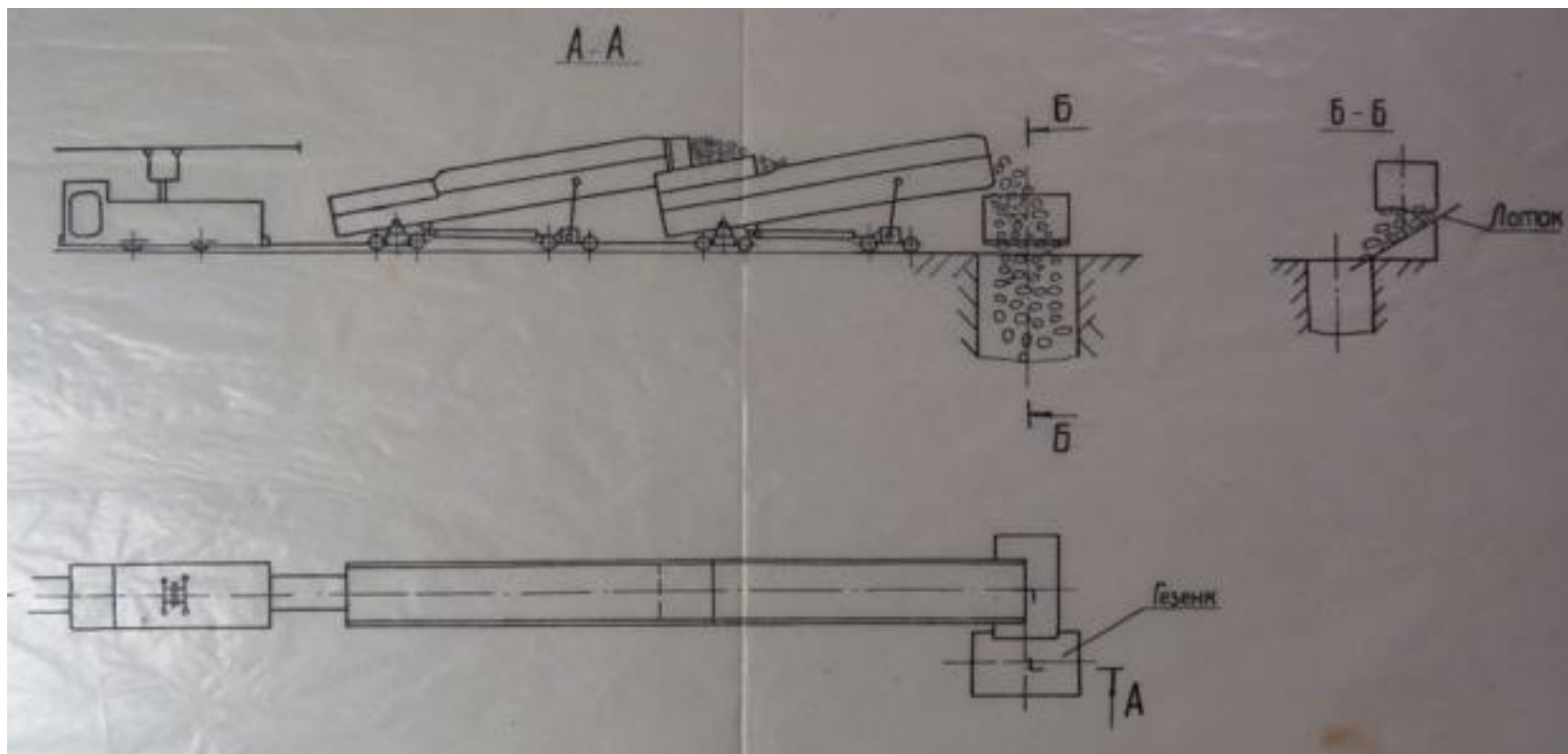


Рисунок 5.6 – Розвантаження бункерного потягу у бічний гезенк

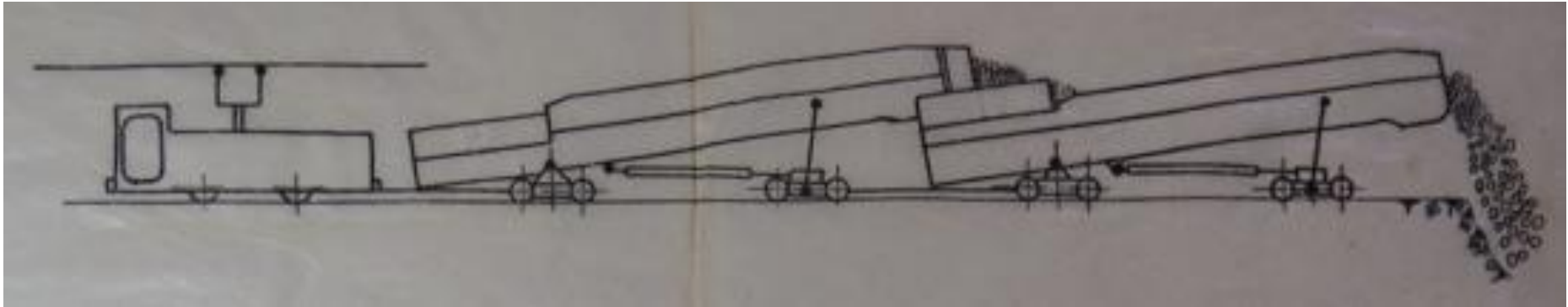


