

**Копайгора Данило Михайлович**

**Магістерська робота**

**Дослідження та обґрунтування конструктивних  
і технологічних параметрів самохідних агрегатів  
для штангового кріплення гірничих виробок**

**Керівник**

**доц., к.т.н. Громадський В.А.**

## ВСТУП

Процес видобутку корисних копалин, незалежно від того, яким чином він здійснюється – підземним чи відкритим способами – складається з основних та допоміжних технологічних операцій. До перших відносяться [1-5]:

- операції руйнування гірничої породи як за допомогою тих чи інших робочих органів, так і вибухівкою, закладеною у попередньо пробурені шпури і свердловини. В обох випадках скельний масив при цьому перетворюється на суміш шматків гірничої маси, пристосовану для подальшого переміщення у транспортних засобах. Ці операції у першому випадку виконуються прохідницькими або очисними комбайнами, а у другому – бурильними верстатами та зарядними машинами;

- виймально-навантажувальні роботи, під час яких подрібнена гірнична маса забирається зі штабелю і завантажується у транспортні засоби. Для цього застосовуються ківшові екскаватори різних типів та навантажувальне обладнання з різного роду робочими органами;

- транспортування гірничої маси у межах гірничодобувного підприємства (шахти, кар'єру) та за його межі. Ця операція виконується за допомогою залізничного, конвеєрного та пневмошинного (у тому числі автомобільного) транспорту;

- під час підземного видобутку міцних руд основними технологічними операціями є також очисні роботи, пов'язані з випуском гірничої маси з накопичувальних ємностей (блоків, рудоспусків, бункерів) та завантаження її транспортні засоби.

Що стосується допоміжних технологічних операцій, то до них в умовах підземних гірничих підприємств відносяться ті, які призначені для обслуговування основних (наприклад, установка та заточка бурового інструменту; зарядка шпурів і свердловин вибухівкою; руйнування негабаритів; монтаж і ремонт обладнання; постачання палива, технічних речовин та запасних частин для машин основних процесів; технічне обслуговування цих машин; перевезення матеріалів, потрібного обладнання, інструментів, людей та іншого), нормального функціонування гір-

ничих підприємств (живлення робочих ділянок електроенергією, водою, стисненим повітрям; приведення у безпечний стан, провітрювання та кріплення гірничих виробок; водовідливні роботи; механізація та автоматизація виробничих процесів тощо), а також будівництва та підтримки у належному стані різного роду комунікаційної інфраструктури (автомобільних та рейкових шляхів, пневмо- і водопроводів, електромереж). Подібного роду робіт на кожному гірничодобувному підприємстві дуже багато й усі вони потребують використання того чи іншого обладнання для їх механізації [6-14].

Допоміжні процеси відносяться до числа найбільш трудомістких і вартісних процесів гірничого виробництва, які украй негативно впливають на загальні показники роботи гірничодобувного підприємства. Незважаючи на те, що механізація основних процесів досягла останнім часом вельми високого рівня, загальна продуктивність праці підземного робітника у середньому по руднику зросла далеко не у такому ступені. Пояснити це можна лише недостатнім ступенем механізації саме допоміжних операцій гірничого виробництва.

Особливо це стосується вітчизняних підприємств. Якщо закордонні фірми стали приділяти більше уваги удосконаленню існуючого та виробництву нового обладнання для механізації допоміжних робіт, то про вітчизняну гірничодобувну галузь такого сказати не можна. Наприклад, при підземній розробці міцних руд катастрофічно не вистачає машин для зарядки шпурів і свердловин, огляду і кріплення покрівлі, перевезення людей, дорожніх робіт, технічного обслуговування машин. Без цього неможливо покращити використання механічного обладнання основних процесів гірничого виробництва.

Дуже часто для виконання допоміжних операцій використовуються потужні і дуже вартісні бурильні установки та навантажувально-транспортні машини, які для цього приходиться відривати від виконання основних технологічних операцій.

Однією з важливих операцій допоміжного призначення є приведення підземних виробок у безпечний стан після здійснення підривних робіт, наприклад під час проходки горизонтальних виробок. За даними закордонних спеціалістів, при-

чиною майже половини нещасних випадків, що трапляються при виконання підземних гірничих робіт, є травматизм гірників через падіння заколів зі стелин та стінок виробок, не приведених у безпечний стан. Поглиблення гірничих робіт призводить до зростання гірничого тиску, а це підвищує можливість відшарування незакріплених порід.

Тому кріплення підземних виробок та належна підтримка їх у робочому стані протягом усього періоду експлуатації є дуже важливими виробничими операціями, без яких неможлива безпечна і продуктивна робота персоналу та нормальне функціонування підприємства у цілому.

З огляду на це, тема представленої магістерської роботи, присвяченої дослідженню та обґрунтуванню конструктивних і технологічних параметрів допоміжного гірничого обладнання для кріплення підземних виробок (а саме: самохідних агрегатів для штангового кріплення покрівлі) є цілком доцільною, а її актуальність не викликає жодних сумнівів.

Об'єкт дослідження – технологічний процес кріплення гірничих виробок штанговим способом.

Предмет дослідження – самохідні установки для кріплення гірничих виробок штангами з використанням залізобетону та полімерних матеріалів.

