

Гришаєв Данило Андрійович

Магістерська робота

**Дослідження та обґрунтування раціональних параметрів
завантажувальних пристроїв скіпових підйомів
підземних гірничодобувних підприємств**

Керівник

проф., д.т.н. Громадський А.С.

ВСТУП

Серед основного гірничого та гірничозбагачувального обладнання важливе місце посідають завантажувальні пристрої шахтних скіпових підйомів. На підземних гірничодобувних підприємствах основна маса корисних копалин, а також часто і порожніх порід видається на поверхню за допомогою скіпів. Завантаження ємностей відбувається спеціальними пристроями, розташованими у дозаторних камерах, що безпосередньо примикають до шахтного стовбура. Одночасно здійснюється також дозування гірничої маси [1-3].

Завантажувальні пристрої представляють собою складні й вартісні комплекси окремих механізмів, сполучених загальною технологічною схемою та ланцюгами дистанційного чи автоматичного керування. Вони працюють у надзвичайно важких та несприятливих умовах експлуатації, піддаючись інтенсивному зношенню під впливом практично безупинного потоку абразивної гірничої маси та агресивних шахтних вод.

Слід також відзначити велику різноманітність цих умов, що пояснюється особливостями залягання покладів корисних копалин, їх фізико-механічними властивостями, стійкістю та міцністю гірничих порід, які знаходяться в районі стовбура та дозаторної камери, кількістю сортів та гранулометричним складом корисної копалини тощо. Усе це ставить високі вимоги перед конструкціями завантажувальних пристроїв та обумовлює велику різноманітність як типів і конструктивних особливостей таких механізмів, так і технологічних схем їх розташування на підземних гірничодобувних підприємствах.

Подальший розвиток механічного обладнання шахтного скіпового підйому потребує зусиль у напрямку підвищення техніко-економічних та експлуатаційних показників завантажувальних пристроїв, зростання ефективності діючої системи завантаження скіпів. Важливою проблемою є також уніфікація та стандартизація такого устаткування, що сприятиме зростанню технологічності процесу його виготовлення на машинобудівних підприємствах та якості технічного обслуговування і ремонтів під час використання за призначенням [4-8].

З огляду на вищесказане, тема представленої магістерської роботи, присвяченої дослідженню та обґрунтуванню раціональних параметрів завантажувальних пристроїв скіпових підйомів підземних рудників, виглядає доцільною та цілком актуальною.

Об'єкт дослідження – технологічний процес завантаження скіпів шахтних підйомних установок гірничою масою.

Предмет дослідження – завантажувальні пристрої скіпових підйомів шахт.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Огляд принципів схем та конструкцій вітчизняних скіпових завантажувальних пристроїв

1.1.1 Призначення та загальна конструктивна схема скіпового завантажувального пристрою

Скіповий завантажувальний пристрій призначений для завантаження гірничої маси з бункера відкотного горизонту шахти у судини скіпового підйому для транспортування її на поверхню.

На рис. 1.1а показана принципова схема одноканатної вертикальної скіпової підйомної установки [3]. Вагонетка 1 електровозної відкатки розвантажується у перекидачі 2 у приймальний бункер 3. З нього за допомогою живильника матеріал поступає у завантажувальний пристрій 4 з дозатором, який відміряє вагову чи об'ємну дозу вантажу і засипає його у скіп 5, підвішений на канаті 6 підйомної машини 7. Після завантаження скіп піднімається машиною на поверхню, де він (8) розвантажується у бункери 9, 10.

На рис. 1.1б у збільшеному масштабі показано розташування приймального бункера 6, завантажувального пристрою 7 з дозатором та скіпа 5.

1.1.2 Завантажувальні пристрої малої ємності

Такі конструкції, що називаються також лотковими, представляють собою два лотки-жолоби, які під кутом 50-60° виходять у стовбур шахти на рівень, що на 0,2-0,3 м вищий верхньої кромки скіпа (рис. 1.2).

У верхніх своїх частинах лотки розширюються у вигляді лійки до розмірів, що забезпечують повне розвантаження вагонетки. Скіп для цього зупиняють під нижньою відміткою лотка. Об'єм вагонетки має бути узгодженим з ємністю скіпа, тобто або дорівнювати їй, або бути кратним.

У разі підвищеної крупності та вологості руди над лійкою завантажувально-

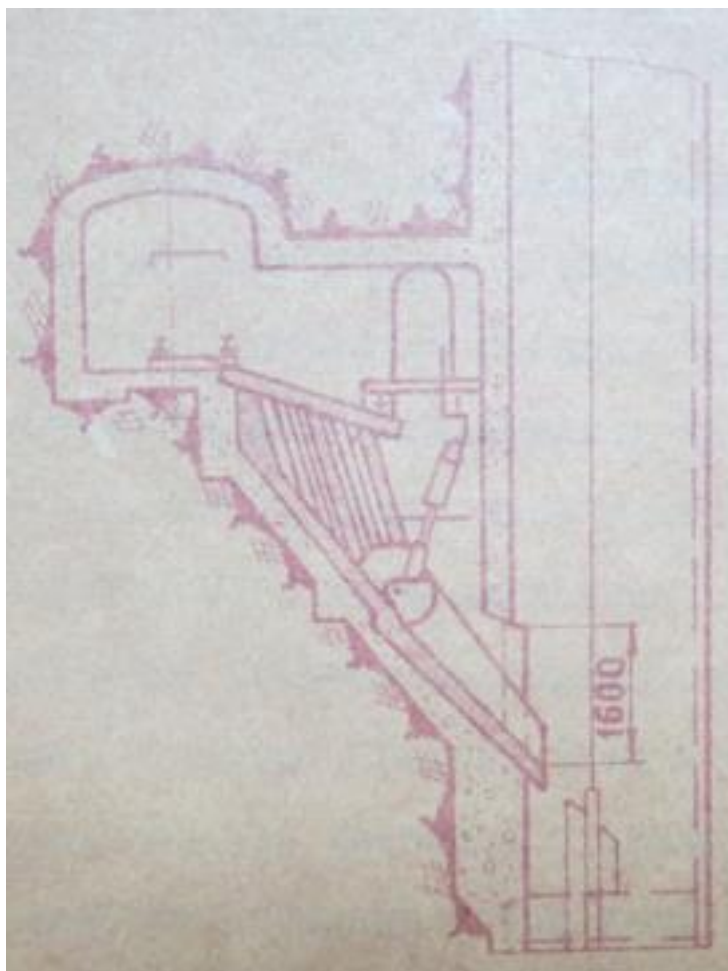


Рисунок 1.2 – Завантажувальний пристрій малої ємності (лоткового типу)

го пристрою встановлюють похилий нерухомий грохот у вигляді решітки із залізничних рейок, повернутих догори підшвами. Зазор між рейками встановлюється приблизно 270 мм. Дріб'язок при цьому провалюється вниз, а крупні шматки розбиваються на грохоті.

1.1.3 Завантажувальні пристрої з містким бункером та об'ємним дозуванням скіпів

Для акумуляції корисної копалини перед завантаження її у скіп використовують спеціальні підземні бункери – камери значної місткості – похилого чи вертикального розташування. У нижній частині бункер примикає до дозаторної камери, яка контактує безпосередньо зі стовбуром шахти. У дозаторній камері встановлені дозатори із затворами, за допомогою яких гірничу масу завантажують у

скіп. Такі завантажувальні пристрої великої ємності застосовують на багатьох шахтах Кривбасу.

У породах слабкої та середньої міцності знаходять використання похилі бункери, що дає можливість створити породний цілик між стовбуром та скіповою гілкою навколостовбурного двору. У міцних стійких породах, де припустимі значні розкриття, споруджують вертикальні бункери поряд зі стовбуром.

На рис. 1.3 показана широко розповсюджена у залізорудній промисловості схема завантажувального пристрою з похилим бункером. Під час розвантаження руда потрапляє на похилі колосникові грохоти, де дріб'язок безперешкодно проходить вниз, а крупні шматки породи дробляться додатково. У нижній частині прийомної лійки під грохотами встановлюють перекидну засувку 1. Бункер залізобетонною стінкою 2 розділяється на два рукави (відділення) для можливості окремого завантаження в них різних сортів руди (або руди і породи). Засувка регулюється та обслуговується за допомогою пневматичного двигуна 3 зі спеціального бічного ходку. Стінки бункера виконані з бетону, а його нижню частину, по якій сповзає руда, додатково накривають металевою футерівкою із залізничних рейок. Бічні стінки також обшивають сталевими листами. Кут нахилу днища бункера залежить від крупності і міцності шматків руди, а також від її вологості. Для крупної сухої руди достатньо кута нахилу $55-65^\circ$, а для дрібної вологої він має бути підвищений до $70-75^\circ$. Нижня частина кожного бункерного відділення дещо звужена і постачена секторним затвором, який відкривають і закривають за допомогою пневматичного циліндра 4, шарнірно підвішеного до балки.

Похилий бункер знаходиться поруч з дозаторною камерою з металевим дозатором міцної конструкції у вигляді мірної шухляди або лійки, за допомогою яких здійснюють дозування необхідного об'єму корисної копалини для заповнення відповідного об'єму скіпа. Для цього ємності дозатора і скіпа мають бути однаковими (або, принаймні, кратними). Завдяки наявності ще однієї перекидної засувки 5 можна завантажувати породу з будь-якого відділення бункера у будь-який скіп.

Усі операції з відкривання та закривання бункерних і дозаторних затворів, а

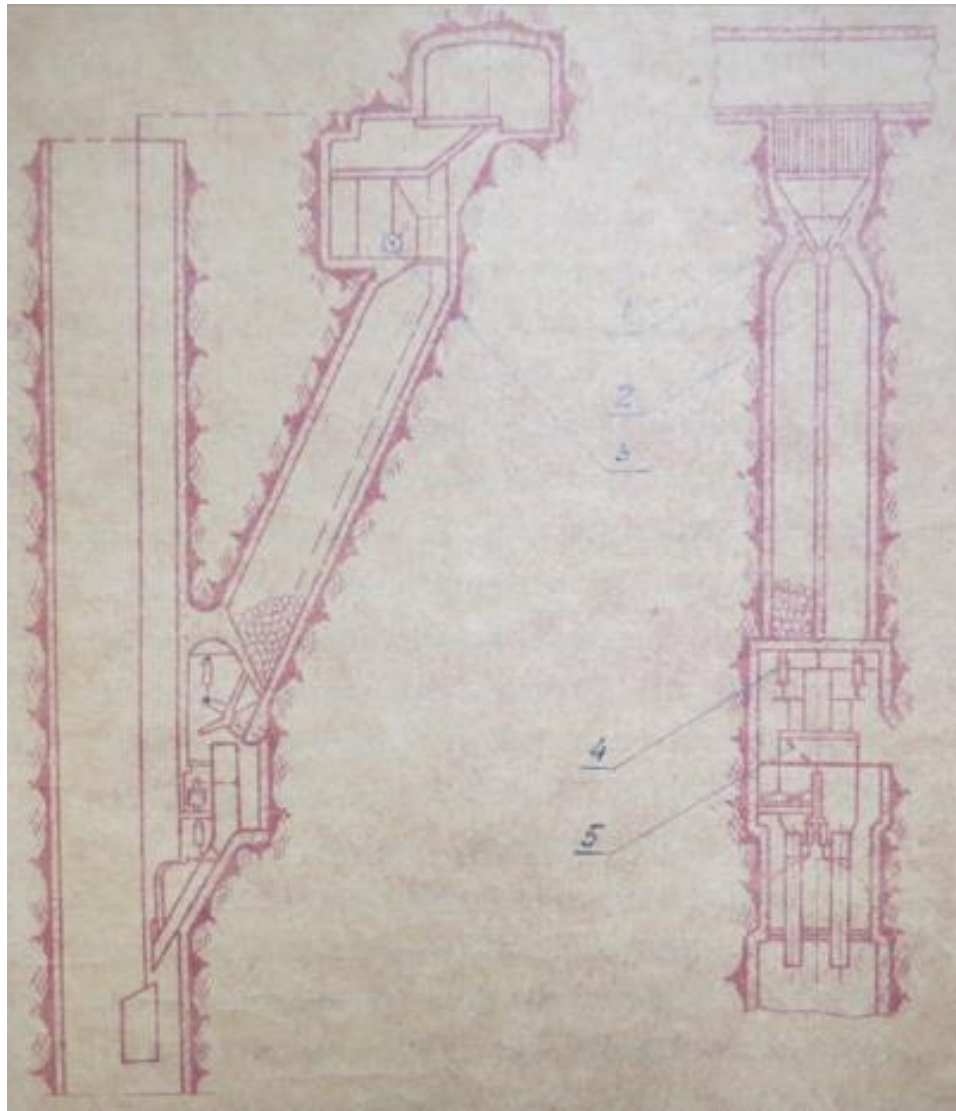


Рисунок 1.3 – Схема завантажувального пристрою з похилим бункером:
1, 5 – засувки перекидні; 2 – стінка залізобетонна;
3 – двигун пневматичний; 4 – циліндр пневматичний

також перемикання засувки здійснюють за допомогою пневматичних циліндрів. Оператор-дозувальник обслуговує усі крани керування в одному місці. У разі припинення подачі стисненого повітря затворами можна керувати у ручному режимі. Кожен затвор має запасні знімні рукоятки.

Для завантаження міцних крупношматкових руд їх піддають попередньому дробленню у дробарках, встановлених над бункерами. На рис. 1.4 показана схема завантажувального пристрою з попереднім дробленням руди.

На рудниках кольорової металург при завантаженні скіпів часто потрібно розділяти різні сорти руди. Для цього там використовують завантажувальні при-

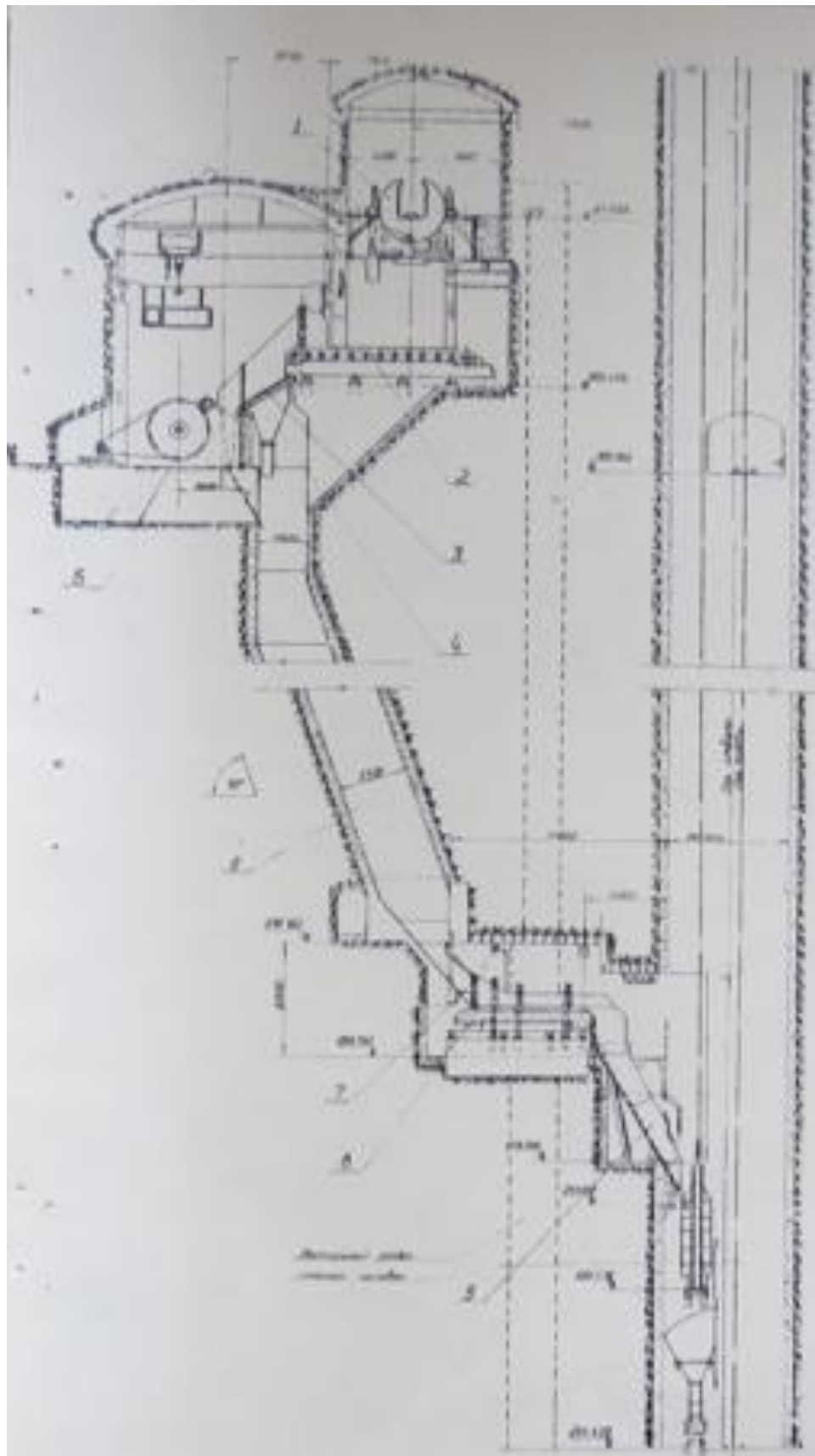


Рисунок 1.4 – Схема завантажувального пристрою з попереднім дробленням руди:
1 – перекидач; 2 – живильник пластинчастий; 3 – грохот колосниковий;
4 – лійка підгрохотна; 5 – дробарка шокова; 6 – рудоспуск; 7 – затвор
пальцевий; 8 – живильник; 9 – жолоб спускний з висувним носком

строї, що складаються із розвантажувальної камери, бункера з двома самостійними рукавами та дозаторної камери. Це дає можливість роздільно завантажувати два сорти руди або руду і породу.