Рисунок 5.7 – Розвантаження бункерного потягу у відвал

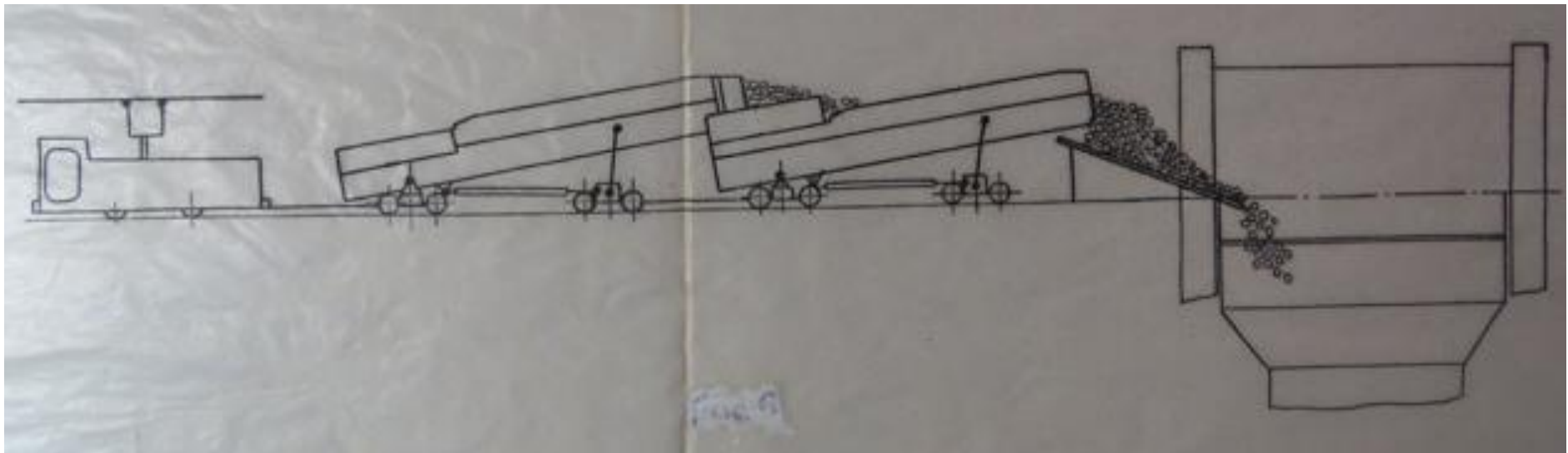


Рисунок 5.8 – Розвантаження бункерного потягу у бункер кругового перекидача

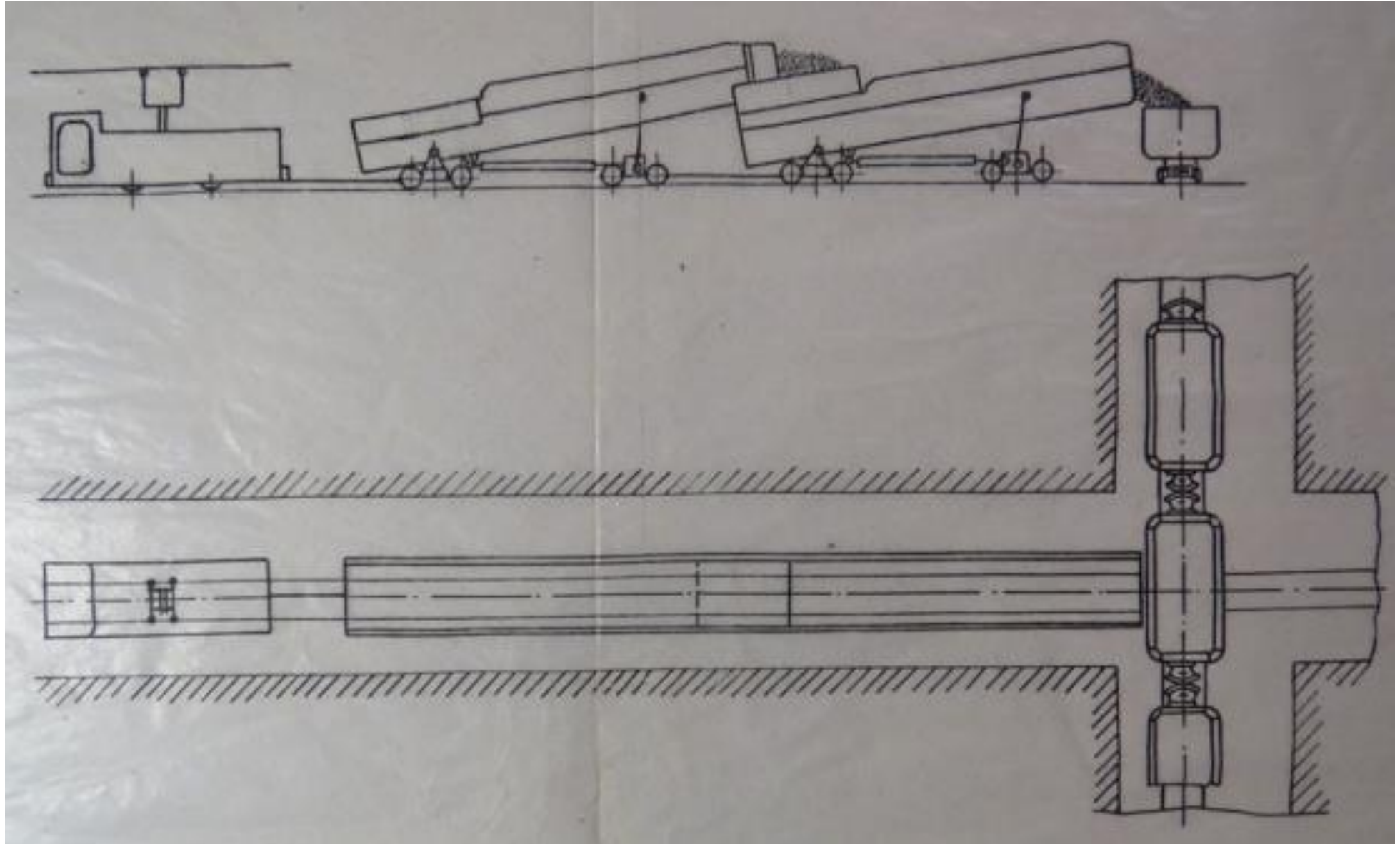


Рисунок 5.9 – Розвантаження бункерного потягу у потяг з вагонетками

Таблиця 5.1 – Можливі несправності прохідницького вагону ВПК-7Б та способи їх усунення