# **1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ**

## **1.1 Загальний стан та перспективи механізації допоміжних робіт на вітчизняних гірничорудних підприємствах**

### **1.1.1 Аналіз рівня механізації підземних робіт допоміжного призначення**

Загальною характерною рисою сучасного стану підземної розробки твердих корисних копалин, зокрема міцних металевих руд, є погіршення гірничо-геологічних умов, пов'язане з подальшим поглибленням гірничих робіт та зростанням внаслідок цього гірничого тиску. Усе це аж ніяк не сприятиме зростанню продуктивності праці і обов'язково повинно враховуватися під час обґрунтування напрямків розвитку гірничодобувної галузі. Важливим резервом підвищення продуктивності праці гірників є механізація та автоматизація допоміжних робіт [6-8,13].

Допоміжні роботи, разом з ремонтними, у цілому по вітчизняній гірничій галузі складають до 60% загальної трудомісткості виробництва. Наслідком цього та низького рівня механізації таких робіт неминуче стає невисока продуктивність праці гірників. За даними, приведеними майже чотири десятиліття тому, питома вага ручних робіт при підземному видобутку складала: на гірничопрохідницьких роботах (без кріплення) – 34%, на очисному вийманні – 37%, на внутрішньошахтному транспорті – 34%, на кріпильних роботах – 92%, під час обслуговування механізмів допоміжних служб – 64%, на ремонтних роботах – 21,5%. Якщо частка механізованої праці на основних технологічних процесах підземної розробки досягає 77,4%, то на допоміжних операціях вона складає лише 6,5-10% [15].

Особливо кричуща ситуація в операціях кріплення гірничих виробок, де практично усі роботи приходиться виконувати вручну. І поки що немає жодних підстав стверджувати, що вона суттєво змінилася на даний час.

Положення з механізацією важкої ручної праці, як це видно з приведених цифр, може відрізнятися у залежності від технологічного процесу підземної розробки. Наприклад, широке впровадження вібраційної техніки для випуску і доставки гірничої маси під час очисного виймання у гірничорудних шахтах дозволило

не лише різко підвищити продуктивність очисних забоїв, але й скоротити число допоміжних операцій, виключити важку й небезпечну працю гірників, що обслуговували випускні люки.

З іншого боку, тенденція переходу на самохідне обладнання для буріння шпурів і свердловин, навантаження і доставки гірничої маси викликала необхідність у проведенні значної кількості допоміжних робіт, спрямованих на підтримку усього цього обладнання у робочому стані шляхом технічного обслуговування і ремонту.

Велика частка ручної праці залишається під час підготовки та здійснення підричних робіт, що обумовлюється традиційною організацією процесу їх виконання, видом товарного постачання вибухівки, наявністю потрібного обладнання. Механізація цих операцій спрямована на використання гранульованих вибухових сумішей та пневмотранспортної техніки. Підвищення її рівня та загальної безпеки підричних робіт слід очікувати також від розробки та впровадження нових досконалих конструкцій вибухових пристроїв та апаратури контролю підричної мережі.

На прохідницьких роботах, пов'язаних з будівництвом висхідних виробок, незважаючи на удосконалення комплексів обладнання типу КПВ, практично або частково немеханізованими залишаються операції буріння і зарядки шпурів та монтажу монорейки. Обсяги ж застосування сучасних конструкцій комбайнів (верстатів) для бурової проходки таких виробок на повний перетин ще дуже далекі від необхідних.

У технологічних ланцюгах транспортування гірничої маси від очисних забоїв до поверхні шахти широко використовуються проміжні акумуляційні ємності у вигляді рудозвальних висхідних виробок та різного роду бункерів для накопичення матеріалу та забезпечення часового резервування систем обладнання з метою підвищення їх надійності. Але процес витікання руди з них, а також з випускних виробок очисних блоків дуже часто ускладнюється зависаннями та заклиненнями матеріалу, особливо крупношматкового. Ліквідація цих зависань як механічним, так і підричним способами пов'язана виконанням небезпечних ручних операцій руйнування. Тут хороші результати можуть бути отримані за рахунок використан-

ня спеціальних пневмоімпульсних та вібраційних пристроїв, які забезпечують покращення санітарно-гігієнічних умов праці гірників та підвищення продуктивності процесу випуску руди з ємностей.

У цілому слід зауважити, що для зниження трудомісткості допоміжних гірничих робіт і підвищення рівня їх механізації та автоматизації потрібно розробляти та впроваджувати нові способи і засоби для комплексної механізації технологічних процесів гірничого виробництва, підвищувати рівень надійності робочих органів гірничого обладнання для скорочення обсягів технічного обслуговування та ремонтів.