Наприклад, на рис. 1.5 показана схема з дозатором, завантаження якого ведуть через люки, обладнані двома затворами: основним для відділення потоку руди з бункера, що заповнив затвор аж до підпору; аварійним для пересікання потоку, якщо перший дозатор повністю не закрився (наприклад, у разі потрапляння у бункер негабаритних предметів).

На рис. 1.6 можна побачити схему з дозаторною установкою для відділення потоку руди за допомогою пальцевого затвору.

Можливий також варіант з об'ємним дозуванням скіпів пластинчастими живильниками і лотками. Тут живильник вмикають на час, необхідний для заповнення скіпу, після чого зупиняють і припиняють процес завантаження.

Усі розглянуті дозаторні установки мають найрізноманітніші конструктивні рішення випускних затворів та напрямних висувних лотків. Приводи в усіх затворах (там, де вони є) – механічні. Відкриття і закриття затворів здійснюють пневмоциліндрами. Процеси керування установками забезпечують оператори-дозувальники.

1.1.4 Завантажувальні пристрої з містким бункером та ваговим дозуванням скіпів

Ваговий спосіб дозування є більш досконалим у порівнянні з об'ємним. Він дає можливість повністю автоматизувати процес завантаження скіпів та підвищити ефективність роботи усього комплексу гірничих виробок та механізмів для розвантаження, дроблення, акумулювання, дозування та завантаження підйомних судин рудою. При заповненні дозатора порцією руди заданої ваги пристрій зважування спрацьовує і відключає живильник, який подає гірничу масу у дозатор, а також подає командний імпульс на відкриття затвору дозатора. Після повного завантаження скіпа подається імпульс на закриття затвору, а потім – на пуск підйомної машини.

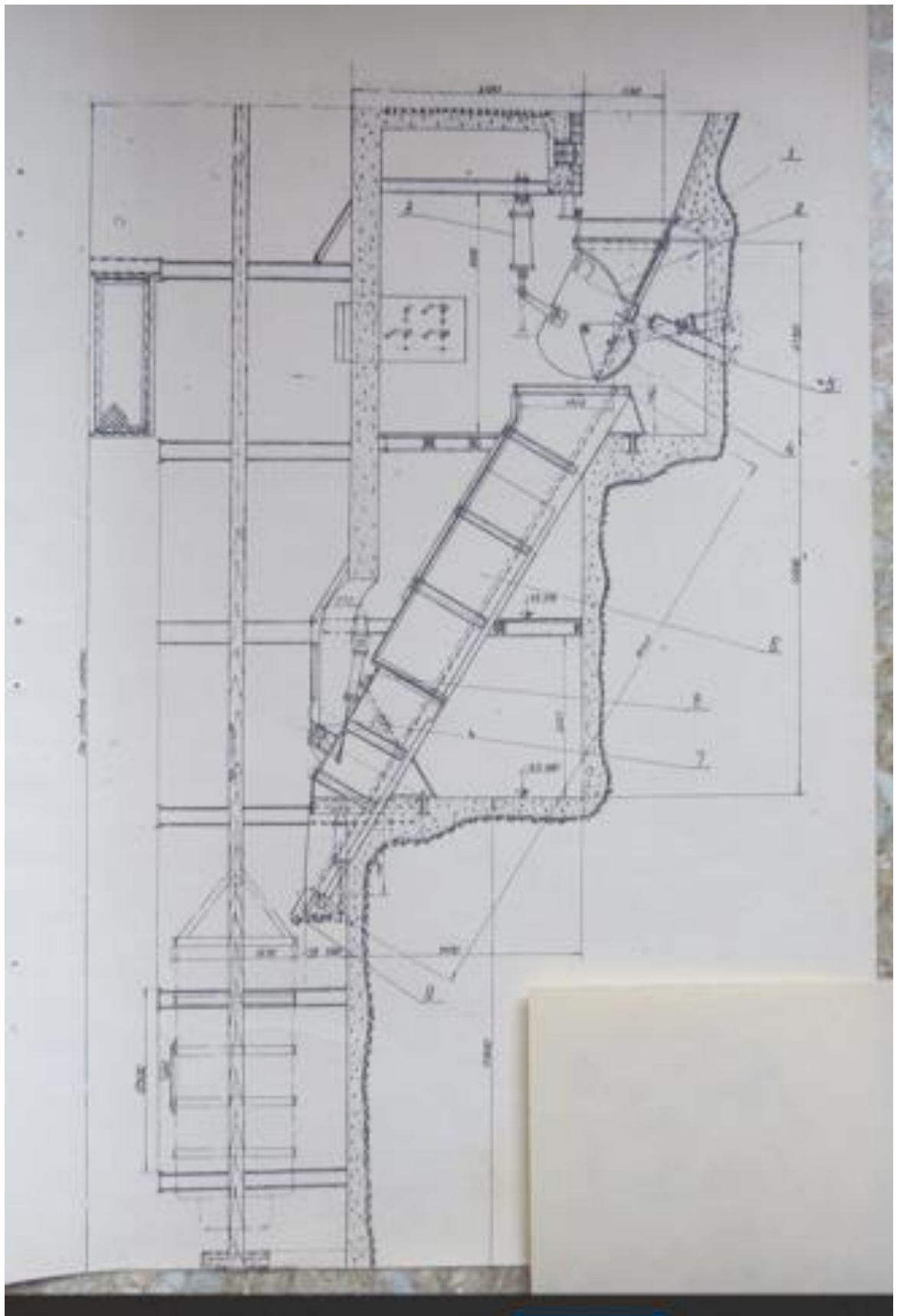


Рисунок 1.5 – Схема завантажувального пристрою з двома затворами:
1 – лійка випускна; 2 – затвор секторний; 3, 5, 8 – циліндри пневматичні;
4 – затвор підсічний секторний; 6 – дозатор;
7 – засувка шиберна; 9 – лоток висувний

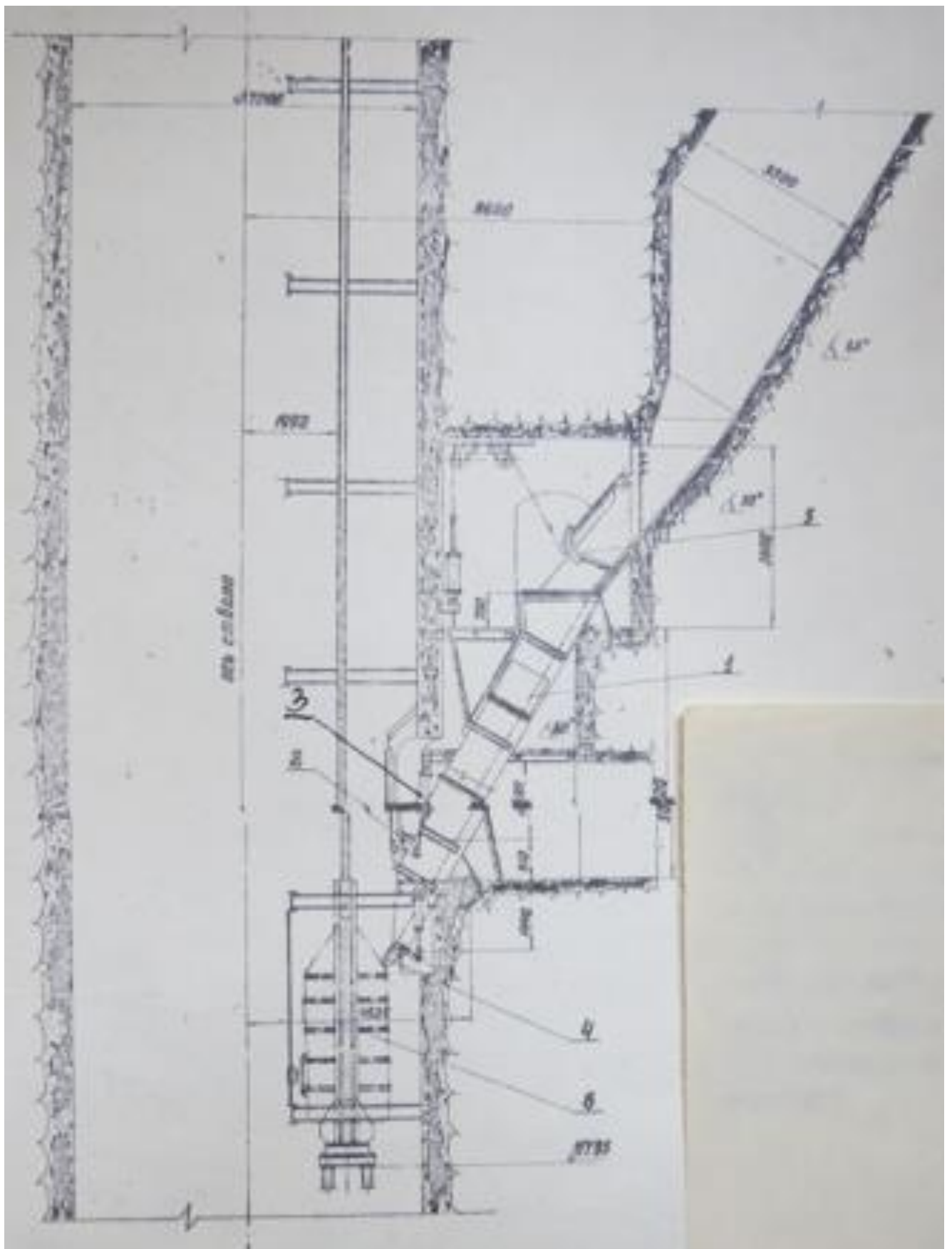


Рисунок 1.6 – Схема завантажувального пристрою з пальцевим затвором:
1 – дозатор; 2 – засувка шиберна; 3 – циліндр пневматичний шиберної засувки;
4 – лоток висувний; 5 – затвор пальцевий з пневмоприводом; 6 – скіп перекидний

На рис. 1.7 приведена схема дозаторної установки з ваговим дозуванням руди розробки інституту ВНДПрудмаш. В якості пристрою зважування в ній використовується спеціальна гідравлічна конструкція, основними елементами якої є пластинчастий живильник, пересувна лійка для змінення напрямку потоку гірничої маси до дозаторів, мірні бункери із секторними затворами та висувними лотками, а також пристрій зважування. Особливістю мірних бункерів є установка кожного з них таким чином, що вони спираються на пристрій зважування і підтримуються напрямними роликми, залишаючись при цьому нерухомими.

1.2 Скіпові завантажувальні пристрої закордонного виробництва

Закордонні конструкції скіпових завантажувальних пристроїв, що використовуються у гірничодобувній промисловості, підрозділяються за місцем установки, способом дозування, положенням скіпу під час завантаження, а завантажувальні станції у цілому – за схемою подачі руди до скіпу. Останні розташовують безпосередньо біля стовбура або на певній відстані від нього. Станції складаються з перекидачів, одного чи декількох штовхачів для перекидання вагонеток у нерозчепленому потягу, завантажувального пристрою з дозувальними механізмами різних конструкцій. Якщо завантажувальна станція знаходиться на відстані від стовбура шахт, до цього переліку додаються живильник або конвеєр для подачі гірничої маси від лійки перекидача до дозувальних бункерів завантажувального пристрою.

На рис. 1.8 показана принципова схема завантажувального пристрою з об'ємним дозуванням та плаваючим лотком для завантаження скіпів.

Завантажувальний пристрій працює у наступній послідовності. Руда потрапляє у дозатор через завантажувальний жолоб 1, який має два затвори: верхній робочий 2 і нижній аварійний 3. Нижній затвор спрацьовує лише у випадку, коли відбувається заклинення сторонніх предметів і верхній затвор закривається внаслідок цього не повністю. Тоді для запобігання надмірного просипу гірничої маси у першу частину завантажувального пристрою жолоб перекривають нижнім затво-

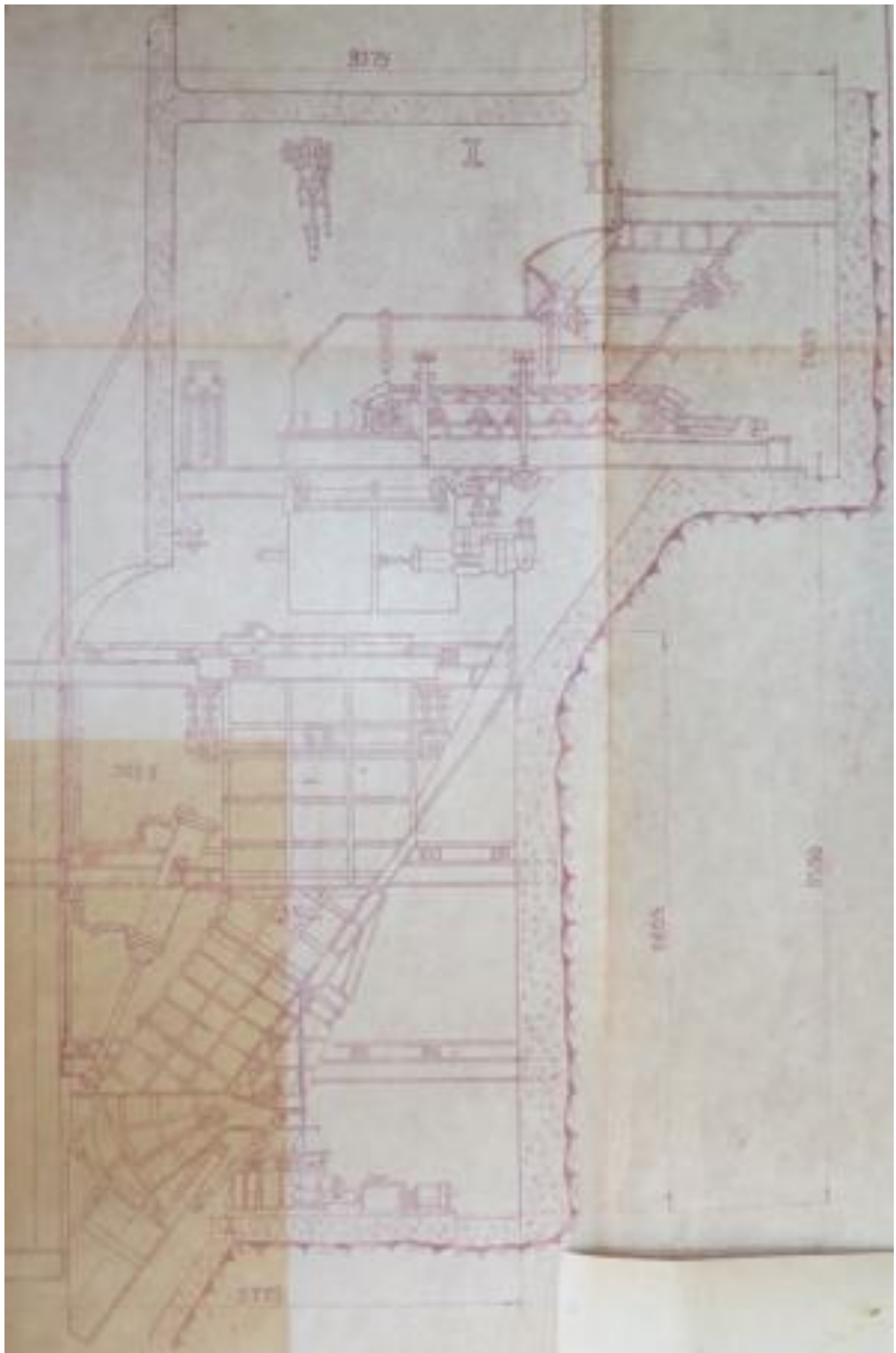


Рисунок 1.7 – Схема дозаторної установки з ваговим дозуванням руди

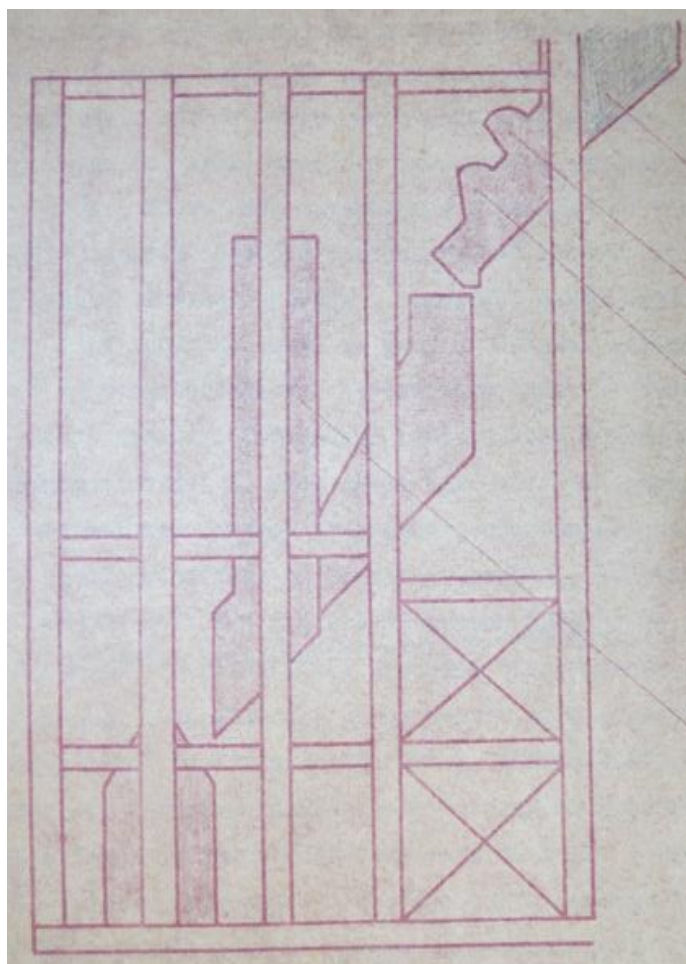


Рисунок 1.8 – Схема завантажувального пристрою з об'ємним дозуванням та плаваючим лотком:

1 – жолоб завантажувальний; 2, 3 – затвори відповідно верхній робочий та нижній аварійний; 4 – лоток плаваючий

ром 3. Затвор дозатора відкривається для завантаження скіпа лише тоді, коли скіп зупиняється у потрібному для завантаження місці і коли верхній затвор 2 жолобу надійно перекритий. Така взаємодія затворів та положення скіпа забезпечується шляхом блокування цих вузлів. Під час завантаження скіпа у глибоких стовбурах він у процесі наповнення опускається донизу за рахунок витягування канатів. Для усунення можливого просипу гірничої маси у зумпф стовбура передбачено використання плаваючого лотка 4, який автоматично займає потрібне положення відносно скіпа під час завантаження останнього.