Найменування несправності, її зовнішній прояв та додаткові ознаки	Ймовірні причини відмови	Способи усунення відмови
Удари скребків конвеєра відносно днища кузова	Послаблені скребкові ланцюги	Відрегулювати натяг ланцюгів
Скребковий ланцюг рухається ривками	Заштибування ланцюга у напрямних кузова Деформування скребка	Розштибувати верхню гілку конвеєра Замінити деформований скребок
Витоки масла з редукторів та гідроциліндрів	Зносилися ущільнення. Нещільно завернуті пробки	Замінити зношені ущільнення Щільно закрутити пробки
Підвищений нагрів редукторів	Відсутність або надлишок масла у редукто- рі	Встановити рівень масла згідно з маслом вказівником
Стук у редукторі	Надлишковий знос підшипників або зубчастих коліс	Зношені підшипники та зубчасті колеса замінити
Привод конвеєра не тягне ланцюг завантаженого вагону	Недостатній тиск повітря у пневмережі Зносилися поршневі кільця пневмодвигуна Значні витоки стисненого повітря	Підвищити тиск повітря до 0,5 МПа Замінити поршневі кільця Усунути витоки повітря

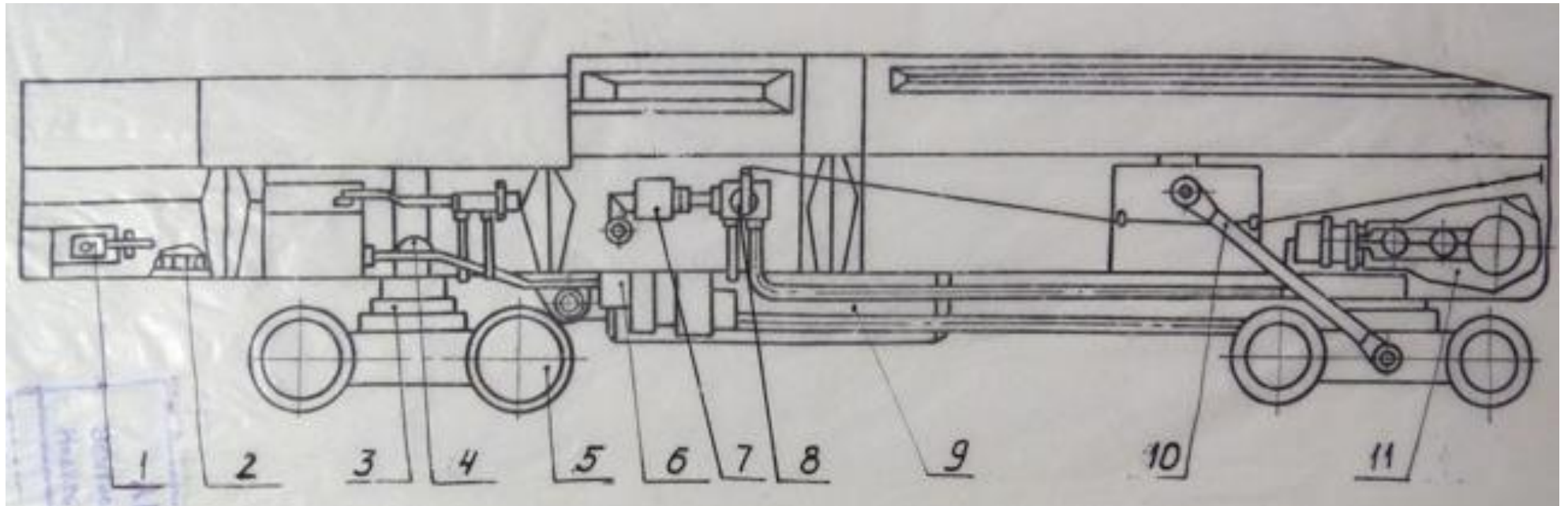


Рисунок 6.2 – Схема змащення вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б:
1 – пристрій натяжний; 2 – ланцюг скребковий; 3 – підп'ятник і ковзуни; 4, 10 – шарніри;