### **1.1.2 Класифікація засобів механізації допоміжних операцій рудних шахт**

Допоміжне механічне обладнання гірничих підприємств відрізняється надзвичайно широкою різноманітністю, яка пояснюється необхідністю виконувати численні операції, спрямовані на обслуговування основних технологічних процесів видобутку корисних копалин та на забезпечення заходів підтримки життєдіяльного гірничих підприємств. Наприклад, для рудних шахт можна запропонувати наступну докладну класифікацію засобів механізації допоміжних технологічних операцій [12]:

- засоби механізації допоміжних операцій під час буріння:
  - ручні та пневматичні ударні механізми для знімання бурових коронок;
  - пневматичні ударні механізми для вилучення поламаних конусів штанг з корпусів коронок;
  - верстати для заточки перфаторних та пневмоударних коронок;
  - бурозаправочні верстати для заправки хвостовиків штанг;
- засоби механізації допоміжних операцій при транспортуванні руди та приведенні виробок у безпечний стан:
  - бутобої для руйнування негабаритних шматків руди;
  - пневмоломи та оборщики покрівлі для прибирання заколів, трамбування жорстких бетонів, руйнування старих фундаментів;

- засоби механізації допоміжних операцій зарядки шпурів та свердловин:
  - ежекторні зарядні пристрої для зарядки шпурів;
  - нагнітальні зарядні пристрої для зарядки шпурів і свердловин;
- засоби механізації допоміжних операцій кріплення гірничих виробок:
  - пристрої для зведення металевого аркового кріплення;
  - пристрої для зведення анкерного кріплення;
  - машини для нанесення набризк-бетону та укладання бетону за опалубку;
- засоби механізації допоміжних операцій провітрювання та осушення гірничих виробок:
  - пневматичні ежектори та місцеві вентиляторні установки з електро- та пневмоприводом для провітрювання робочих місць та тупикових гірничих виробок;
  - забійні турбінні та діафрагмові насоси для місцевого водовідливу;
- засоби механізації допоміжних операцій доставки матеріалів та обладнання, а також перевезення людей:
  - комплекси, пристрої, платформи і вагонетки для доставки матеріалів (лісу, труб, кабелів, канатів, сипких та рідких речовин тощо), елементів кріплення та механічного обладнання;
  - самохідні машини та вагонетки для перевезення людей;
- засоби механізації допоміжних операцій під час монтажу та ремонту механічного обладнання:
  - ручні та допоміжні лебідки, талі, тягальні пристосування, самохідні шахтні крани, монтажні агрегати, гідродомкрати та інші вантажопідйомні механізми для монтажних-демонтажних операцій;
  - електричні та пневматичні пилки та верстати для різання лісоматеріалів і металу;
  - переносні та ручні гідравлічні преси і кусачки, електричні та пневматичні свердлильні машини і гайковерти, пристрої для різання гумових транспортерних стрічок для використання під час здійснення ремонтних ро-



біт;

- засоби механізації допоміжних операцій під час будівництва комунікацій, утримання та ремонту гірничих виробок:

- вантажники, крани та інші агрегати для облаштування гірничих виробок (очищення, прокладання кабелів і трубопроводів, настилення рейкових шляхів);

- шляхові комплекси, комплекти інструменту, шпалопідбійні та рихтувальні машини, гідродомкрати для настилення та місцевого ремонту рейкових шляхів.

## **1.2 Огляд механічного обладнання для зведення анкерного кріплення**

Використання способу і засобів анкерного кріплення підземних виробок рудних шахт обґрунтовано умовами забезпечення потрібного рівня безпеки кріпильних робіт та стійкості виробок при мінімальних трудових і матеріальних витратах на кріплення.

Механізм анкерного кріплення гірничих порід залежить від типу кріпильного елемента, що використовується при цьому, та способу його фіксації у заздалегідь пробуреному шпурі. Кріплення може забезпечуватися зчепленням арматури або тросу з породою за допомогою цементу чи синтетичної смоли, а також тертям за рахунок стискання або розтягування спеціального механічного анкерного болта.

Процес зведення анкерного кріплення передбачає виконання двох основних операцій: буріння шпурів під анкер та установку анкерів. При використанні обладнання, призначеного для буріння вибухових шпурів і свердловин (наприклад, бурильних установок обертальної дії для порід міцністю не більше  $f = 8$  та переносних і телескопних перфораторів для більш міцних) установку анкерів приходиться робити вручну.

Для механізації ж усіх операцій процесу анкерного кріплення виробок потрібні спеціальні установки. Наприклад, машина БУА-3 призначена для буріння

шпурів та загвинчування гайок анкерних болтів із заданим крутним моментом. При установці залізобетонних анкерів розчин у пробурену свердловину нагнітають механічними чи ручними шприцами, пневматичними нагнітачами або подають у патронах з поліетиленової плівки. Схема та технічні характеристики установки БУА-3 приведені на рис. 1.1 та у табл. 1.1 [12].

Установка складається з гусеничного механізму пересування 2, рами 3 у зборі, маніпулятора 1, бурильної машини 7 з розсувним подавальним пристроєм і обертачем 6, пульта керування 5 та електроблоку 4.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики машини для анкерного кріплення БУА-3

| Показник  | Значення   |
|---|------------|
| Ширина обурювання з однієї установки, мм        | 3600       |
| Хід подачі бурильної машини, мм:                |            |
| у розсунутому положенні                         | 2100; 3000 |
| у складеному положенні                          | 1000; 1500 |
| Максимальне зусилля подачі, кН                  | 12         |
| Максимальна швидкість подачі, м/хв.:            |            |
| вперед  | 7          |
| назад   | 25         |
| Максимальна частота обертання шпинделю, об/хв.  | 510; 235   |
| Максимальний крутний момент, Н·м:               |            |
| на шпинделі                                     | 185; 385   |
| на анкерному ключі                              | 385        |
| Пневмоударник:                                  |            |
| енергія одиничного удару, Дж                    | 35-40      |
| число ударів, хв. <sup>-1</sup>                 | 3200-3500  |
| тиск повітря, МПа (кг/см <sup>2</sup> )         | 0,5 (5)    |
| витрата стисненого повітря, м <sup>3</sup> /хв. | 3,5-4,0    |
| Потужність електродвигуна, кВт                  | 22         |
| Габаритні розміри, мм:                          |            |
| довжина   | 7750       |
| ширина  | 1100       |
| висота  | 1350       |
| Маса, кг  | 5230       |