Схема завантажувального пристрою з ваговим дозуванням розробки шведської фірми ASEA показана на рис. 1.9. Така конструкція використовується на шахті «Гігант-Глибока» у Кривбасі. Вона представляє собою складний комплекс об-

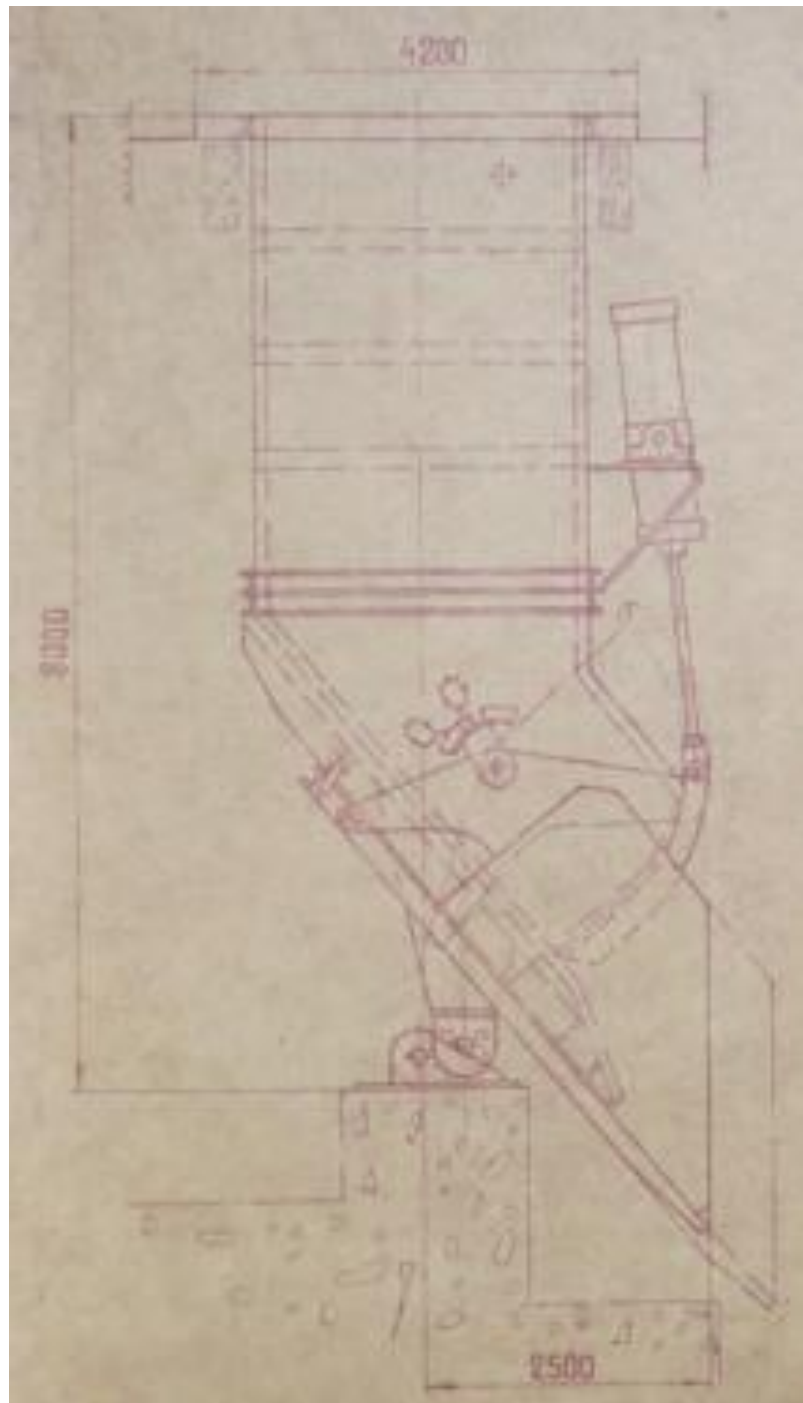


Рисунок 1.9 – Схема завантажувального пристрою з ваговим дозуванням розробки шведської фірми ASEA

ладнання, що керується в автоматичному режимі. Металевий бункер пристрою виконаний з окремих секцій, сполучених між собою фланцевими болтами. Похила нижня частина бункера закінчується секторним затвором з приводом від пневмоциліндру. Одночасно з відкриванням затвору висувається і заходить до скіпу рухомий лоток, який запобігає просипу корисної копалини у стовбур шахти.

Для зважування руди у дозаторі служить зважувальний пристрій, на який спирається дозатор. В якості контрольного елементу застосований магнітопружний динамометр-пресредуктор.

Принцип дії такого пристрою наступний: руда завантажується у дозатор пластинчастим живильником або конвеєром. У міру заповнення дозатора заданою вагою спрацьовує магнітопружний датчик, який зупиняє живильний орган. Розвантаження гірничої маси у скіп відбувається як і при об'ємному дозуванні.

Висновки:

- на вітчизняних та закордонних підземних гірничодобувних підприємствах використовуються різноманітні конструкції завантажувальних пристроїв скіпового підйому гірничої маси, основними з яких є комплекси механічного обладнання з містким бункером та системою дозування скіпів об'ємного чи вагового типів. Вони можуть бути пристосовані для роздільного завантаження різних сортів корисної копалини або її та порожньої породи. У разі наявності крупношматкових фракцій міцних руд установки можуть бути доповнені дробарками для попереднього дроблення гірничої маси перед завантаженням у скіпи;

- існуючі моделі завантажувальних пристроїв відрізняються значною різноманітністю конструктивного виконання, постачені ланцюгами дистанційного або автоматичного керування, добре вписуються у загальну технологічну схему транспорту підземного гірничодобувного підприємства;

- подальший розвиток механічного обладнання шахтного скіпового підйому потребує зусиль у напрямку підвищення техніко-економічних та експлуатаційних показників завантажувальних пристроїв, зростання ефективності діючої системи завантаження скіпів. Важливою проблемою є також уніфікація та стандартизація такого устаткування, що сприятиме зростанню технологічності процесу його виготовлення на машинобудівних підприємствах та якості технічного обслуговування і ремонтів під час використання за призначенням.

1.3 Мета і задачі дослідження

Мета роботи – обґрунтування раціональних параметрів завантажувальних пристроїв скіпових підйомів підземних гірничодобувних підприємств.

Проведений аналіз гірничотехнічних умов роботи та особливостей конструктивного виконання комплексів механічного обладнання для завантаження шахтних скіпових підйомів дозволив визначити задачі, які потрібно вирішити під час здійснення даного дослідження, а саме:

- вибрати методи теоретичних та експериментальних досліджень;
- виконати порівняльний аналіз технічного рівня завантажувальних пристроїв шахтного скіпового підйому;
- оцінити сучасний стан та перспективи розвитку систем керування завантажувальними пристроями;
- проаналізувати технологічні схеми розташування основного обладнання;
- дослідити існуючі методи дозування гірничої маси та вибрати пристрій для його здійснення;
- обґрунтувати пропозиції щодо типізації конструкцій завантажувальних пристроїв;
- на основі аналізу патентної літератури обґрунтувати вимоги щодо конструктивного виконання та раціональних параметрів призначення і надійності подібного обладнання.

Об'єкт дослідження – технологічний процес завантаження скіпів шахтних підйомних установок гірничою масою.

Предмет дослідження – завантажувальні пристрої скіпових підйомів шахт.

2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Науково-дослідницька діяльність людства має найважливіше значення у розвитку нашої цивілізації. Це стосується як фундаментальних досліджень, спрямованих на пізнання навколишнього природного світу і відкриття нових законів його життя та діяльності, так і прикладних, метою яких є використання отриманих теоретичних знань для подальшого розвитку техніки, удосконалення існуючих та створення нових засобів виробництва.

Інструментом виконання наукових досліджень служать різноманітні методи: загальні, теоретичні, експериментальні, комбіновані, спеціальні. Прикладом загальних методів досліджень можуть служити такі, як аналіз і синтез, індукція і дедукція, абстрагування і конкретизація тощо.

Представлена магістерська робота присвячена дослідженню умов експлуатації, вимог до конструктивного виконання та обґрунтуванню раціональних параметрів завантажувальних пристроїв скіпових підйомів підземних гірничодобувних підприємств. Такі роботи виконуються, зазвичай, саме на стадії наукових досліджень процесу створення нової техніки, після якої виконуються етапи проектно-конструкторських розробок та постановки розробленого виробу на серійне виробництво. Лише після цього створену машину починають експлуатувати у практичних умовах виробничих підприємств для виконання тих технологічних операцій, для яких вона досліджувалася та конструювалася.

Типорозмірний ряд скіпових завантажувальних пристроїв УЗС призначений для автоматизації технологічного процесу завантаження скіпів гірничої маси з використання вагового та об'ємного методів дозування матеріалу, підвищення техніко-економічних показників експлуатації цієї частини загального комплексу електромеханічного обладнання внутрішньошахтного транспорту. Це дуже відповідальне обладнання, від надійної та безвідмовної експлуатації якого залежить ефективність роботи усього підземного гірничого підприємства.

В роботі широко використовується аналітичний метод дослідження. За його допомогою розглянуто гірничотехнічні умови роботи та особливості конструкти-

вного виконання існуючих комплексів механічного обладнання для завантаження шахтних скіпових підйомів, здійснено порівняння технічного рівня завантажувальних пристроїв вітчизняного шахтного скіпового підйому, оцінено сучасний стан та перспективи розвитку систем керування завантажувальними пристроями, проаналізовано технологічні схеми розташування основного обладнання завантажувальних комплексів, досліджено існуючі методи дозування гірничої маси з метою вибору найбільш раціонального пристрою для його здійснення.

Синтетичний метод дослідження застосований для обґрунтування раціонального конструктивного складу скіпового завантажувального пристрою та вимог до нього, показників призначення та надійності такого обладнання.

Для розробки пропозицій щодо створення типорозмірного ряду скіпових завантажувальних пристроїв використовувалися методи уніфікації та стандартизації виробів машинобудівельних галузей виробництва.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ШАХТНИХ СКІПІВ

3.1 Оцінка та перспективи розвитку систем керування завантажувальними пристроями

Огляд існуючого механічного обладнання для завантаження гірничою масою скіпів шахтних підйомних установок показує, що до останнього часу у багатьох випадках продовжує застосовуватися ручне керування механічними приводами різних механізмів завантажувальних пристроїв, а також дистанційне або автоматичне керування пневматичними чи електричними приводами затворів та живильників.

На операціях обслуговування завантажувальних пристроїв зайнято 2-3 робітника у кожну зміну. Умови експлуатації пов'язані з важкою та небезпечною фізичною працею. Працівники повинні спостерігати за процесом завантаження скіпа, у разі відсутності блокування і сигналізації подавати сигнал машиністу підйомної машини щодо закінчення операції завантаження, здійснювати розштибування під час виникнення заклинь і зависань у бункерах та дозаторах. Час спрацювання усього комплексу та точність дозування повністю залежать від професійних навичок дозувальників і швидкості їх реакції, що безумовно знижує загальні показники роботи підйому.

Проте, питанням автоматизації підйомних установок у гірничодобувній промисловості приділяється значна увага, в результаті чого майже повсюдно на режим автоматичного керування переведені головні та допоміжні стаціонарні підйомні установки.

У зв'язку з цим, стає зрозумілою необхідність повної автоматизації завантажувальних вузлів скіпового підйому. Це забезпечить рівномірне завантаження підйомних судин гірничою масою, виключить використання важкої фізичної праці дозувальників та полегшить процес автоматизації усієї підйомної установки у цілому, збільшуючи тим самим її продуктивність.

3.2 Аналіз технологічних схем розташування основного обладнання

У більшості розглянутих вище різновидів завантажувальних пристроїв технологічні схеми розташування механічного обладнання повністю задовольняють своєму прямому призначенню – передачі гірничої маси з підземного бункера до скіпу з одночасним її дозуванням. Утім, при переході до повністю автоматизованих комплексам обладнання окремі механізми стають непридатними з точки зору швидкості спрацьовування, надійності роботи, простоти конструкції, металоємності та вартості. Мова, насамперед, йде про пальцеві і секторні затвори, шибєрні засувки тощо. Крім того, вибір обладнання, що відповідає сучасному технічному рівню, впливатиме й на технологічну схему його розташування. З огляду на це, розглянемо найбільш розповсюджені та прогресивні технічні рішення у цьому напрямку (рис. 3.1-3.3).

На рис. 3.1а зображена умовна схема завантаження скіпа з підземного бункера 1 у скіп при односкіповому підйомі. Гірничу масу по рудоспуску через похилу лійку потрапляє на пластинчастий живильник 2, який виконує роль затвору, що періодично подає матеріал у дозатор 3 або припиняє цю подачу. З дозатора, обладнаного секторним затвором, гірничу масу потрапляє у скіп 4, який знаходиться під завантаженням.

Основною перевагою цієї схеми є використання в якості верхнього затвору стандартного серійного живильника, який забезпечує плавну подачу матеріалу у дозатор та надійне швидке припинення її в разі отримання відповідного імпульсу з автоматичного ланцюга. Змінення довжини живильника від 3 до 12 м (за замовленням) дає можливість варіювати віддалення підземного бункера від стовбура і розташовувати його на достатній відстані від нього (наприклад, при слабких оточуючих породах). Електропривод живильника дозволяє здійснювати просте його підключення у ланцюг автоматизації усього комплексу.

Крім того, важливою властивістю такої схеми є можливість використання її для двох скіпових незалежних підйомів без будь-яких змінень у комплектності використовуваного обладнання.

На рис. 3.1б показана схема завантаження скіпа з двох послідовно розташованих підземних бункерів 1 при односкіповому підйомі. Під час роботи одного із живильників 2 гірнича маса потрапляє на стрічковий конвеєр 5 з відповідного бункера. Привод конвеєра при цьому заблокований з приводом живильника, тобто другий живильник при роботі першого включитися не може. Стрічковий конвеєр подає матеріал у дозатор 3, після чого він потрапляє у скіп 4.

Основними перевагами схеми є вказане вище використання пластинчастого живильника, а також стрічкового конвеєра в якості розподільного пристрою. Конвеєр складається з покупних уніфікованих вузлів і служить одночасно засобом для прибирання просипу гірничої маси з-під живильників. Шляхом подовження конвеєра та встановлення додаткових живильників можна легко перейти до схеми з видачею трьох і більше сортів корисної копалини. А паралельна установка двох комплексів з такою схемою розташування обладнання забезпечує роботу з двохскіповим незалежним підйомом.

Схема на рис. 3.2а призначена для завантаження двох скіпів 5 з одного підземного бункера 1. Вона відрізняється від попередніх наявністю додаткового розподільника 3, який за сигналом з ланцюга автоматичного керування завжди встановлюється над порожнім дозатором 4. Руда з живильника 2 потрапляє через розподільник у дозатор і заповнює його. Переміщення розподільника відбувається по прямій лінії у незначних межах ходу.

Схема має переваги, аналогічні двом попереднім. Її недоліком є неможливість видачі двох і більше сортів матеріалу. Тому для такого режиму роботи при двохскіповому підйомі пропонуються наступні варіанти розташування обладнання, приведені на схемах рис. 3.2б, 3.3а і 3.3б.

Перша з них включає два послідовно розташованих бункери 1. Під час роботи одного з живильників 2 матеріал потрапляє з відповідного бункера на стрічковий конвеєр 6, привод якого заблокований з приводом живильника. Конвеєр подає гірничу масу через розподільник 3 у відповідний дозатор 4, звідки вона потрапляє у скіп 5.

До переваг цієї схеми можна віднести застосування розподільного пристрою

простої конструкції з поступальним переміщенням, можливість прибирання просипу з-під живильників стрічковим конвеєром та видачі більшого числа сортів корисної копалини шляхом подовження конвеєра і збільшення кількості пластинчастих живильників. Схема не потребує використання додаткового обладнання крім описаного у попередніх схемах.

Що стосується технологічних схем, представлених на рис. 3.3а і 3.3б, то вони мають наступні недоліки:

- наявність надлишкових додаткових механізмів двох стрічкових конвеєрів (рис. 3.3а);

- розподільник складної конструкції з трьохпозиційними пневмоциліндрами і підвищеною динамікою роботи; значна його висота, що обумовлюватиме підвищену висоту падіння матеріалу у дозатор, його інтенсивне зношення з цієї причини, небажане подрібнення матеріалу та нестійку роботу пристрою зважування (рис. 3.3б);

- значний обсяг капітальних робіт з проходки дозаторної камери.

Таким чином, з метою типізації завантажувальних пристроїв рекомендується застосовувати технологічні схеми, показані на рис. 3.1а, 3.1б, 3.2а і 3.2б. Завдяки ним можна забезпечити раціональну експлуатацію завантажувальних пристроїв, складених з максимально уніфікованого механічного обладнання, у різноманітних гірничо-геологічних та інших умовах ведення підземних гірничих робіт. На рис. 3.4 показане можливе загальне компонування механічного обладнання завантажувального комплексу за схемою на рис. 3.2а.