5 – підшипники колісних пар; 6, 11 – редуктори; 7 – автомасельничка; 8 – коробка пускова; 9 – гідросистема

Таблиця 6.1 – Карта змащення вагону прохідницького з донним конвеєром ВПК-7Б

№ поз. на рис. 6.2	Найменування змащеної складової частини виробу	Рекомендоване мастило	Марка можливого замінника	Спосіб змащення	Періодичність змащення	Витрата мастила, кг
1	Пристрій натяжний	Солідол Ж ГОСТ 1033	Солідол С ГОСТ 1033	Шприцом	Два рази на місяць	0,1
2	Ланцюг скребковий	Масло індустріальне І-20А ГОСТ 20799	Масло індустріальне І-30А ГОСТ 20799	Поливка вручну	Два рази на місяць	2,0
3	Підп'ятник і ковзун	Солідол Ж ГОСТ 1033	Солідол С ГОСТ 1033	Шприцом	Один раз на місяць	0,1
4, 10	Шарніри	Солідол Ж ГОСТ 1033	Солідол С ГОСТ 1033	Шприцом	Один раз на місяць	0,1
5	Підшипники колісних пар	Солідол Ж ГОСТ 1033	Солідол С ГОСТ 1033	Шприцом	Один раз на місяць	4,0
6,11	Редуктори	Масло індустріальне І-20А ГОСТ 20799	Масло індустріальне І-30А ГОСТ 20799	Заливка	Два рази на місяць	2,0
7	Автомасельничка	Масло індустріальне І-20А ГОСТ 20799	Масло індустріальне І-12А ГОСТ 20799	Заливка	Щозмінно	2,0
8	Коробка пускова	Солідол Ж ГОСТ 1033		Вручну	Один раз на місяць	0,05
9	Гідросистема	Масло індустріальне І-20А ГОСТ 20799	Масло індустріальне І-30А ГОСТ 20799	Заливка	Два рази на місяць	1-5