На рис. 1.2 показана схема, а у табл. 1.2 приведені характеристики агрегату САКК-3 для буріння шпурів та установки залізобетонних анкерів [12]. Він представляє собою самохідну платформу 6 на гусеничному ході з підйомною стрілою 2. Уздовж платформи переміщуються подавальні пристрої 3 з бурильними головками. Арматура для приготування та нагнітання цементно-піщаного розчину у свердловини встановлена на ходовій частині. Агрегат має електрогідропривод для пересування машини та підйому стріли разом із помостом 5.

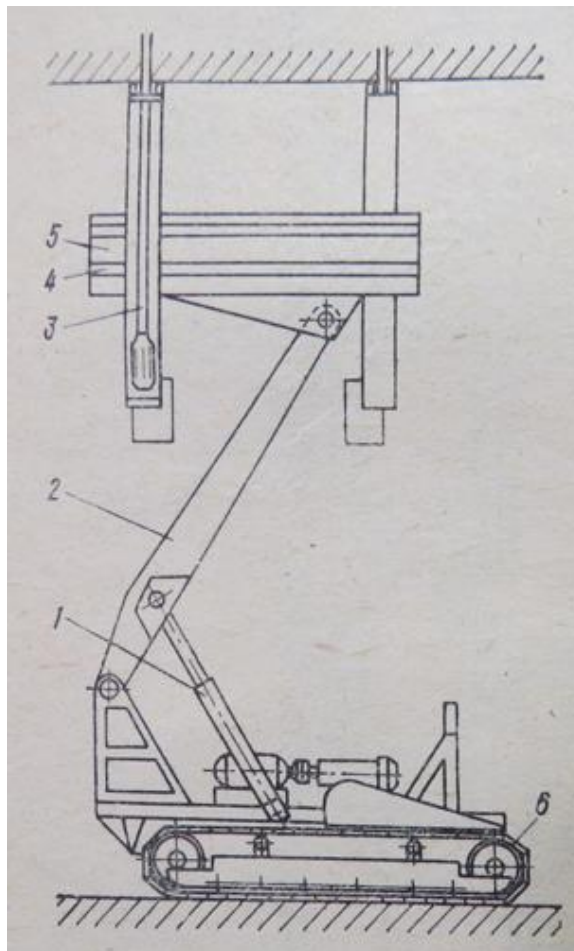


Рисунок 1.2 – Схема агрегату анкерного кріплення САКК-3:  
1 – гідроциліндр; 2 – стріла; 3 – автоподавальні пристрої з бурильними головками; 4 – напрямні подавальних пристроїв; 5 – робочий поміст; 6 – платформа на гусеничному ході

У табл. 1.3 приведені характеристики комплекту обладнання ПН-1М, який складається з пневматичного нагнітача і трьох контейнерів і служить для механізованого приготування та подачі у свердловини цементно-піщаного розчину [12].

Нагнітач постачений герметичним баком зі знімною конусною кришкою, спіральний змішувач з приводом, трьохходовий кран подачі стисненого повітря, матеріалопроводи. Компоненти суміші завантажуються і переміщуються при знятій кришці. Після приготування суміші кришка закривається, у бак подається стиснене повітря, вмикається привод змішувача і суміш подається у шпур.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики агрегату САКК-3

| Показник   | Значення            |
|--|---------------------|
| Продуктивність процесу анкерування у породах з $f = 10-14$ , шт./год | 38                  |
| Тип ходової частини  | гусенична самохідна |
| Відстань між анкерами, м, не більше                                  | 1 x 1; 2 x 2        |
| Довжина анкера, мм, не більше  | 2500                |
| Висота виробки, мм   | 4000-8000           |

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики комплекту обладнання ПН-1М

| Показник   | Значення  |
|--|-----------|
| <b>Пневматичний нагнітач</b>                     |           |
| Продуктивність процесу анкерування, шт./год      | 20-24     |
| Місткість баку, л                                | 24,5      |
| Кут конусності баку, град.                       | 20        |
| Робочий тиск повітря, МПа (кг/см <sup>2</sup> ): |           |
| при перемішуванні розчину                        | 0,5 (5)   |
| при нагнітанні розчину                           | 0,3 (3)   |
| Швидкість нагнітання розчину, м/с                | 0,10-0,11 |
| Частота обертання змішувача, об/хв.              | 120-130   |
| Потужність приводу, кВт                          | 1,8       |
| Маса, кг   | 55        |
| <b>Контейнер</b>                                 |           |
| Місткість, л                                     | 62        |
| Діаметр, мм                                      | 300       |
| Довжина, мм                                      | 1400      |
| Маса, кг   | 35        |

Механізації операцій анкерного кріплення підземних гірничих виробок значна увага приділяється закордонними фірмами розробниками гірничого обладнання. В якості прикладу можна привести шведську компанію «Atlas Copco» з її типорозмірними рядами бурильних установок Voltec та Cabletec.