3.3 Дослідження методів дозування та вибір пристрою для його здійснення

У світовій практиці гірничодобувної промисловості знаходять використання наступні методи дозування гірничої маси:

- дозування скіпів вагонетками з автоматичним лічильником кількості спорожнень безпосередньо у дозатор. Розподілення матеріалу між дозаторами здійснюється при цьому за допомогою шиберів та розсікачів. Недоліками методу, що

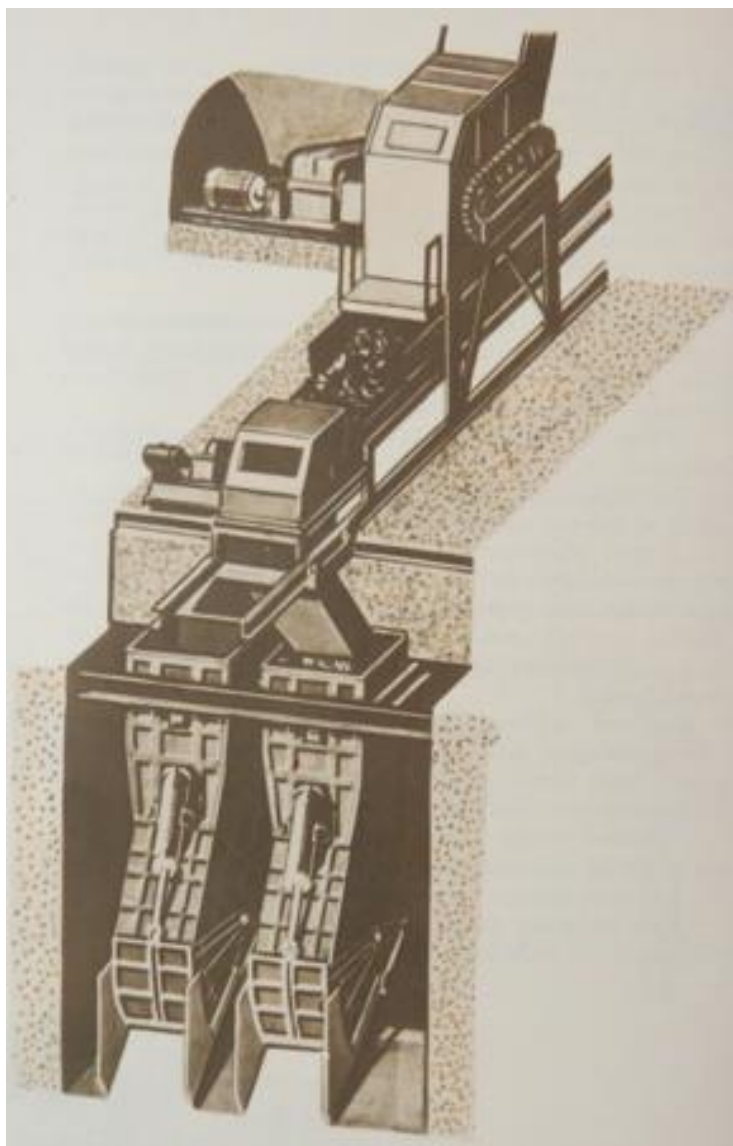


Рисунок 3.4 – Можливе загальне компонування механічного обладнання завантажувального комплексу за схемою на рис. 3.2а

перешкоджають його широкому розповсюдженню, є жорсткі вимоги до синхронної роботи рудникового транспорту та обмеження продуктивності;

- об'ємне дозування скіпів під час подачі корисної копалини від перекидача до дозувальних бункерів за допомогою конвеєра. Розподілення матеріалу між дозувальними бункерами здійснюється пересувним шибером, поворотним жолобом, розсікачем тощо. Бункер заповнюється до рівня, що визначається відповідним датчиком. Після цього відбувається або зміна напрямку потоку матеріалу, або відключення конвеєра, за допомогою якого матеріал подається до завантажувального пристрою;

- об'ємне дозування скіпів за часом заповнення дозатора конвеєром. Останній вмикається на певний проміжок часу, необхідний для потрапляння у дозатор необхідної кількості копалини. Окрім часу, робота таких пристроїв часто контролюється ваговими або об'ємними датчиками;

- об'ємне дозування скіпів під час заповнення дозатора до підпору за наявності місткого бункера. При відкриванні верхнього секторного затвору матеріал заповнює дозатор до підпору, після чого верхній затвор відділяє заповнену дозу шляхом пересікання потоку матеріалу знизу-угору.

Перераховані методи та пристрої об'ємного дозування погано підходять для умов повної автоматизації процесу завантаження скіпів через недосконалість їх конструкції та низьку надійність роботи контрольно-вимірювальної апаратури у шахті, внаслідок чого ця операція у більшості випадків досі не автоматизована і виконується вручну. Це не сприяє рівномірності завантаження і призводить або до недостатнього заповнення скіпів, або до їх перевантаження, що значно зменшує продуктивність підйому та погіршує його динаміку.

З огляду на це, слід більш докладно зупинитися на методах вагового дозування скіпів, як більш доцільніших. Основне розповсюдження отримав метод зважування гірничої маси разом із дозатором, який може використовуватися у наступних варіантах:

- зважування шляхом змінення центру ваги дозатора. У цьому випадку завантаження здійснюється до тих пір, поки дозатор під дією ваги засипаної руди не відхилиться від вертикального положення. При повному відхиленні він вплине на кінцевий вимикач і відключить живильник. Вагове дозування руди відбуватиметься за принципом змінення положення центру ваги та діючих моментів дозатора по відношенню до своєї опори у процесі його заповнення. На схемах, приведених на рис. 3.5, добре видно, як перекидний момент змінює свій напрямок на проталезний у кінці завантаження дозатора;

- зважування дозатора за допомогою контрвантажів. За цим варіантом незавантажений дозатор утримується контрвантажем у верхньому положенні доти, доки вага руди не досягне встановленої дози. Після цього дозатор опускається і за

допомогою кінцевого вимикача зупиняє живильник і подачу матеріалу;

- зважування дозатора за допомогою магнітопружних датчиків. Створення приладів для безупинного вимірювання тиску і ваги пов'язаний з проблемою значної їх чутливості до змінення температури. Це відноситься до тензометрів у комбінації з ємнісними та індуктивними вторинними вимірювальними приладами. Шляхом використання великої кількості елементів у датчику тензометра цей недолік може бути частково усунений, але корисна потужність такого блоку виявляється недостатньою для швидких і точних замірів і потребує доволі складних проміжних підсилювачів, що, звісно, значно підвищує вартість комплексу обладнання. Використання ж магнітопружних вимірювачів ваги, заснованих на змінненні індуктивності котушки з масивним осердяем, не виправдало очікувань через високу вартість та значну температурну залежність.

Найпростішим, компактним, дешевшим та точнішим вимірювачем представляється конструкція, в якій застосовується явище магнітної анізотропії, що виникає у феромагнітному матеріалі під впливом прикладеного до нього механічного зусилля. Такий прилад не потребує жодного проміжного підсилювача. Його датчик складається з квадратних штампованих листів феромагнітного матеріалу, що утворюють компактний пакет, який буде сприймати вказаний механічний вплив – тиск або вагу (рис. 3.6).

Пакет має чотири отвори, в яких розміщені дві обмотки (первинна і вторинна) під прямим кутом одна до іншої і під кутом 45° відносно напрямку прикладеного механічного зусилля (рис. 3.6а). Первинна обмотка живиться змінним струмом, а до вторинної підключений вольтметр. У цілому такий датчик представляє собою невірно розрахований трансформатор, в якому обидві обмотки розташовані таким чином, що за відсутності прикладеного до пакету зовнішнього механічного впливу магнітного зв'язку між обмотками немає (рис. 3.6б). Коли ж датчик стискається, у ньому виникає магнітна анізотропія, внаслідок якої магнітна проникність зменшується у напрямку дії цього зусилля (для матеріалів, що мають позитивну магнітострикцію), магнітний потік відхиляється у поперечному напрямку до величини, пропорційної зусиллю (рис. 3.6в). У вторинній обмотці при цьому

індукується електрорушійна сила, також пропорційна величині механічного зусилля. Саме цей показник і фіксується вимірювальним приладом.

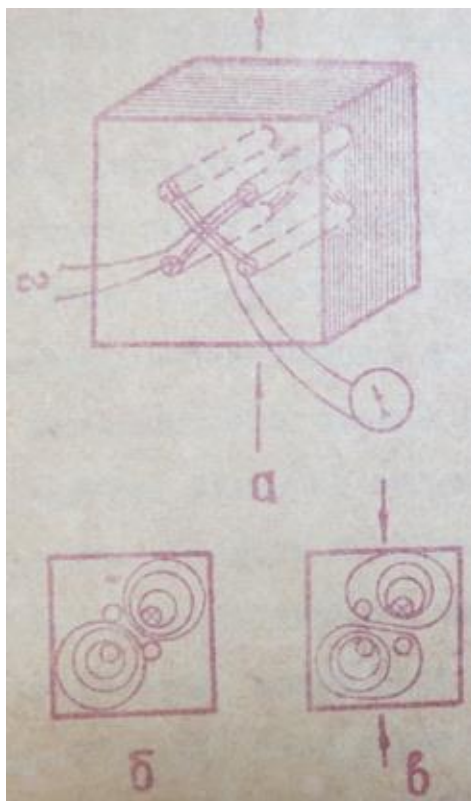


Рисунок 3.6 – Схема вагового вимірювача з феромагнітного матеріалу:
а – отвори для розміщення первинної і вторинної обмоток приладу;
б – відсутність магнітного зв'язку між обмотками за відсутності механічного зусилля; в – поява магнітної анізотропії при стисканні вимірювача

На базі цієї принципової схеми розроблено декілька типорозмірів конструкції подібних магнітопружних датчиків для автоматичного зважування дозувальних бункерів. Датчики подають сигнал у схему керування живильниками під час завантаження і розвантаження дозаторі (рис. 3.7).

- зважування дозатора за допомогою гідроциліндра. У цій схемі дозуючий бункер спирається на поршень, підтримується тиском масла у порожнині свого гідроциліндру. При витоках масла бункер осідає більше, ніж потрібно; тоді замикається контакт і запускається насос, який нагнітає масло у циліндр. Із збільшенням ваги гірничої маси у дозаторі зростає тиск масла у циліндрі. У міру досягнен-

ня заданої ваги реле тиску зупиняє живильник і завантаження дозатора припиняється. Коли скіп встановлюють під завантаження, контакти замикаються і затвор бункера відкривається. Після закінчення процесу завантаження скіпа затвор знову закривається, висувний лоток прибирається зі стовбура шахти і починається цикл підйому судини.

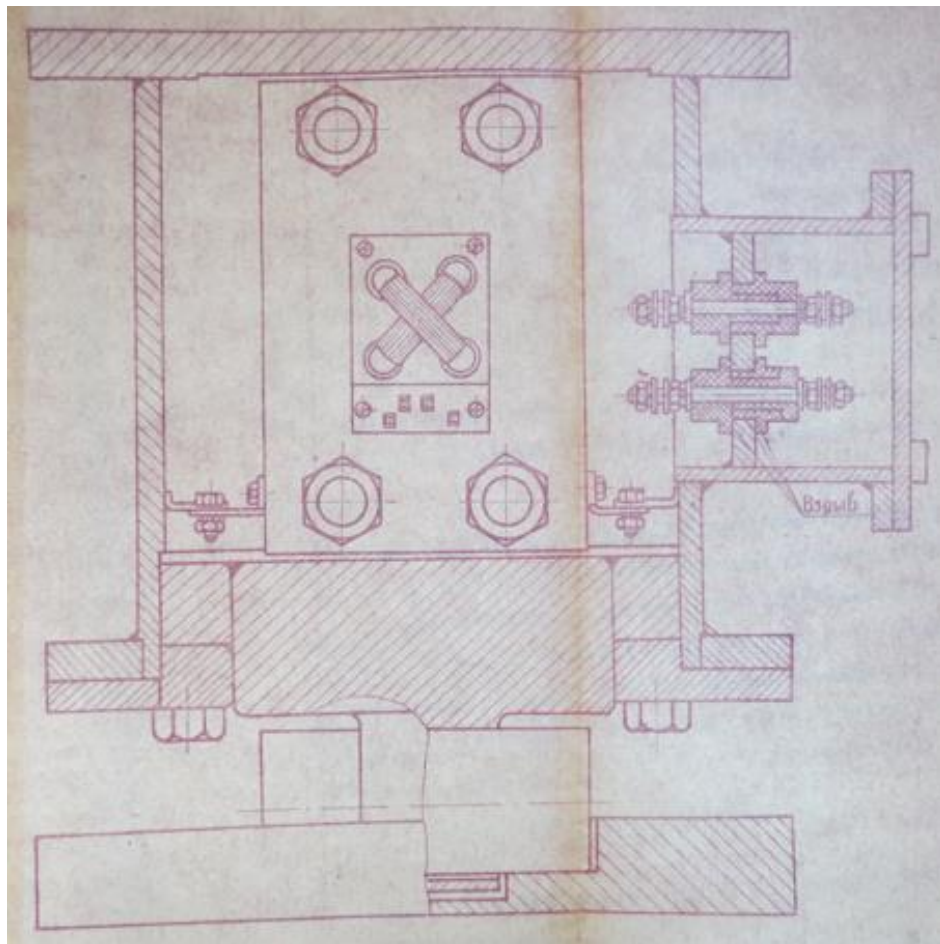


Рисунок 3.7 – Схема магнітопружного датчика для автоматичного зважування дозувальних бункерів

За такою схемою працює комплексна система автоматизації скіпового підйому розробки фірми «Сіменс-Шукерт» (Німеччина) на руднику Нейхоф-Елерс. Аналогічну конструкцію має гідравлічний зважувальний пристрій, спроектований інститутом ВНДПрудмаш (рис. 3.8).

Пристрій складається з гідроциліндру з плунжером 1, двохпозиційного електроконтактного манометру 2 та гідроприводу 3. У порожнини гідроциліндру і

трубопроводу, на якому змонтований манометр, залито масло. У залежності від ваги дозатора, що діє на плунжер, тиск масла у системі змінюється. Змінення тиску реєструється манометром, відрегульованим на задану вагу дозатора. Для поповнення масла в разі можливих його витоків із системи у конструкції пристрою передбачений насос з електроприводом, який вмикається і вимикається у залежності від рівня масла у циліндрі.

Аналіз більшості розглянутих вище вагових методів дозування свідчить, що вони мають певні недоліки.

Метод з використанням змінення центру ваги дозатора страждає невисокою точністю. Наприклад, при коливаннях питомої ваги матеріалу у межах 2,3-2,5 т/м³ похибка може сягати ± 1200 кг. Крім того, на точність замірів сильно впливає якість монтажу обладнання.

Варіант вагового дозування з використанням контрвантажу потребує побудови громіздкої важільної системи з контрвантажем великої ваги. Магнітопружні датчики та необхідна для них перетворювальна електроапаратура не пристосовані до роботи у важких шахтних умовах.

Слід зауважити, що жодний з розглянутих методів, окрім останнього (з гідравлічним циліндром), не показав насправді позитивних результатів під час спроб практичного впровадження на вітчизняних шахтах гірничорудної промисловості.

Винятком є лише гідравлічний зважувальний пристрій, який з успіхом експлуатується на багатьох шахтах, у тому числі в умовах Кривбасу. Такі найбільш прості та надійні конструкції для вагового дозування гірничої маси можуть бути рекомендовані до використання у типових завантажувальних пристроях скіпового підйому.

3.4 Обґрунтування пропозицій щодо типізації конструкцій завантажувальних пристроїв

3.4.1 Вибір параметричного ряду виробів

Під час розробки та виготовлення нової техніки потрібно прагнути до спро-

щення та здешевлення цього процесу. Одним з численних шляхів досягнення цієї мети є вирішення дуже актуальної задачі обґрунтованого скорочення номенклатури об'єктів виробництва. Її розв'язання разом з одночасним забезпеченням потреб споживачів продукції можливо лише «...на основі раціонального вибору типу машин, що виготовляються. Крім підвищення економічних показників виробництва це забезпечить полегшення експлуатації техніки, ремонт і постачання запасними частинами, створить передумови для їхнього централізованого та рентабельного виготовлення» [9].

З цієї точки зору, на наш погляд, буде цілком логічним запропонувати розробку параметричного ряду завантажувальних пристроїв і зробити це на основі параметричного ряду скіпів, що випускаються серійно.

Головним параметром при цьому доцільно вибрати ємність дозатора, адже саме вона визначає усю решту параметрів конструкції: ширину, довжину і висоту дозатора, розміри деталей, що забезпечують їх міцність тощо. Від ємності дозатора залежать продуктивності завантажувального пристрою зокрема та усього шахтного підйому у цілому. Інші параметри завантажувальних пристроїв залежать від кількості сортів корисної копалини, що видаються на поверхню, розташування скіпів у стовбурі шахти, ширини скіпів.

З метою максимального зменшення кількості типорозмірів завантажувальних пристроїв, призначених для використання на нових і діючих шахтах, а також на таких, що підлягають реконструюванню, слід прийняти наступні значення головного параметру – ємності дозаторів (м³):

3,0; 4,0; 5,0; 7,0; 9,5; 11,0; 15,0; 17,0; 21,5; 25,0.

Приведений параметричний ряд цілком охоплює існуючий ряд ємностей скіпів, призначених для застосування на шахтах чорної та кольорової металургії. Прийнята максимальна питома вага корисної копалини – 2,5 т/м³.