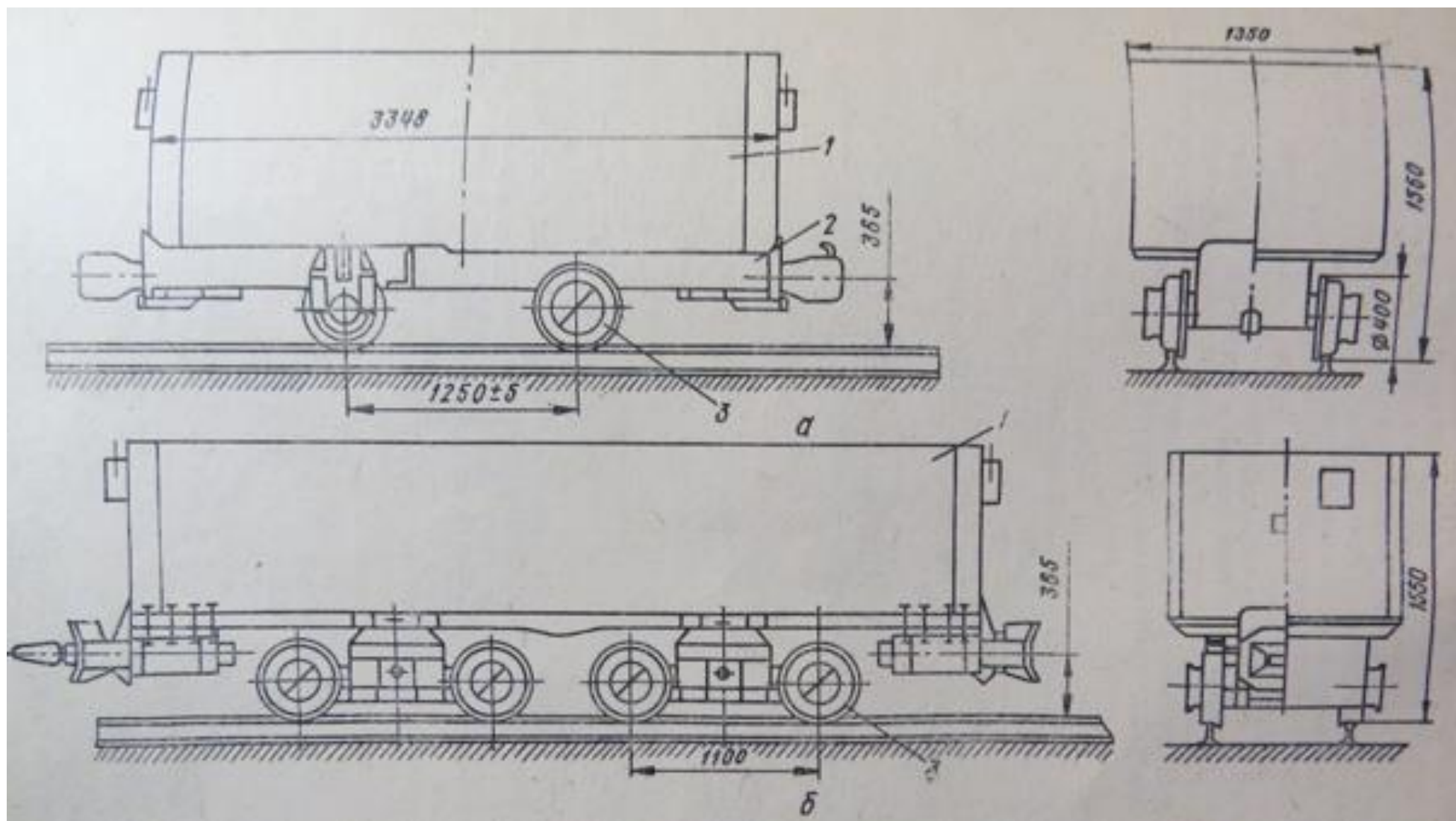


Рисунок 1.3 – Шахтні вантажні вагонетки ВГ-4,5А (а) та ВГ-9,0А (б): 1 – кузов; 2 – рама; 3 – півскат

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики вагонеток типу ВГ для рудних шахт

Показник	ВГ-0,7	ВГ-1,2	ВГ-2,0	ВГ-2,2	ВГ-4,0	ВГ-4,5А	ВГ-9,0	ВГ-9А	ВГ-10А
Місткість кузова, м ³	0,7	1,2	2,0	2,2	4,0	4,5	9,0±0,44	9,0	10,0
Вантажопідйомність, т	1,8	2,5	5,0	5,5	10,0	13,5	22,5±1,1	27,0	30,0
Жорстка база, мм	500	600	1000	1000	1250	1250	4000	4000	4000
Діаметр колеса по колу кочення, мм	300	350	400	400	400	400	400	400	400
Коля, мм	600	600; 750	750	750	750; 900	750; 900	750; 900	750; 900	750; 900
Висота зчіпки від головки рейок, мм	290	320	335	365	335	365	365	365	365
Габаритні розміри, мм:									
довжина	1250	1850	3070	2950	3950	4100	7850	8000	7300
ширина	850	1000	1250	1200	1350	1350	1350	1350	1800
висота	1220	1300	1200	1300	1550	1550	1550	1550	1600
Маса, кг	550	807	1525	1525	2600	4500	7710	7900	9500