Перша з них призначена для болтового анкерного кріплення. Це серії L (LD, LC з анкерами довжиною від 1,5 до 6,0 м у виробках висотою до 12 м), M (MD, MC з анкерами довжиною від 1,5 до 3,5 м у виробках висотою до 9,5 м) і 235 (наприклад, 235H з анкерами довжиною від 1,5 до 2,4 м у виробках висотою до 8 м).

На рис. 1.3 в якості прикладу показаний зовнішній вигляд бурильної установки Voltec LC, а в табл. 1.4 – технічні характеристики різних представників цих типорозмірних рядів [9].

Для тросового анкерного кріплення призначена бурильна установка Cabletec LC з функцією автоматичного забурювання. На рис. 1.4 показаний зовнішній вигляд установки, а у табл. 1.5 приведена її технічна характеристика [9].



Рисунок 1.3 – Установка для зведення болтового анкерного кріплення Voltec LC шведської фірми «Atlas Copco»



Рисунок 1.4 – Установа для зведення тросового анкерного кріплення Cabletec LC шведської фірми «Atlas Copco»

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика бурильної установки Cabletec LC

| Показник                     | Значення           |
|------------------------------|--------------------|
| Перфоратор                   | COP 1638; COP 1838 |
| Довжина тросових анкерів, мм | 1200; 1500; 1800   |
| Діаметр тросових анкерів, мм | 29-40              |
| Максимальна потужність, кВт  | 105                |

Можна також згадати подібні конструкції бурильних установок для зведення болтового та тросового анкерного кріплення Robolt розробки фінської фірми «Sandvik Tamrock» [9].

#### Висновки:

- аналіз сучасного рівня механізації допоміжних робіт у вітчизняній гірничій промисловості, зокрема на підприємствах підземної розробки рудних корисних копалин, показує, що він дуже далекий від бажаного. Частка важкої ручної

праці під час їх виконання на різних технологічних процесах підземного видобутку коливається від 37 до 64%, а на кріпильних роботах взагалі досягає 92%. Якщо частка механізованої праці на основних технологічних процесах підземної розробки досягає 77,4%, то на допоміжних операціях вона складає лише 6,5-10%. Така кричуща ситуація ніяк не може нас задовольняти і потребує суттєвих змін у підході до проблеми;

- для зниження трудомісткості допоміжних гірничих робіт і підвищення рівня їх механізації та автоматизації потрібно розробляти та впроваджувати нові способи і засоби для комплексної механізації технологічних процесів гірничого виробництва, підвищувати рівень надійності робочих органів гірничого обладнання для скорочення обсягів технічного обслуговування та ремонтів;

- огляд існуючого обладнання для механізації як суто допоміжних робіт гірничого виробництва, так і операцій обслуговування його основних технологічних процесів показує, що, з одного боку, воно у багатьох випадках існує і дає можливість у певному ступені задовольнити потреби гірничої галузі, а з іншого – або не виготовляється серійно, або цей ступінь не можна визнати достатнім, або потрібного обладнання немає зовсім;

- особливо погане становище під час виконання кріпильних робіт. Закордонними фірмами вже не один десяток років випускаються самохідні установки для механізації усіх операцій анкерного (штангового) кріплення гірничих виробок. Але їх не побачиш у вітчизняних рудниках, а своє обладнання поки що не відповідає сучасним вимогам. Тому створення та широке впровадження подібних механізмів представляється дуже важливим та актуальним науково-виробничим завданням.

### **1.3 Мета і задачі дослідження**

Мета роботи – обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів самохідних агрегатів для штангового кріплення гірничих виробок.

Проведений під час виконання роботи аналіз особливостей механізації до-

поміжних технологічних процесів підземного гірничого виробництва в умовах рудних шахт дозволив визначити задачі, які потрібно вирішити під час здійснення даного дослідження, а саме:

- вибрати методи теоретичних та експериментальних досліджень;
- виконати загальний порівняльний аналіз конструктивного виконання кріплення різних типів;
- здійснити дослідження шляхів механізації операцій установки анкерного (штангового) кріплення виробок;
- вибрати та обґрунтувати основні параметри такого обладнання;
- сформувати номенклатуру показників якості розроблюваних самохідних агрегатів для зведення штангового кріплення;
- розробити схемні рішення самохідних кріпильних агрегатів;
- обґрунтувати основні експлуатаційні вимоги до конструкцій такого обладнання;
- розробити систему показників призначення та надійності агрегатів;
- дати загальну оцінку технічного рівня створюваного обладнання.

Об'єкт дослідження – технологічний процес кріплення гірничих виробок штанговим способом.

Предмет дослідження – самохідні установки для кріплення гірничих виробок штангами з використанням залізобетону та полімерних матеріалів.



## 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Представлена магістерська робота зроблена на тему, пов'язану з виконанням наукових досліджень під час створення нової гірничої техніки.