3.4.2 Вимоги, що ставляться до завантажувальних пристроїв

Під час проектування типажних завантажувальних пристроїв повинні вра-

ховуватися наступні основні фактори:

- міцність, максимальні розміри шматків та насипна вага корисної копалини;
- вологість копалини та її схильність до злежування;
- необхідність забезпечення герметизації гірничих виробок;
- продуктивність підйому та ємність скіпів.

Типажні завантажувальні пристрої мають забезпечити наступні основні вимоги:

- повністю автоматизований режим керування, а також наявність дистанційного дубльованого керування, необхідного на періоди налаштування, пуску та ремонтних робіт;

- вагове дозування гірничої маси за допомогою гідравлічних зважувальних пристроїв;

- наявність пневматичного приводу на усіх виконавчих механізмах за виключенням покупного обладнання (живильників, стрічкових конвеєрів), що має стандартний електропривод;

- швидке і повне завантаження скіпів без переповнення та пересипання гірничої маси у зумпф за допомогою спеціального висувного лотка на дозаторі;

- видача гірничої маси незалежно від її вологості та об'ємної ваги;

- завантаження скіпів у фіксованому (при посадці на бруси) та підвішеному (на кінцевому горизонті при шківках тертя або на проміжних горизонтах) положеннях при використанні усіх типів підйомних установок;

- мінімальні розміри камер завантажувальних пристроїв, зручність в обслуговуванні та експлуатації;

- герметизація стовбура шаром копалини у містких бункерах;

- блокування роботи затворів завантажувальних пристроїв і підйому, яке включає можливість повторного завантаження скіпа і просипу копалини у зумпф стовбура у випадку, коли скіп, що почав підніматися, проходить декілька метрів угору, а потім знову повертається вниз у не розвантаженому стані.

3.4.3 Уніфікація вузлів та деталей типових пристроїв

Окрім значного скорочення числа технологічних схем та видів використовуваного обладнання як всередині кожного типорозміру, так і між ними.

Наприклад, усі завантажувальні пристрої повинні виконуватися одорукавними для завантаження одного скіпа відповідної ємності. Це дасть можливість значного скорочення кількості типорозмірів та застосування їх під час завантаження двох і навіть трьох скіпів з різними відстанями між їх осями, які прийняті у перетинах стовбурів. Прийняті параметри ширини секцій завантажувальних пристроїв мають забезпечити можливість установки секцій з відстанню між їх осями, що відповідає мінімальній відстані між скіпами.

Завантажувальні пристрої позначаються комбінацією літерів та цифр, а саме: ПЗС-XX-X, де ПЗС – пристрій завантажувальний скіповий, перші дві цифри – геометрична ємність дозатора, м³; третя цифра – 1 (для односкіпового підйому при одному рудоспуску), 2 (для двохскіпового підйому при одному рудоспуску), 3 (для одnoseкційного підйому при двох і більше рудоспусках), 4 (для двохсекційного підйому при двох і більше рудоспусках).

Приклади умовного позначення завантажувальних пристроїв:

- ПЗС-11-2 – пристрій завантажувальний скіповий для завантаження дозатора ємністю 11 м³ в умовах двохскіпового підйому при одному рудоспуску;
- ПЗС-25-4 – пристрій завантажувальний скіповий для завантаження дозатора ємністю 25 м³ в умовах двохсекційного підйому при двох і більше рудоспусках.

Висновки:

- проведені дослідження існуючих систем керування механізмами скіпового підйому дало можливість з'ясувати, що абсолютно необхідною є повна автоматизація завантажувальних вузлів, яка повинна забезпечити рівномірне завантаження підйомних судин гірничою масою, виключити використання важкої фізичної праці дозувальників та полегшити процес автоматизації усієї підйомної установки у цілому, збільшуючи тим самим її продуктивність;

- порівняльний аналіз технологічних схем розташування основного обладнання шахтних завантажувальних комплексів показав, що з метою типізації завантажувальних пристроїв рекомендується застосовувати технологічні схеми, приведені на рис. 3.1а, 3.1б, 3.2а і 3.2б. Завдяки ним можна забезпечити раціональну експлуатацію завантажувальних пристроїв, складених з максимально уніфікованого механічного обладнання, у різноманітних гірничо-геологічних та інших умовах ведення підземних гірничих робіт;

- результати аналізу існуючих методів дозування гірничої маси під час завантаження скіпів свідчать, що вагові методи мають суттєві переваги у порівнянні з об'ємними. Особливо перспективним представляється метод вагового дозування з використанням опорного гідравлічного циліндру. Прості та надійні конструкції пристроїв, що працюють на його основі, можуть бути рекомендовані до експлуатації у типових завантажувальних пристроях скіпового підйому;

- в роботі запропоновані принципи типізації скіпових завантажувальних пристроїв, зокрема: обґрунтований параметричний ряд виробу; сформульовані вимоги, що ставляться до них; відзначена важливість забезпечення широкої уніфікації вузлів і деталей цих конструкцій.

4 ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ТА РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ СКІПОВИХ ПРИСТРОЇВ

4.1 Аналіз патентної літератури

З метою дослідження та обґрунтування технічного рівня пристрою завантажувального скіпового для вертикального підйому в рамках представленої роботи проведений патентний пошук, предметами якого є дозатори скіпові (головним чином їх секції), секторні затвори та зважувальні пристрої.

В авторському свідоцтві [10] описана конструкція скіпового завантажувального пристрою, схема якого зображена на рис 4.1. Пристрій складається з бункера 1, живильника 2, бункер-дозатора 3 із затвором, підвісок 4, зважувального механізму 5 та пульта керування 6. Зважувальний механізм розташований так, що на нього припадає поздовжня складова ваги бункеру дозатора разом з вантажем. Механізм налаштований на вагу завантаженого матеріалу (тобто власна вага бункер-дозатора при цьому не враховується).

Пристрій працює наступним чином. Вмикається живильник 2 і матеріал з місткого бункера 1 перевантажується у бункер-дозатор 3. У міру накопичення потрібної ваги матеріалу у бункер-дозаторі зважувальний механізм подає сигнал на відключення живильника. При підході скіпа 7 подається імпульс на відкривання затвору бункер-дозатора, внаслідок чого матеріал з нього пересипається у скіп. При відході скіпа від перевантажувальної станції закривається затвор бункер-дозатора, вмикається живильник і готується наступна доза матеріалу.

Для зменшення динамічного впливу потоку руди з дозатора на конструкцію скіпа запропоновано технічне рішення, викладене в а.с. на скіповий завантажувальний пристрій, в якому передбачено використання спеціальної важільної системи [11]. На рис. 4.2 показана схема запропонованого пристрою у початковому стані, а на рис. 4.3 – під час завантаження скіпа.

Пристрій складається з бункера 1, підвісок 2, секторного затвору 3, приводу

4 секторного затвору, випускного лотка 5, важільної рами, зібраної з важелів 6 і 7, осі 8 та зрізного штифта 9, відбійника 10 у вигляді ланцюгової штори, осі 11, тяг 12, напрямних боковин 13, скіпа 14, траверси 15 та датчика 16 вагового дозатора.

Пристрій працює наступним чином. У початковому стані затвор 3 закритий, а важільна рама з відбійником 10 і напрямними боковинами 13 за допомогою приводних важелів 12 піднята таким чином, що не заважає проходу скіпа, причому боковини 13 розташовані із зовнішнього боку вертикальних щік випускного лотка 5, а відбійник 10 перекриває внутрішній перетин цього лотка.

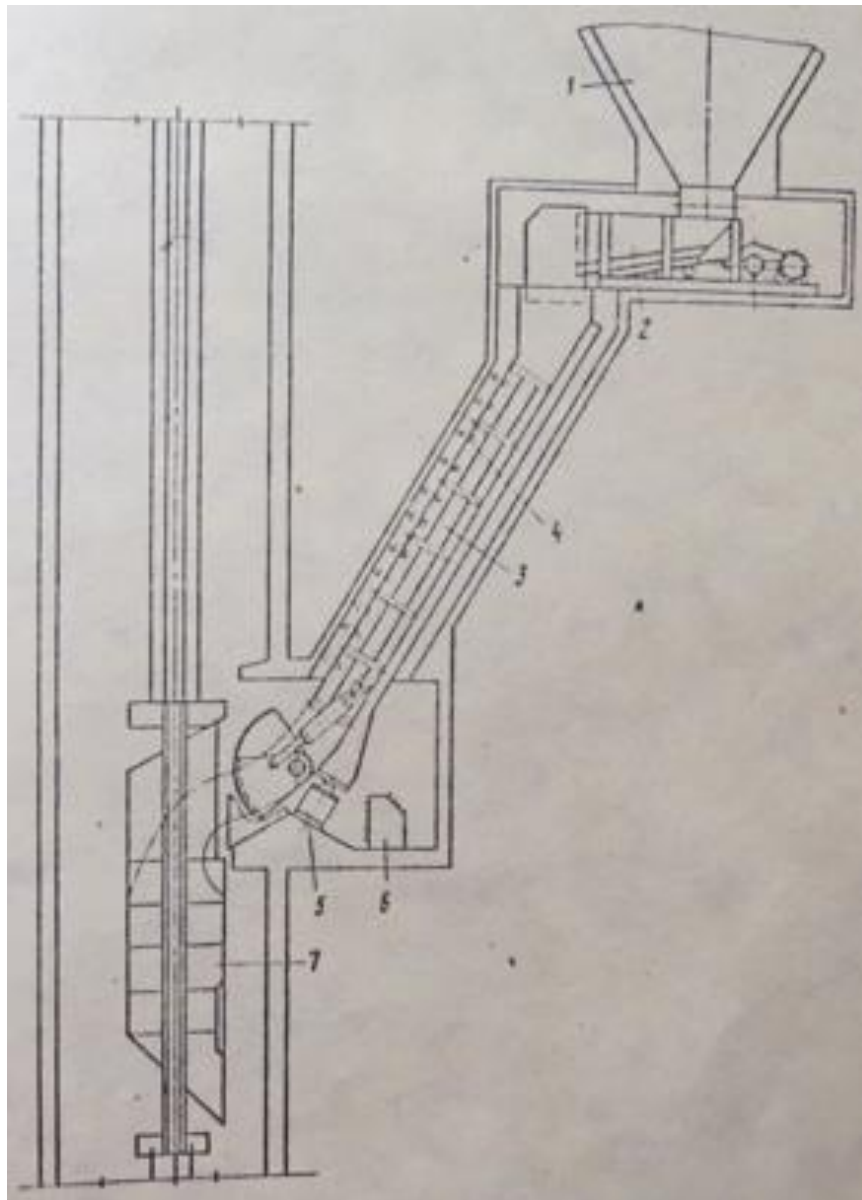


Рисунок 4.1 – Скіповий завантажувальний пристрій за а.с. № 899389:

- 1 – бункер; 2 – живильник; 3 – бункер-дозатор; 4 – підвіска;
- 5 – зважувальний механізм; 6 – пульт керування; 7 – скіп

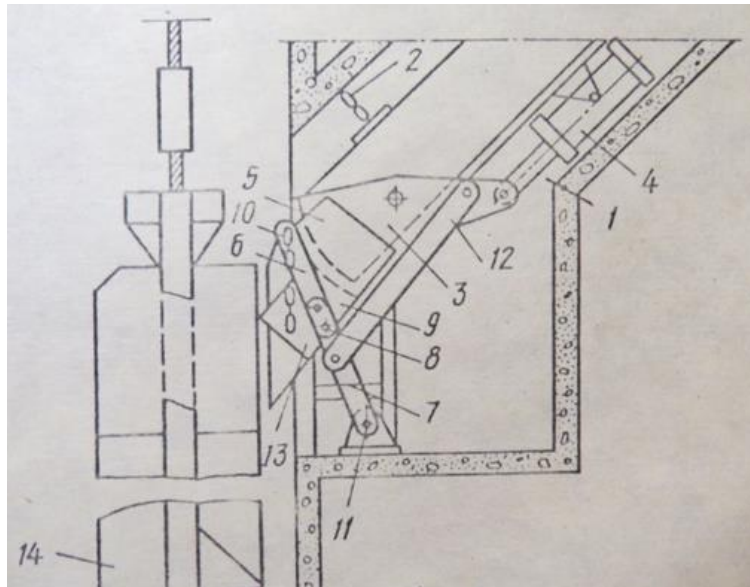


Рисунок 4.2 – Схема скіпового завантажувального пристрою за а.с. № 1150205 у початковий момент роботи:

- 1 – бункер; 2 – підвіска; 3 – затвор секторний; 4 – привод затвору секторного;
 5 – лоток випускний; 6, 7 – важелі; 8, 11 – осі; 9 – штифт зрізний;
 10 – відбійник; 12 – тяга; 13 – боковини напрямні; 14 – скіп

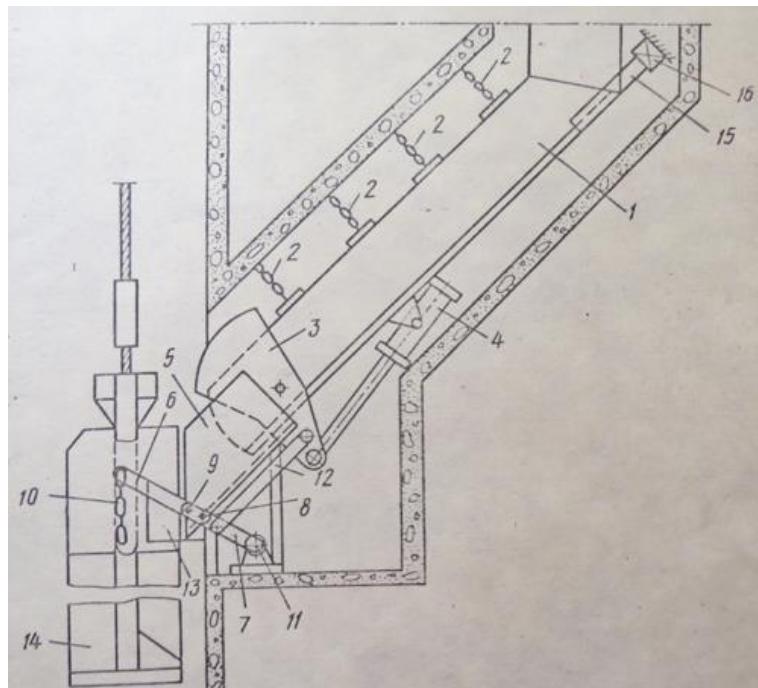


Рисунок 4.3 – Схема скіпового завантажувального пристрою за а.с. № 1150205 під час завантаження скіпа:

- 1 – бункер; 2 – підвіска; 3 – затвор секторний; 4 – привод затвору секторного;
 5 – лоток випускний; 6, 7 – важелі; 8, 11 – осі; 9 – штифт зрізний;
 10 – відбійник; 12 – тяга; 13 – боковини напрямні; 14 – скіп;
 15 – траверса; 16 – датчик дозатора вагового

Після приходу скіпа 14 під завантаження спрацьовує привод 4 секторного затвору 3 і відкриває останній. Внаслідок зв'язку тягами 12 боковини затвора з важільною рамою вона разом з відбійником 10 входить у завантажувальний отвір скіпа. Потік матеріалу сповзає по випускному лотку 5, зустрічається з відбійником 10 і, не досягаючи задньої стінки скіпа через втрату швидкості, падає вниз. Боковини 13 служать при цьому для запобігання просипу матеріалу з боків скіпа у зумпф. Крім того, у разі аварійної ситуації, коли скіп піде угору при відкритому затворі і опущеному відбійнику, нижній край завантажувального вікна скіпа натисне на боковини 13, закріплені на важільній рамі, та на саму раму з відбійником і закриє затвор. При цьому скіп вільно пройде угору, не зачіпаючи самого відбійника. Тобто, боковини 13 слугуватимуть у такому випадку запобіжником.

Якщо ж відбійник і затвор будуть відкриті, а скіп прийде зверху, то своїм днищем від упреться у важільну раму, штифт 9 зріжеться, а важіль 6 з відбійником 10 повернеться на осі 8 і безперешкодно пропустить скіп донизу.

Вагове дозування матеріалу, що завантажуються у скіп, здійснюється за допомогою датчика 16, на який бункер 1 спирається через траверсу 15.

Під час завантаження скіпів існує небезпека просипу гірничої маси у стовбур, що викликає механічні ушкодження та вихід з ладу урівноважувальних канатів. Крім того, через низьку надійність з'єднувальних ланок висувного лотка, секторного затвора та контролюючих їх роботу апаратів можуть мати місце аварії, які відбуваються внаслідок поломки висувного лотка скіпом, що рухається. Для запобігання цих неприємних ситуацій в а.с. [12] запропонована конструкція лотка дозатора, показана на рис. 4.4, де на схемі а зображено розташування скіпа та гумово-тросового лотка, а на схемах б і в відповідно – види збоку і зверху на цей лоток.

Гумово-тросовий лоток складається з фартуху 1 із секцій, прикріплених за допомогою металевих пластин 2 до шарнірної поворотної підстави. Остання виконана з майданчиків 3, трубних секцій 4 та порожнистої осі 5 з кронштейнами 6, за допомогою яких гумово-тросовий лоток кріпиться до торця похилого жолобу 7. Під фартухом 1 розташовані пружні дугоподібні елементи 8, які виконані з тросу і

служать для утримання секцій фартуха від провисань, а також для надання цим секціям додаткової пружності на випадок впливу рудного потоку або рухомого скіпу.

Гумово-тросовий лоток встановлюється у кінці нижньої частини похилого жолобу 7 таким чином, щоби зазор а між крайньою кромкою жолобу 7 і скіпом 9 був повністю перекритий.

Робота лотка відбувається у наступному порядку. Під час відкривання угору секторного затвору 10 рудний потік 11, що сповзає похилим жолобом 7 і підтримується фартухом 1, потрапляє безпосередньо у скіп 9. Після проходу скіпу фартух 1 під дією своєї ваги повертається у початкове положення.