Цей процес здійснюється у декілька стадій, а його порядок регламентується низкою стандартів та іншою керівною документацією. Його головною метою є створення продукції, яка «...має відповідати найвищому світовому рівню, забезпечувати ефективність її використання у народному господарстві та конкурентоздатність на зовнішньому ринку» [6].

Перед стадіями розробки конструкторської документації та постановлення продукції на серійне виробництво потрібно встановити та обґрунтувати номенклатуру основних показників якості розроблюваних виробів, що мають визначити їх технічний рівень. Для цього використовується система показників призначення та надійності технічних об'єктів, за допомогою яких можна всебічно охарактеризувати особливості створюваної техніки та вибрати напрямки подальших конструктивних розробок.

Такого роду наукові дослідження називаються прикладними, адже вони спрямовані на «...знаходження способів використання законів природи для створення нових та удосконалення існуючих засобів та способів виробництва» [6]. Під час виконання цих досліджень (утім, як і будь-які інші) користуються різноманітними методами їх реалізації. Вони можуть бути теоретичними, експериментальними та комбінованими, загальнонауковими та спеціальними тощо.

До загальнонаукових методів досліджень відносяться аналіз і синтез, індукція і дедукція, абстрагування і конкретизація, моделювання та інші.

Для створення та обґрунтування показників якості самохідних агрегатів для механізованого зведення штангового кріплення із залізобетонними та сталеполімерними анкерами та початку етапу науково-дослідних робіт за допомогою аналітичного методу досліджень в роботі здійснено аналіз вітчизняного та закордонного рівнів механізації допоміжних процесів видобутку корисних копалин (у першу чергу підземного).

Порівняльний аналіз існуючих способів кріплення підземних гірничих виробок дозволив зробити висновок про безсумнівні переваги саме анкерного методу як простого, надійного і дешевого.

Аналітичний метод дослідження використовувався також під час обґрунтування раціональних напрямків створення нових зразків техніки для механізації операцій анкерного кріплення.

Застосування синтетичного методу дозволило сформулювати основні вимоги до такого обладнання та обґрунтувати згадані вище раціональні показники їх призначення та надійності.

### **3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ШЛЯХІВ СТВОРЕННЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ШТАНГОВОГО КРІПЛЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК**

#### **3.1 Загальний аналіз конструктивного виконання кріплення**

Як було з'ясовано вище, кріплення гірничих виробок та підтримка їх у належному робочому стані протягом усього періоду експлуатації підземних гірничодобувних підприємств є одним з найважливіших виробничих процесів, без якого неможлива безпечна та продуктивна робота персоналу, а також нормальне функціонування рудника у цілому.

На провідних гірничих підприємствах країн з розвинутою гірничодобувною промисловістю дуже широке розповсюдження отримало анкерне (або штангове) кріплення гірничих виробок, яке забезпечує зміцнення гірничого масиву та підвищення його стійкості за рахунок локального стягування шарів гірничих порід. Такий тип кріплення поступово витісняє інші конструкції і може використовуватися у різних гірничотехнічних умовах. Процес зведення штангового кріплення гарантує безпечну працю гірників, продуктивність якої підвищується завдяки створенню сприятливих передумов для його повної механізації. Собівартість установки такого кріплення на 30-50% нижча у порівнянні з монолітним бетонним. На рис. 3.1 показаний зовнішній вигляд гірничої виробки, закріпленої анкерами та металевою сіткою для запобігання випадіння породи між ними.

Особливістю анкерного кріплення є його здатність зберігати природні структурні зв'язки породи і одночасно підвищувати несучу спроможність закріпленого масиву. У загальному випадку анкерне або штангове кріплення представляє собою систему стрижнів, виготовлених з металевих прутків різного профілю (наприклад, арматури), склопластику, дерева, обрізків тросів тощо і закріплених у шпурах, пробурених у певному порядку у покрівлі та стінках гірничої виробки. Це кріплення можна використовувати для підтримки порід як самостійно, так і в сполученні з іншими видами шахтного кріплення.



Рисунок 3.1 – Гірничі виробки, закріплені анкерами та натягнута сталеву дротяною сіткою

Анкерне кріплення можна використовувати також в якості тимчасового засобу підтримки масиву під час проведення гірничих виробок з подальшою заміною його на рамне (наприклад, аркове), для боротьби з пученням виробок. Крім того, анкери знаходять застосування для підвіски комунікацій (кабелів, трубопроводів різного призначення, повітропроводів).

Розвиток штангового кріплення відбувається за рахунок:

- розробки та впровадження нових і дешевих сумішей для швидкого закріплення анкерної арматури;
- використання автоматизованих конструкцій установок для зведення анкерного кріплення для повного виключення ручної праці;
- розробки досконалих способів і засобів контролю масиву, закріпленого штанговим кріпленням.

Анкер повинен, з одного боку, забезпечувати високу надійність підтримки покрівлі та боків виробки практично відразу після його установки, а з іншого – зниження витрат на виготовлення та монтаж кріплення.

Фіксація штанги у шпурі здійснюється різними способами, які й визначають у кінцевому рахунку вид анкерного кріплення:

- фрикційним, коли він забивається у шпур за допомогою механічного впливу, гідравлічного натиску, вибуху і утримується у ньому за рахунок сил тертя між стінками і штангою;

- за допомогою розчинів на основі цементу;

- за допомогою полімерних сумішей швидкого твердіння.

Розглянемо ці різновиди анкерів більш докладно.

Фрикційні штангові конструкції дуже різноманітні. Наприклад, анкер типу «Спліт-Сет» представляє собою тонкостінну трубу діаметром трохи більшим, ніж діаметр шпуру. Труба із зусиллям забивається у шпур за допомогою перфоратора. Величина сили тертя між анкером та стінками шпуру може бути штучно підвищена за рахунок використання замкових конструкцій, які розклинюються при затягненні гайки з підтискною плитою на виступаючому зі шпуру кінці штанги. А в трубчастий анкер типу «Свелекс» після розміщення його у шпурі подається вода під тиском до 30 МПа, що забезпечує майже миттєве скріплення порід по усій довжині шпуру із зусиллям до 100 кН.

Штангове залізобетонне кріплення має просту і недорогу конструкцію у вигляді арматурного стрижня, закріпленого у шпурі цементним розчином і затягнутого опорною плитою з гайкою (може бути без них). Такий спосіб забезпечує достатньо надійне зчеплення між підтримувальними породами та несучим стрижнем по усій довжині шпуру. Проте в умовах обводнених, тріщинуватих та нестійких гірничих порід цей тип кріплення недостатньо ефективний внаслідок повільного набору несучої здатності та руйнування сейсмічними навантаженнями від підричних робіт у шахті.

Спосіб закріплення штанг полімерними матеріалами (наприклад, синтетичними смолами) з різних точок зору представляється найбільш досконалим. Конструкції таких анкерів забезпечують найвищу несучу здатність, завдяки швидкому твердінню смоли набирають повну її величину (30-40 кН, а у деяких випадках вона може сягати 160 кН) майже відразу після установки (не більше трьох годин), а також відрізняються високою міцністю при згинанні, розтягуванні і ударі та піддатливістю, що дуже важливо для опірності в умовах значних деформацій покрів-

лі (наприклад, під дією гірничих ударів, а також згаданих вище сейсмічних вибухових хвиль). У порівнянні із залізобетонними конструкціями вони мають більш просту технологію установки, полімерні матеріали хімічно інертні, не бояться води і забезпечують захист штанги від корозії. Щоправда, вони дорожчі за залізобетонні, але з урахуванням швидкості уведення кріплення в роботу їх застосування дає безсумнівний вигравш при проходці у нестійких породах.

Вітчизняний та закордонний досвід використання сталеполімерного штангового кріплення переконливо свідчить про його високу працездатність, спроможність покращення стану покрівлі та підвищення безпеки робіт у виробках. Цей спосіб забезпечує високий рівень механізації кріпильних робіт та скорочення експлуатаційних витрат на утримання виробок. Разом із тим, використання сталеполімерних штанг не виключає застосування на менш небезпечних ділянках дешевших залізобетонних конструкцій.

Слід також згадати спосіб безштангового кріплення, при якому синтетичні смоли вводяться у тріщинуваті масиви під тиском за допомогою ін'єкцій у спеціальні шпури. Смола потрапляє у тріщини і скріплює масив.

### **3.2 Розрахунок основних параметрів анкерного кріплення**

Для визначення основних параметрів штангового кріплення гірничої виробки та побудови його паспорту можна скористатися методикою розрахунку, запропонованою в [16]. Згідно з нею, необхідна довжина анкеру  $l_a$  складе:

$$l_a = U + l_3 + l_b, \text{ м,}$$

де  $U$  – величина руйнування масиву порід, що залежить від міцності та стійкості останніх, а також від місця розташування виробки (наприклад, у висячому або лежачому боках рудного тіла, м;  $l_3 = 0,3-0,5$  м – величина заглиблення анкеру у стійку зону масиву гірничих порід;  $l_b = 0,05-0,2$  м – довжина частини анкеру, що виступає зі шпуру. Ця величина залежатиме від його конструкції та розмірів опорно-підтримувальних елементів.

Щільність розташування анкерів:

$$n_a = \frac{P_b U \gamma k_n}{P_a}, \text{ шт.},$$

де  $\gamma$  – об’ємна вага гірничих порід у межах зони можливого обвалення,  $\text{кН/м}^3$ ;  $k = 1,2$  – коефіцієнт перевантаження;  $P_a$  – несуча здатність анкера,  $\text{кН}$ ;  $P_b$  – активний периметр виробки:

$$P_b = 3,18 + 1,33B_{\text{пр}}, \text{ м},$$

де  $B_{\text{пр}}$  – ширина виробки у проходці, м.

Відстань між анкерами:

$$a_a = \sqrt{\frac{P_a}{U \gamma k_n}}, \text{ м}.$$

Паспорт штангового кріплення показаний на рис. 3.2 [16].