При русі скіпу вниз він впливає на фартух і пружні елементи 8, відхилює останні і вільно проходить під завантаження. Еластичність лотка не викликає його поломок рухомим скіпом.

Використання описаного гумово-тросового лотка дозволяє усунути просипи гірничої маси у стовбур і захистити тим самим урівноважувальні канати від ушкодження. Крім того, скорочення числа можливих аварій суттєво підвищує загальну надійність скіпового підйому.

У технічному рішенні за авторським свідоцтвом [13] також розглянутий завантажувальний пристрій, який унеможливує потрапляння матеріалу у похилий стовбур за відсутності у ньому скіпа. На рис. 4.5 показаний загальний вигляд пристрою із закритим (а) та відкритим (б) шибером, а на рис. 4.6 – його поперечний перетин.

Пристрій містить шибер 1, підвішений у напрямних 2 на котках 3. На нижньому кінці шиберу закріплені тяги 4 для його взаємодії з кузовом скіпа 5, а на верхньому кінці – петля 6 для кріплення тросу 7 контрваги 8, підвішеною на блоках 9 і 10. Кузов скіпа постачений ущільнювальним кожухом 11, що жорстко закріплений на упряжній рамі 12 і призначений для щільного закриття верхньої частини скіпа. З боку випускних отворів жолобу 13 та зважувальної лійки 14 кожух має проріз 15 у рамі 16. Конструкція жолобу має окантовку 17, яка ущільнена з ним та лійкою 14 за допомогою матеріалу 18, наприклад, брезенту.

Під час опускання скіпа 5 у скіпову яму його кузов входить у зачеплення з тягами 4 на шибері 1, завдяки чому останній на котках 3 відкочується по напрямних 2 вниз за кузовом скіпа та відкриває випускні отвори жолобу 13 і лійки 14.

Коли завантажений скіп піднімається угору, він звільнює тяги 4 на шибері 1, контрвага 8 за допомогою троса 7 тягне шибер за петлю 6 і піднімає його до упору. При цьому шибер 1 пересувається на котках 3 у напрямних 2, входить під окантовку 17 і перекриває випускні отвори жолобу 13 і лійки 14. До повторного опускання скіпа у скіпову яму ці отвори будуть відкриті, що виключає будь-яку можливість випадкового просипу гірничої маси у зумпф стовбура або у скіпову яму.

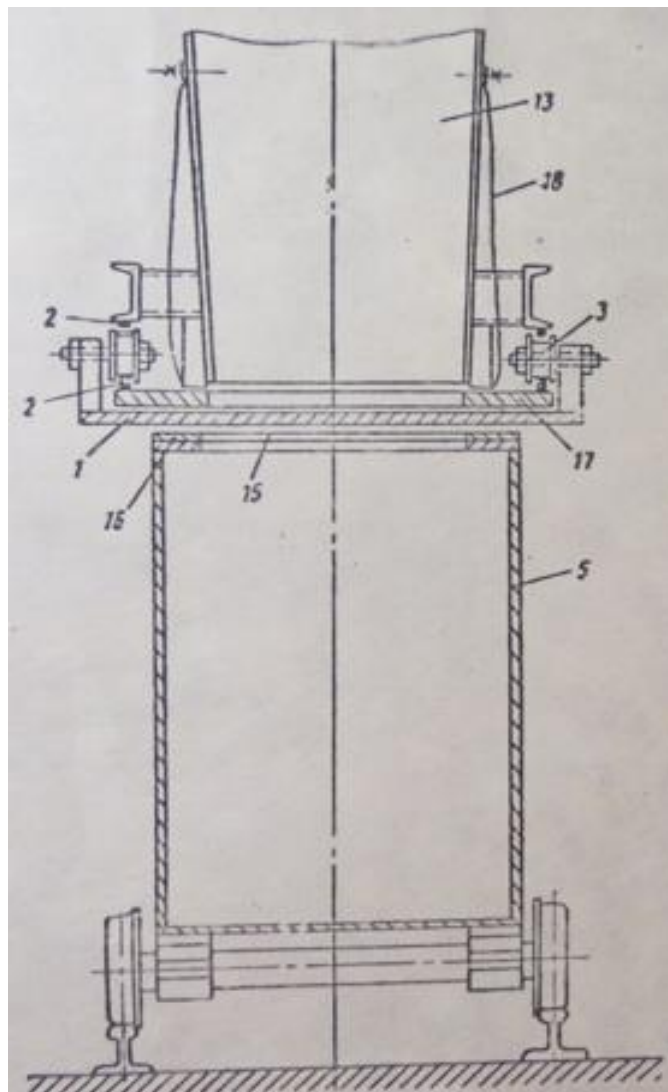


Рисунок 4.6 – Поперечний перетин завантажувального пристрою для скіпового підйомника за а.с. № 527362:

- 1 – шибер; 2 – напрямні; 3 – котки; 5 – скіп; 13 – жолоб; 15 – проріз;
16 – рама; 17 – окантовка; 18 – матеріал ущільнювальний

4.2 Вимоги до конструктивного виконання пристроїв

Аналіз розглянутих вище технічних рішень дозволив сформулювати основні вимоги до конструктивного виконання завантажувальних пристроїв для скіпового підйому.

Пристрої завантажувальні скіпові призначені для автоматичного дозування та завантаження гірничої маси з підземного бункера у скіпи шахтного стовбура.

Завантажувальні пристрої виконуються за технологічними схемами розташування основного обладнання, приведеними на рис. 3.1а, 3.1б, 3.2а і 3.2б.

Кожен з них складається з наступних основних вузлів, наявність і кількість яких залежить від використовуваної технологічної схеми:

- лійки для спрямування потоку гірничої маси з приймального бункера на пластинчастий конвеєр;

- установки живильника пластинчастого типу (та за необхідності стрічкового конвеєра), призначених для подачі гірничої маси з підземного бункера у дозатор. До складу установки живильника входить власне живильник у зборі з редуктором та електродвигуном, аварійний затвор для перекриття лійки завантаження живильника з керуванням та приводом від пневмоциліндрів, рама лійки, захисні кожухи. Останні повинні забезпечувати запобігання надлишкового просипу під час роботи живильника та конвеєра. Стрічковий конвеєр використовується для транспортування гірничої маси після живильників і подачі її за допомогою розподільника на завантаження дозаторів. Одночасно з цим конвеєр служить в якості затвору для швидкого припинення подачі матеріалу у разі отримання відповідного імпульсу з автоматичного ланцюга;

- розподільника для розподілення гірничої маси у лівий і правий дозатори;

- дозатора, призначеного для автоматичного дозування гірничої маси з підземного бункера у скіп. Представляє собою зварну металоконструкцію коробчатої форми з вікном для розвантаження руди у скіп і секторним затвором, який потрібен для надійного утримання гірничої маси в ємності. Внутрішня частина дозатора, виконаного з листового та профільного прокату, повинна футеруватися

захисними зносостійкими плитами товщиною до 40 мм. Дозатор розташовується у спеціальній гірничій виробці – дозаторній камері, що примикає до шахтного стовбура. Розвантаження дозатора має відбуватися шляхом відкривання секторного затвору, що забезпечуватиме нормальну роботу скіпового підйому. Дозатор повинен працювати як у режимі вагового, так і в режимі об'ємного дозування гірничої маси, а також постачатися системою блокування для виключення можливості вмикання приводу сектора дозатора у випадку установки скіпа поза допустимої зони завантаження;

- пристрою зважувального для визначення і контролю ваги дози матеріалу, що знаходиться у дозаторі. Тип пристрою – з опорним гідроциліндром;

- пульта керування, призначеного для управління завантажувальним пристроєм в автоматичному або дистанційному (ручному) режимах роботи, у вигляді пневматичних клапанів, що управляються від електромагнітних вентилів;

- системи зрошення для пригнічення пилу під час завантаження дозатора і скіпа, а також при роботі стрічкового конвеєра. Вода для неї і повітря для пневмосистем мають бути очищені від механічних домішок;

- електрообладнання для живлення та управління завантажувального пристрою. Електрична схема установки повинна забезпечувати: автоматичне та ручне керування; захист від перевантаження за струмом; захист від струмів короткого замикання відвідних силових ланцюгів; нульовий захист; блокування роботи дозаторів з живильником та стрічковим конвеєром; світлову сигналізацію; контроль положення секторів дозаторів; сигналізацію або блокування для запобігання посадки підйомної судини на незакритий затвор дозатора; вмикання живильників після спорожнення дозаторів та вимикання їх при наповнених дозаторах. Електрообладнання має відповідати «Правилам будови електроустановок» за ГОСТ 24754.

Конструкція завантажувального пристрою має бути простою і не вимагати складного оснащення для її виготовлення. Разом із тим, вона повинна забезпечувати ефективне функціонування пристрою та належне виконання технологічного процесу під час експлуатації, бути надійною та довговічною.

4.3 Обґрунтування показників призначення та надійності завантажувальних пристроїв

У табл. 4.1 приведені номенклатура та ранжування показників технічного рівня скіпових завантажувальних пристроїв типу УЗС.

Таблиця 4.1 – Номенклатура та ранжування показників технічного рівня скіпових завантажувальних пристроїв типу УЗС

Найменування технічного об'єкту	Найменування техніко-економічних показників та їх ранжування у порядку значимості	Одиниці виміру показників
Пристрій завантажувальний скіповий типу УЗС	1 Показники призначення:	
	1.1 Ємність дозатора	м ³
	1.2 Вантажопідйомність	кН
	1.3 Габаритні розміри дозатора у плані: довжина ширина	мм мм
	2 Показники надійності:	
	2.1 Призначений термін служби	років
	2.2 Встановлений ресурс до капітального ремонту	годин
	2.3 Питома трудомісткість технічних обслуговувань та ремонтів	чол.год/год
	3 Показники економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів	
	3.1 Маса дозатора	кг

В якості прикладу розглянемо обґрунтування показників призначення та надійності для пристрою завантажувального скіпового УЗС-25-4. Це установка,

яка призначена для автоматичного дозування і завантаження гірничої маси насипної густини до 2,5 т/м³ і максимальним розміром шматків до 400 мм з підземного бункера у скіпи ємністю 25 м³ у шахтних умовах при двохсекційному підйомі та двох і більше рудоспусках. Пристрій виконаний за схемою на рис. 3.2б.

4.3.1 Показники призначення

Основні технічні дані та параметри пристрою завантажувального УЗС -25-4 мають відповідати значенням, вказаним у табл. 4.2 [14].

Таблиця 4.2 – Основні технічні дані пристрою завантажувального УЗС-25-4

Найменування показника	Значення
Основні конструктивні особливості завантажувального пристрою	
Тип завантажувальної установки	живильник 2-12-45
Тип затвору дозатора	секторний
Привод затвору дозатора	пневмоциліндр
Тип зважувального пристрою	гідравлічний
Методи дозування гірничої маси	ваговий та об'ємний
Вид енергії виконавчих органів	пневматична
Вид енергії органів керування	електрична
Тип системи зрошення	повітряно-водяне розпилення
Загальна маса пристрою, кг, не більше	176000
Основні параметри дозатора	
Кількість, шт.	2
Ємність, м ³ , не менше	25
Вагова місткість, кН, не більше	625
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина	4000
ширина	2212
висота	11000
Маса, кг	35000
Номинальні параметри живильної електромережі:	
напруга, В	380
частота, Гц	50
Робочий тиск живильної пневмомережі, МПа (кг/см ²)	0,5 (5)
Кількість зважувальних пристроїв	2
Кількість пультів керування	1

Продовження таблиці 4.2	
Основні параметри живильника	
Номінальна потужність приводу, кВт	30
Ширина полотна, мм	1200
Номінальна відстань між осями приводного і натяжного валів, мм	4500
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина	7100
ширина	4560
висота	1592
Маса з електрообладнанням, кг, не більше	20000

4.3.2 Показники надійності

Згідно з РД 50-650 завантажувальні скіпові пристрої відносяться до 1 групи виду 1, номенклатура показників надійності якої містить показники довговічності, ремонтпридатності та комплексні [15].

В якості показника довговічності приймаємо ресурс до капітального ремонту, а комплексного показника – питому сумарну трудомісткість технічних обслуговувань і ремонтів. Останній одночасно відіграє роль й показника ремонтпридатності.

Завантажувальний пристрій є виробом одиничним, тому групові та індивідуальні показники надійності співпадатимуть.

Ресурс завантажувального пристрою визначатиметься довговічністю установки. Як показує досвід практичного використання подібних пристроїв на вітчизняних підземних гірничих підприємствах заміна футерівки здійснюється через 3-4 роки при трьохзмінній роботі, тривалості робочої зміни 6 годин та кількості робочих днів у році календарному 305. Ресурс футерівки при цьому складає 15000 годин. Приймаємо встановлений ресурс до капітального ремонту завантажувального пристрою рівним ресурсу футерівки:

$$T_{py} = 15000 \text{ годин.}$$

Питома трудомісткість технічних обслуговувань та ремонтів визначається виходячи з переліку, кількості та трудомісткості технічних обслуговувань і ремонтів протягом ремонтного циклу. Перелік та періодичність робіт, що проводяться під час технічного обслуговування, задаються конструктором і приводяться в інструкції з експлуатації пристрою.

Періодичність, тривалість та трудомісткість ремонтів приймаємо аналогічно скіпам шахтним вертикального підйому ємністю від 10 до 25 м³. Протягом терміну служби до капітального ремонту трудомісткість технічних обслуговувань і ремонтів складає 2951 чол.·год, у тому числі 801 чол.·год на щоденне технічне обслуговування [16].

Питома трудомісткість технічних обслуговувань і ремонтів протягом ремонтного циклу (з початку експлуатації до капітального ремонту) становить:

$$S = \frac{S_{ТО} + S_{ТР} + S_{КР}}{T_P},$$

де $S_{ТО}$, $S_{ТР}$, $S_{КР}$ – відповідно трудомісткість технічних обслуговувань, поточних ремонтів, капітальних ремонтів; T_P – ресурс до капітального ремонту, $T_P = T_{Pγ} = 15000$ годин.

Тоді маємо:

$$S = \frac{2951}{15000} = 0,2 \text{ чол.год/год.}$$

Додатковим показником надійності може бути прийнятий термін служби. Його величина повинна бути такою:

- 90%-ий термін служби, років, не менше – 7;
- середній термін служби, років, не менше – 10.

Досягнення такого терміну служби забезпечується за рахунок посилення металоконструкції та збільшення товщини футерувальних плит.

Таким чином, у конструкторській документації на пристрої завантажувальні скіпові типу УЗС повинні фігурувати наступні три показники надійності: термін служби, встановлений ресурс до капітального ремонту та питома трудомісткість технічних обслуговувань і ремонтів пристрою (значення див. вище).

4.3.3 Параметри, що характеризують умови експлуатації пристрою

Розглянутий завантажувальний скіповий пристрій розрахований на використання у шахтному стовбурі зі свіжим струменем повітря в умовах впливу шахтної агресивної води. Температурні перепади – від +35 до –15°C, вологість – до 100%. Решта параметрів приведені у табл. 4.3 [14].

Таблиця 4.3 – Умови експлуатації пристрою завантажувального УЗС-25-4

Найменування параметрів	Значення
Група умов експлуатації покриттів	В5 ГОСТ 9.104
Кліматичне виконання та категорія розміщення	У5 ГОСТ 15150
Режим роботи (кількість змін / тривалість зміни / кількість робочих днів у році)	3 / 6 / 305
Технічне обслуговування:	
вид	постійне
періодичність заходів	- щозмінний огляд - щомісячний детальний огляд - планово-попереджувальний ремонт (згідно з графіком, але не рідше 1 разу на рік)

Висновки:

- на основі виконаного аналізу патентної літератури здійснено обґрунтування вимог до конструктивного виконання і раціональних параметрів завантажувальних скіпових пристроїв. Розглянуто номенклатуру і ранжування показників технічного рівня скіпових завантажувальних пристроїв типу УЗС;

- сформульовано призначення та принципи дії конструктивних елементів, що входять до складу завантажувальних пристроїв: живильника, конвеєра, розподільника, дозатора із секторним затвором, зважувального пристрою, пульта керування установкою, зрошувальної системи, електрообладнання;

- обґрунтовано раціональні величини показників призначення та надійності

завантажувальних пристроїв, а також параметрів, що характеризують умови їх експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження, проведені під час виконання представленої магістерської роботи, дозволили сформулювати наступні теоретичні висновки та практичні рекомендації:

- на вітчизняних та закордонних підземних гірничодобувних підприємствах використовуються різноманітні конструкції завантажувальних пристроїв скіпового підйому гірничої маси, основними з яких є комплекси механічного обладнання з містким бункером та системою дозування скіпів об'ємного чи вагового типів. Вони можуть бути пристосовані для роздільного завантаження різних сортів корисної копалини або її та порожньої породи. У разі наявності крупношматкових фракцій міцних руд установки можуть бути доповнені дробарками для попереднього дроблення гірничої маси перед завантаженням у скіпи;

- існуючі моделі завантажувальних пристроїв відрізняються значною різноманітністю конструктивного виконання, постачені ланцюгами дистанційного або автоматичного керування, добре вписуються у загальну технологічну схему транспорту підземного гірничодобувного підприємства;

- подальший розвиток механічного обладнання шахтного скіпового підйому потребує зусиль у напрямку підвищення техніко-економічних та експлуатаційних показників завантажувальних пристроїв, зростання ефективності діючої системи завантаження скіпів. Важливою проблемою є також уніфікація та стандартизація такого устаткування, що сприятиме зростанню технологічності процесу його виготовлення на машинобудівних підприємствах та якості технічного обслуговування і ремонтів під час використання за призначенням;

- проведені дослідження існуючих систем керування механізмами скіпового підйому дало можливість з'ясувати, що абсолютно необхідною є повна автоматизація завантажувальних вузлів, яка повинна забезпечити рівномірне завантаження підйомних судин гірничою масою, виключити використання важкої фізичної праці дозувальників та полегшити процес автоматизації усієї підйомної установки у цілому, збільшуючи тим самим її продуктивність;

- порівняльний аналіз технологічних схем розташування основного обладнання шахтних завантажувальних комплексів показав, що з метою типізації завантажувальних пристроїв рекомендується застосовувати технологічні схеми, приведені на рис. 3.1а, 3.1б, 3.2а і 3.2б. Завдяки ним можна забезпечити раціональну експлуатацію завантажувальних пристроїв, складених з максимально уніфікованого механічного обладнання, у різноманітних гірничо-геологічних та інших умовах ведення підземних гірничих робіт;

- результати аналізу існуючих методів дозування гірничої маси під час завантаження скіпів свідчать, що вагові методи мають суттєві переваги у порівнянні з об'ємними. Особливо перспективним представляється метод вагового дозування з використанням опорного гідравлічного циліндру. Прості та надійні конструкції пристроїв, що працюють на його основі, можуть бути рекомендовані до експлуатації у типових завантажувальних пристроях скіпового підйому;

- в роботі запропоновані принципи типізації скіпових завантажувальних пристроїв, зокрема: обґрунтований параметричний ряд виробу; сформульовані вимоги, що ставляться до них; відзначена важливість забезпечення широкої уніфікації вузлів і деталей цих конструкцій;

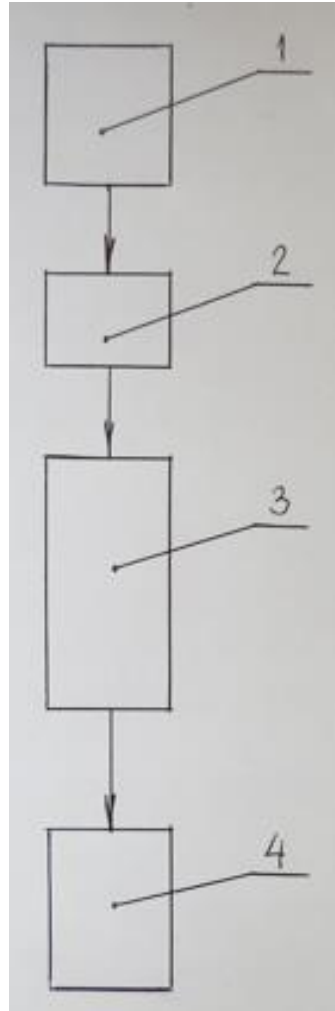
- на основі виконаного аналізу патентної літератури здійснено обґрунтування вимог до конструктивного виконання і раціональних параметрів завантажувальних скіпових пристроїв. Розглянуто номенклатуру і ранжування показників технічного рівня скіпових завантажувальних пристроїв типу УЗС;

- сформульовано призначення та принципи дії конструктивних елементів, що входять до складу завантажувальних пристроїв: живильника, конвеєра, розподільника, дозатора із секторним затвором, зважувального пристрою, пульта керування установкою, зрошувальної системи, електрообладнання;

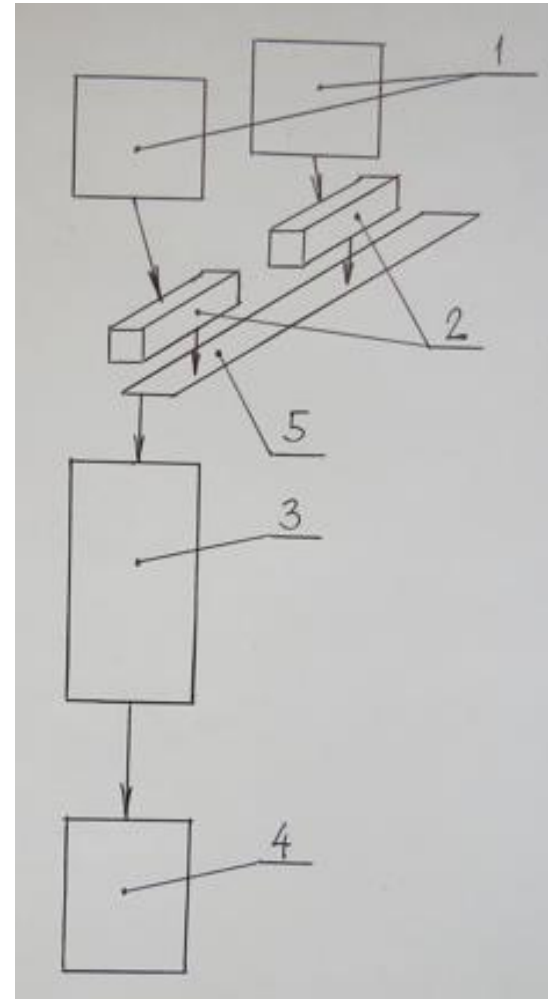
- обґрунтовано раціональні величини показників призначення та надійності завантажувальних пристроїв, а також параметрів, що характеризують умови їх експлуатації;

- результати виконаних досліджень дають можливість розробити докладні вимоги для проектування завантажувальних скіпових пристроїв сучасного техніч-

ного рівня, які дозволять підвищити техніко-економічні та експлуатаційні показники комплексу механічного обладнання скіпового підйому як складової частини загальної системи внутрішньошахтного транспорту.

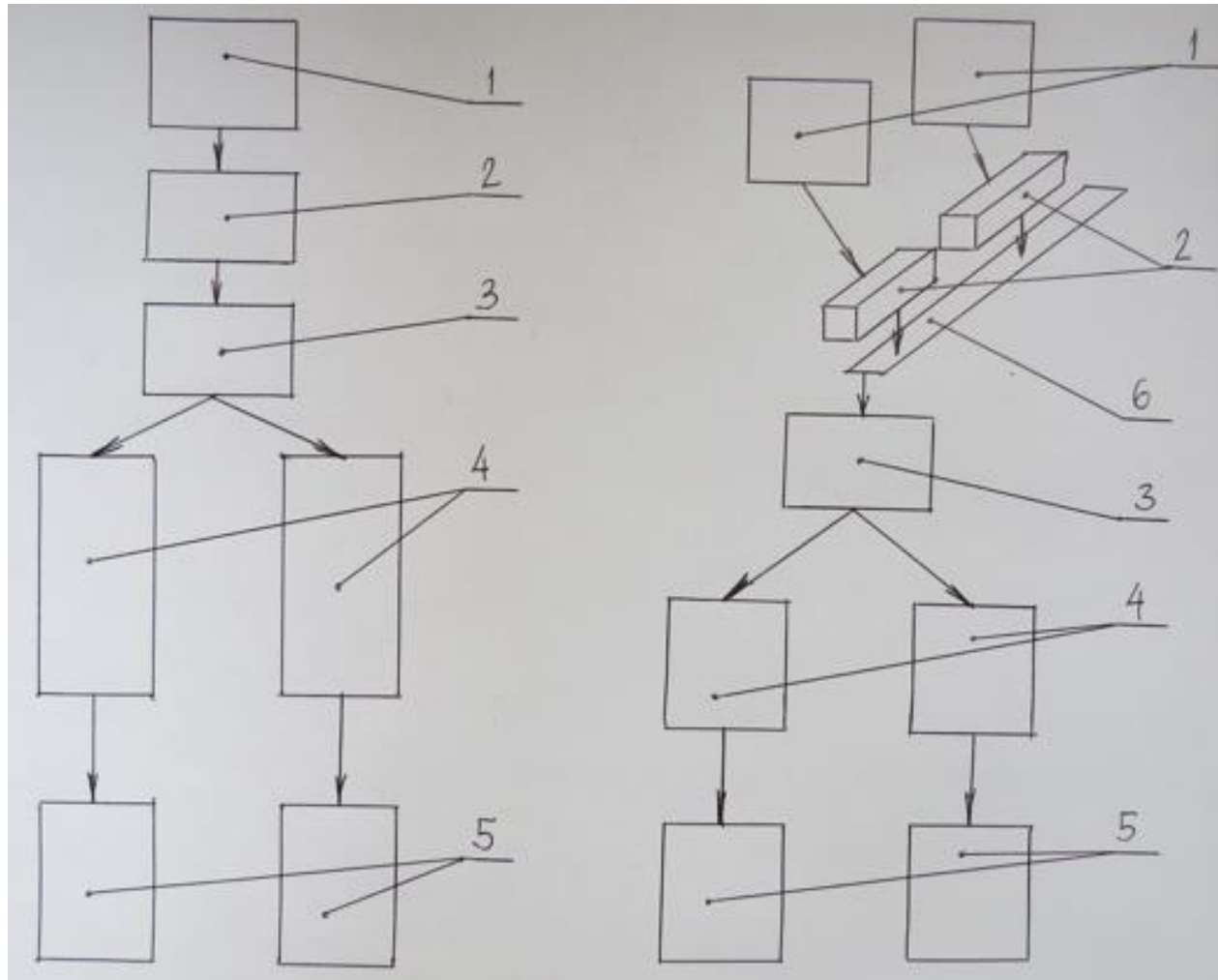


а



б

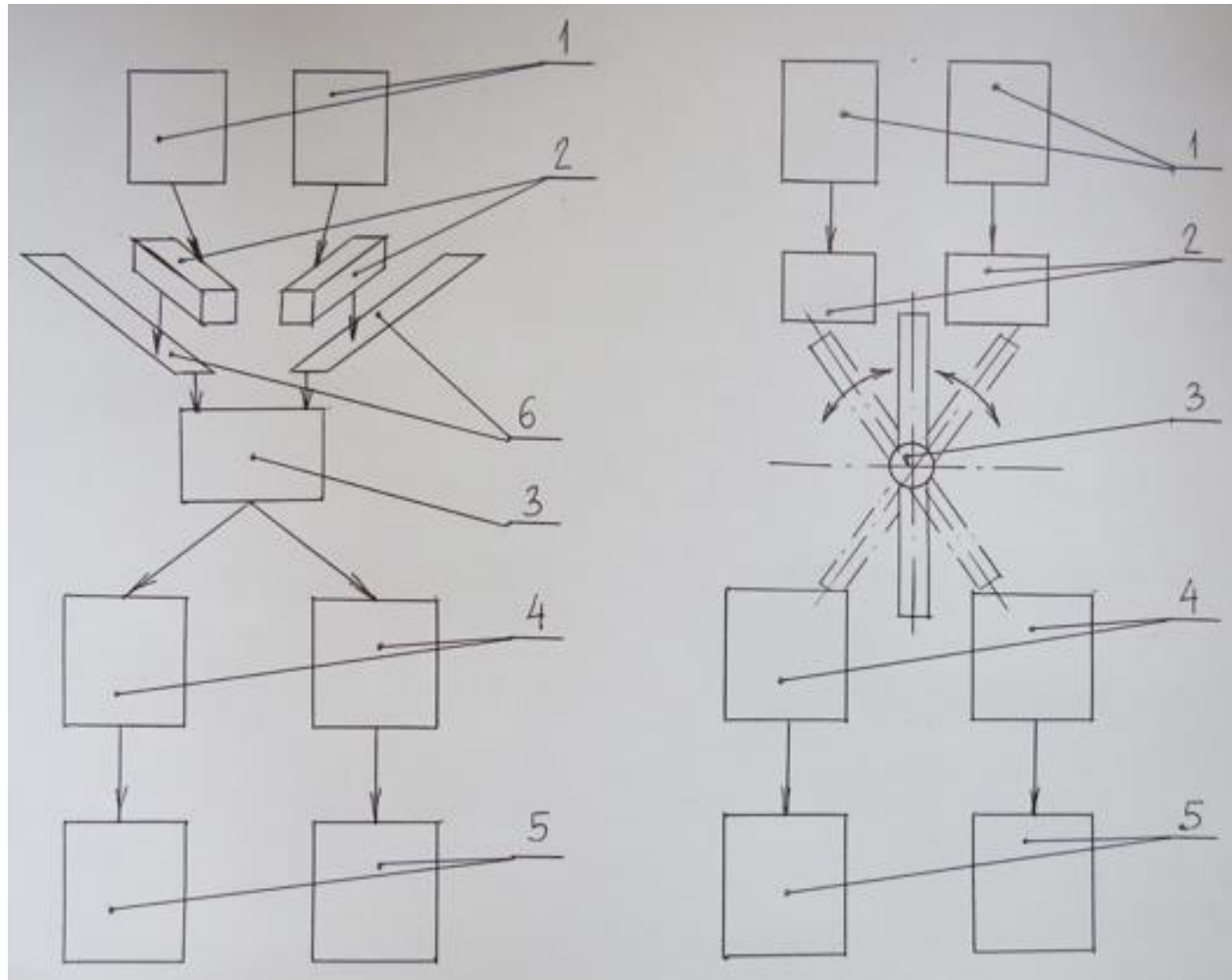
Рисунок 3.1 – Технологічні схеми розташування основного обладнання завантажувальних пристроїв шахтних скіпів:
 а – схема завантаження з підземного бункера у скіп при односкіповому підйомі; б – схема завантаження з двох підземних бункерів у скіп при односкіповому підйомі; 1 – підземний бункер (бункери, послідовно з'єднані); 2 – живильник (живильники); 3 – дозатор; 4 – скіп; 5 – стрічковий конвеєр



а

б

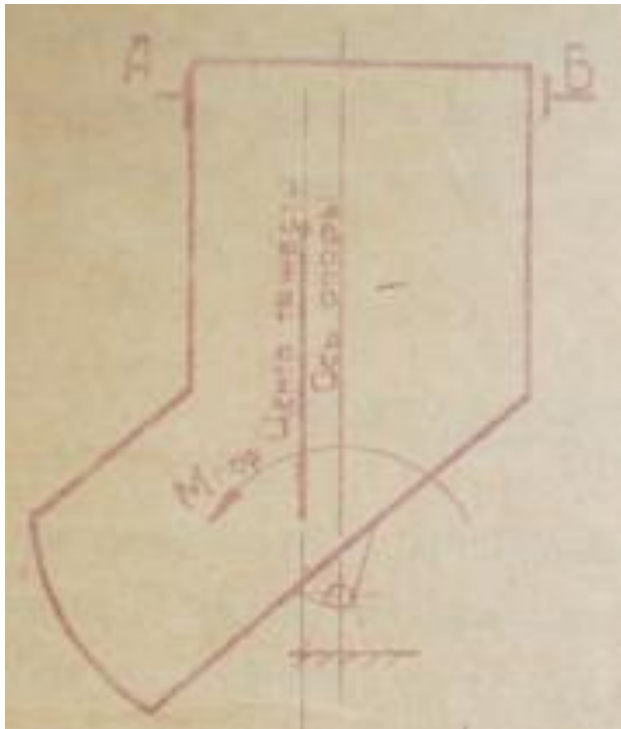
Рисунок 3.2 – Технологічні схеми розташування основного обладнання завантажувальних пристроїв шахтних скіпів:
 а – схема завантаження двох скіпів з одного підземного бункера; б – схема для видачі декількох сортів руди з двох послідовно розташованих бункерів при двохскіповому підйомі; 1 – підземний бункер (бункери, послідовно з'єднані); 2 – живильники; 3 – розподільник; 4 – дозатори; 5 – скіпи; 6 – стрічковий конвеєр



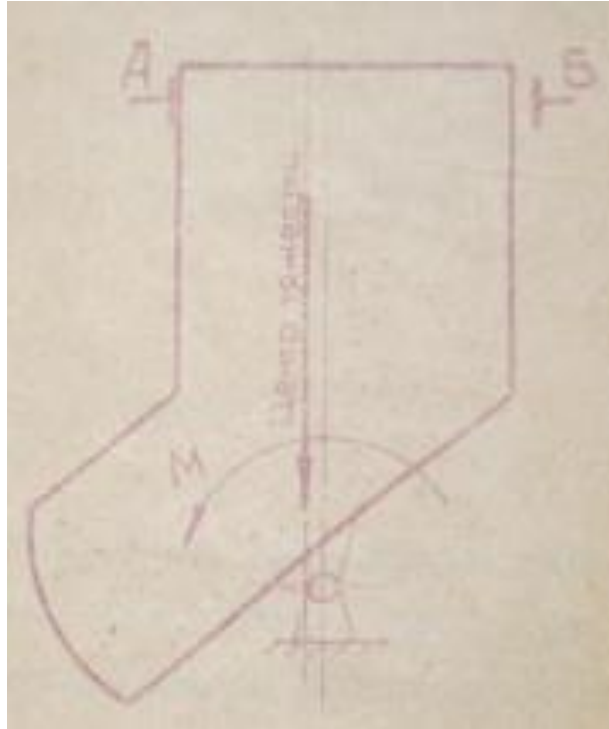
а

б

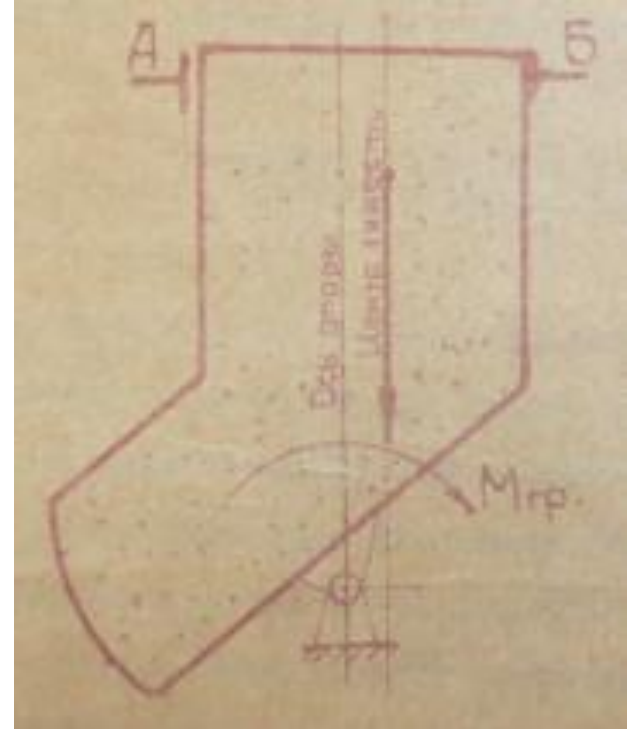
Рисунок 3.3 – Технологічні схеми розташування основного обладнання завантажувальних пристроїв шахтних скіпів:
 а, б — схеми для видачі декількох сортів руди з двох послідовно розташованих бункерів при двохскіповому підйомі
 з використанням різних способів розподілення руди; 1 – послідовно з'єднані підземні бункери; 2 – живильники;
 3 – розподільник; 4 – дозатори; 5 – скіпи; 6 – стрічкові конвеєри



а



б



в

Рисунок 3.5 – Схеми змінення центру ваги дозатора під час завантаження його гірничої масою:
 а – порожній дозатор; б – початок процесу заповнення дозатора; в – завантажений дозатор

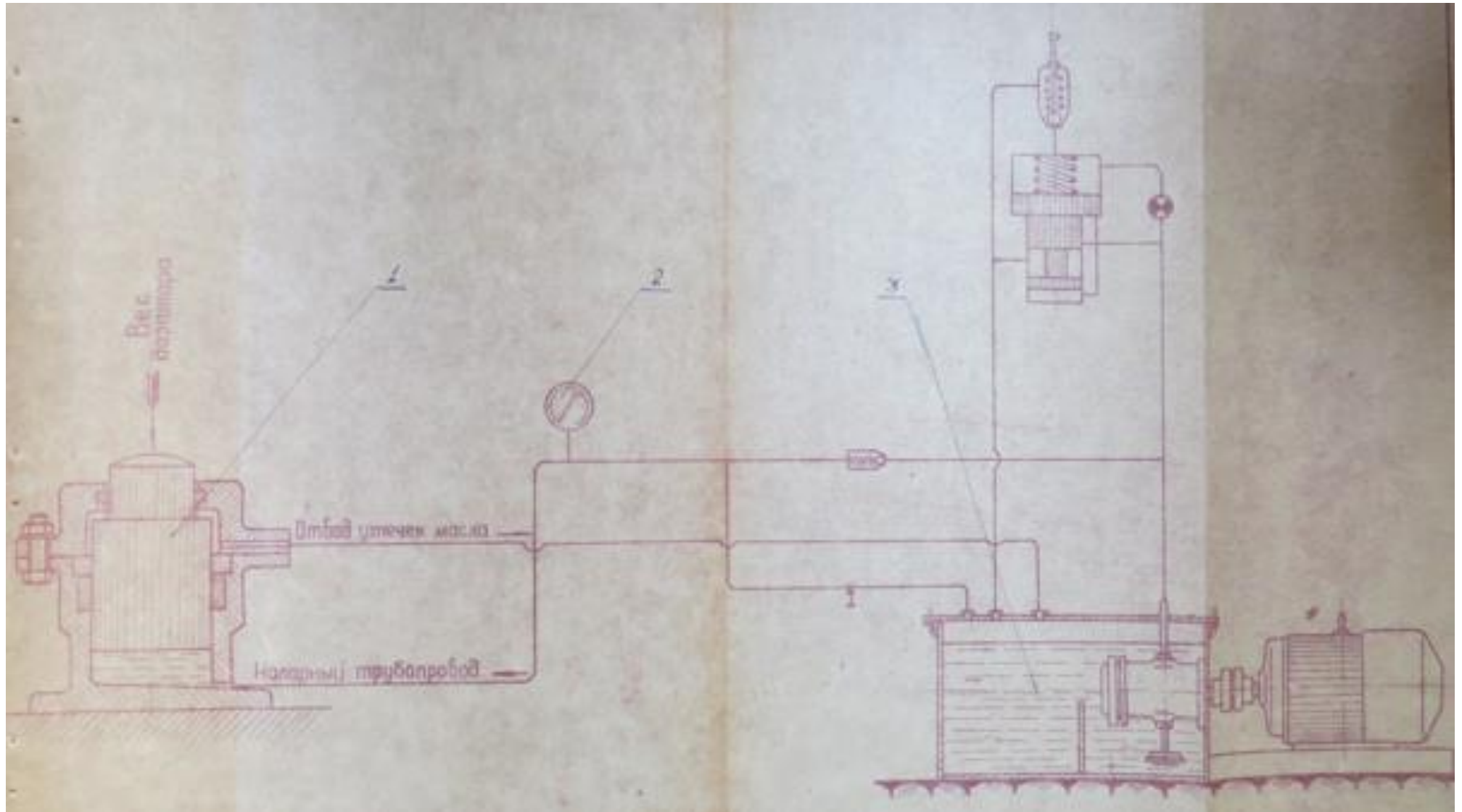


Рисунок 3.8 – Схема гидравлического взвешивального пристрою конструкції інституту ВНДПрудмаш:
 1 – гідроциліндр з плунжером; 2 – манометр двохпозиційний електроконтактний; 3 – гідропривод

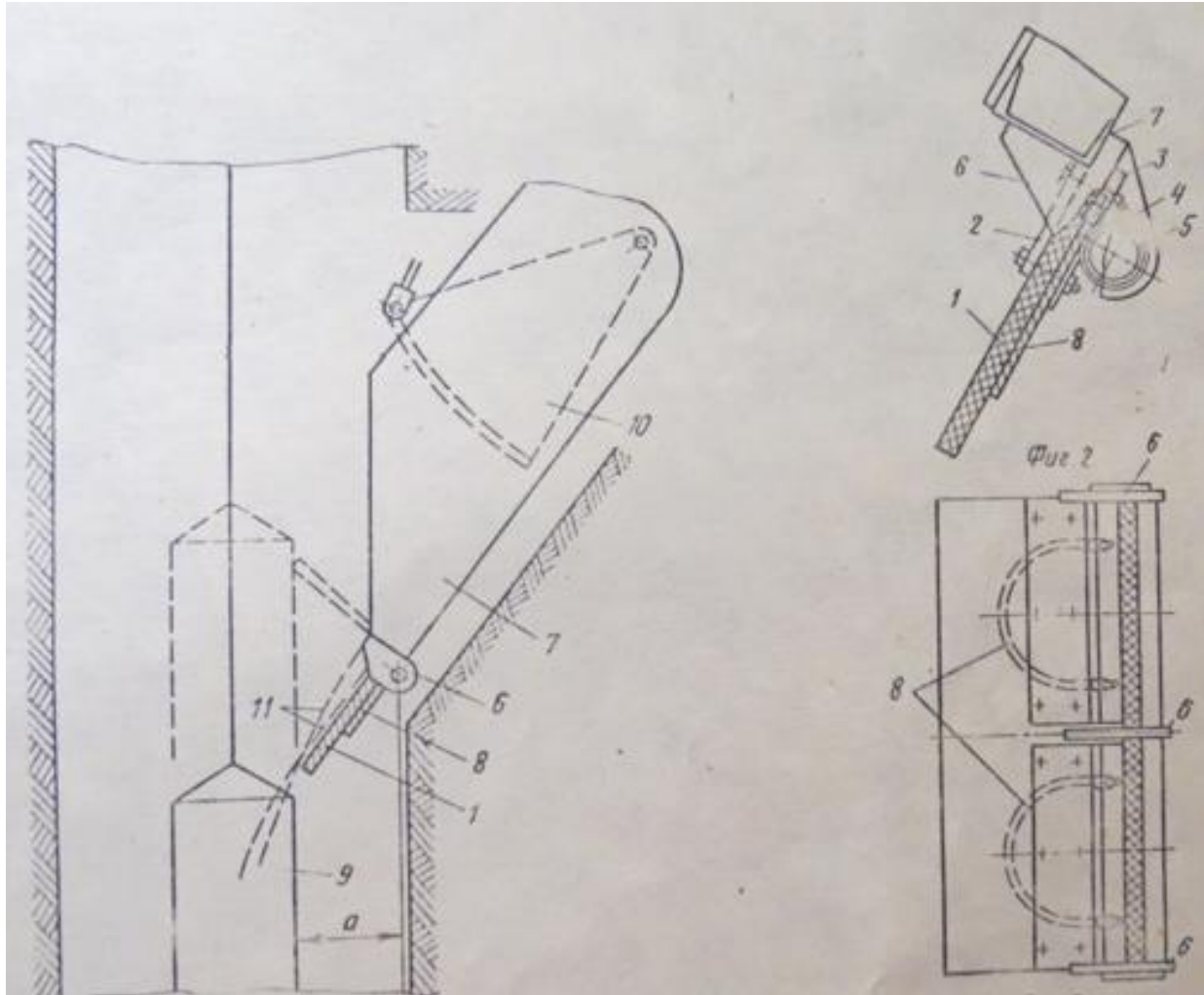


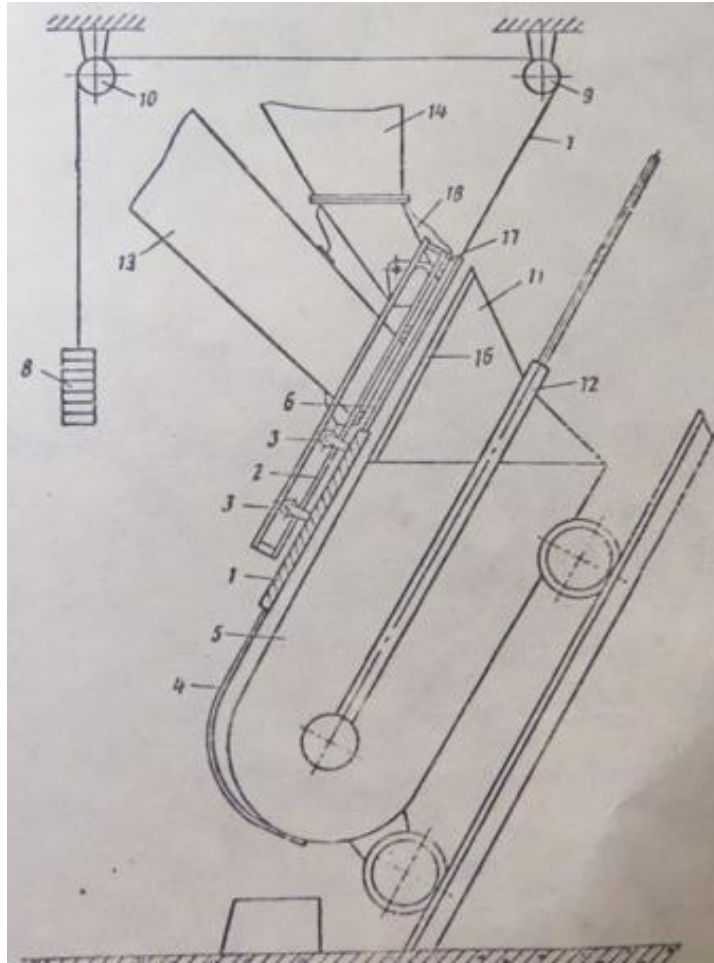
Рисунок 4.4 – Лоток дозатора за а.с. № 561705:

а – розташування скіпа та гумово-тросового лотка; б – гумово-тросовий лоток, вид збоку;

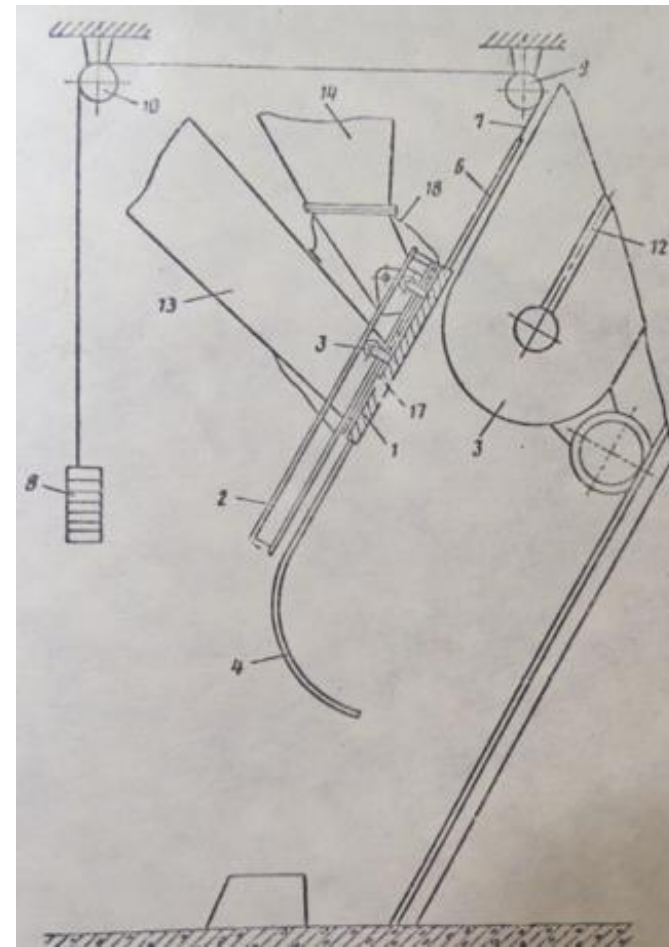
в – гумово-тросовий лоток у плані;

1 – фартух еластичний; 2 – пластина металева; 3 – майданчик; 4 – секція трубна; 5 – вісь порожниста; 6 – кронштейн;

7 – жолоб похилий; 8 – елемент дугоподібний пружний; 9 – скіп; 10 – затвор секторний; 11 – потік рудний



а



б

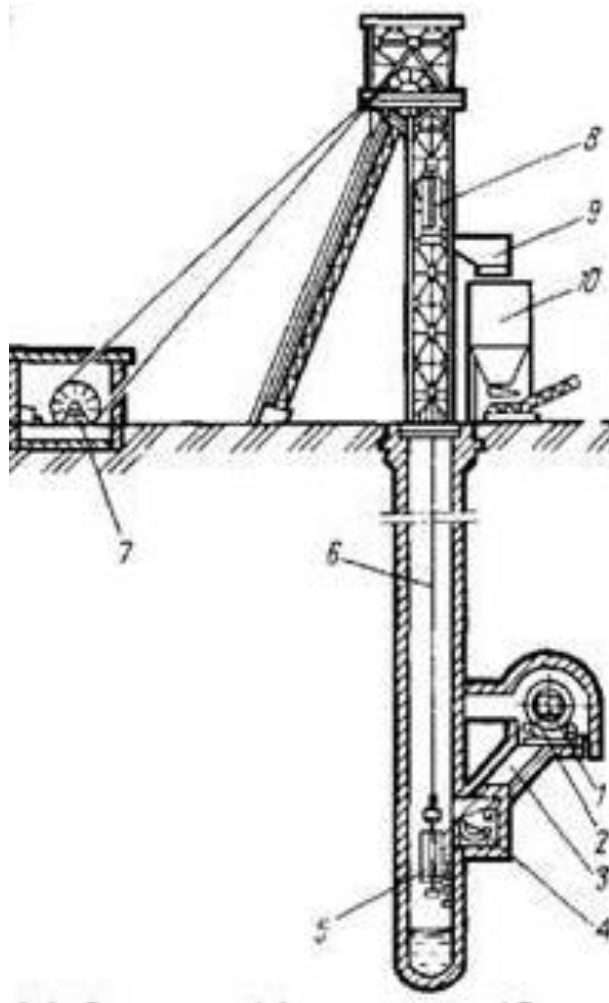
Рисунок 4.5 – Загальний вигляд завантажувального пристрою для скіпового підйомника за а.с. № 527362:

а – із закритим шибром; б – з відкритим шибром;

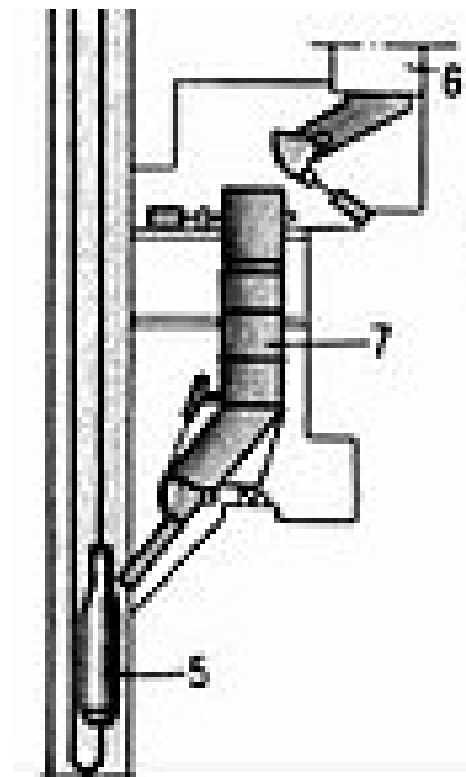
1 – шибер; 2 – напрямні; 3 – котки; 4 – тяги; 5 – скіп; 6 – петля; 7 – трос; 8 – контрвага; 9, 10 – блоки;

11 – кожух ущільнювальний; 12 – рама упряжна; 13 – жолоб; 14 – лійка зважувальна; 15 – проріз;

16 – рама; 17 – окантовка; 18 – матеріал ущільнювальний



а



б

Рисунок 1.1 – Принципові схеми одноканатної вертикальної скіпової підйомної установки (а) (1 – вагонетка; 2 – перекидач; 3, 9, 10 – бункер; 4 – завантажувальний пристрій з дозатором; 5, 8 – скіпи; 6 – канат; 7 – підйомна машина) та завантажувального комплексу шахтного скіпового підйому (фрагмент) (б) (5 – скіп; 6 – приймальний бункер; 7 – завантажувальний пристрій з дозатором)