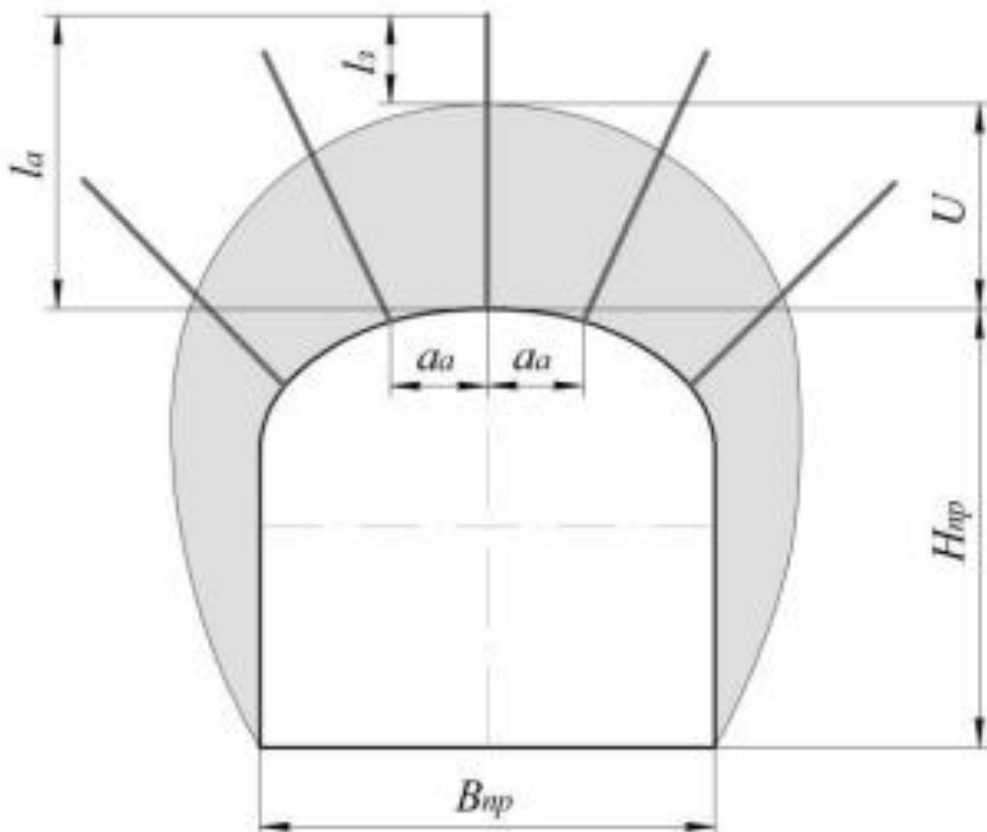


Рисунок 3.2 – Паспорт штангового кріплення гірничої виробки

### 3.3 Дослідження шляхів механізації операцій установки анкерного кріплення

Для установки штангового кріплення необхідно забезпечити механізацію виконання наступних операцій:

- буріння шпурів;
- подачі анкерів у шпури;
- фіксації анкерів у шпурі.

Під час вилучення (демонтажу) кріплення необхідно послабити фіксацію штанг (наприклад, шляхом розгвинчування гайок) та висмикнути їх зі шпурів.

Протягом тривалого часу буріння шпурів під анкери здійснювалося за допомогою ручних перфораторів. Цей процес був достатньо трудомістким, вартісним та мало механізованим, тому тепер він забезпечується за рахунок використання обладнання різних типів, що дозволяє повністю механізувати усі його складові операції, вказані вище. Деякі з них згадувалися у розділі 1 даної роботи.

З початком застосування самохідних машин, призначених для обирання покрівлі та зведення штангового кріплення, рівень травматизму на провідних світових рудниках знизився у декілька років. За кордоном анкерне кріплення широко використовується у найрізноманітніших гірничотехнічних умовах – у міцних, шаруватих і навіть у сипких та обводнених породах. Це пояснюється простотою виробництва анкерів та можливістю їх безпечної установки відразу після уходу забою на декілька метрів. Механізація робіт з приведення гірничих виробок у безпечний стан потребувала нових підходів до організації кріпильних робіт, наприклад можливості ведення їх однією машиною у декількох забоях.

До складу самохідних агрегатів для установки штангового кріплення розробки провідних закордонних фірм («Atlas Copco», «Sandvik Tamrock», «Secoma» та інших) у більшості випадків входять шасі на гусеничному або пневмоколісному ході, на якому змонтовано один чи два маніпулятора з турелями, що постачені бурильними машинами та пристроями для автоматичної подачі анкерів у шпур. У залежності від висоти закріплюваних виробок вони можуть значно відрізнятися своїми конструктивними особливостями.



В якості бурильного обладнання широкого використання набули гідравлічні бурильні машини обертово-ударної дії. У порівнянні з пневматичними перфораторами вони забезпечують значно вищі технічні параметри процесу буріння та кращі санітарно-гігієнічні умови роботи бурильників. Наприклад, машини типу Voltec шведської фірми «Atlas Copco» (див. рис. 1.3 та табл. 1.4) постачені гідро-перфоратором COP 1132, що монтується разом з обертачем для установки анкерів та двома незалежно працюючими механізмами подачі та турелі, яка перед початком роботи розпирається між підшвою та покрівлею виробки. Маніпулятор з телескопічною подачею може повертатися на 360°. У магазині установки знаходиться 10 анкерів діаметром 16-32 мм і довжиною від 1500 до 6000 мм (у залежності від моделі машини), а також пристрій для подачі зв'язуючої речовини у шпур. На рис. 3.3 показані рекомендовані області раціонального використання установок типорозмірного ряду Voltec.

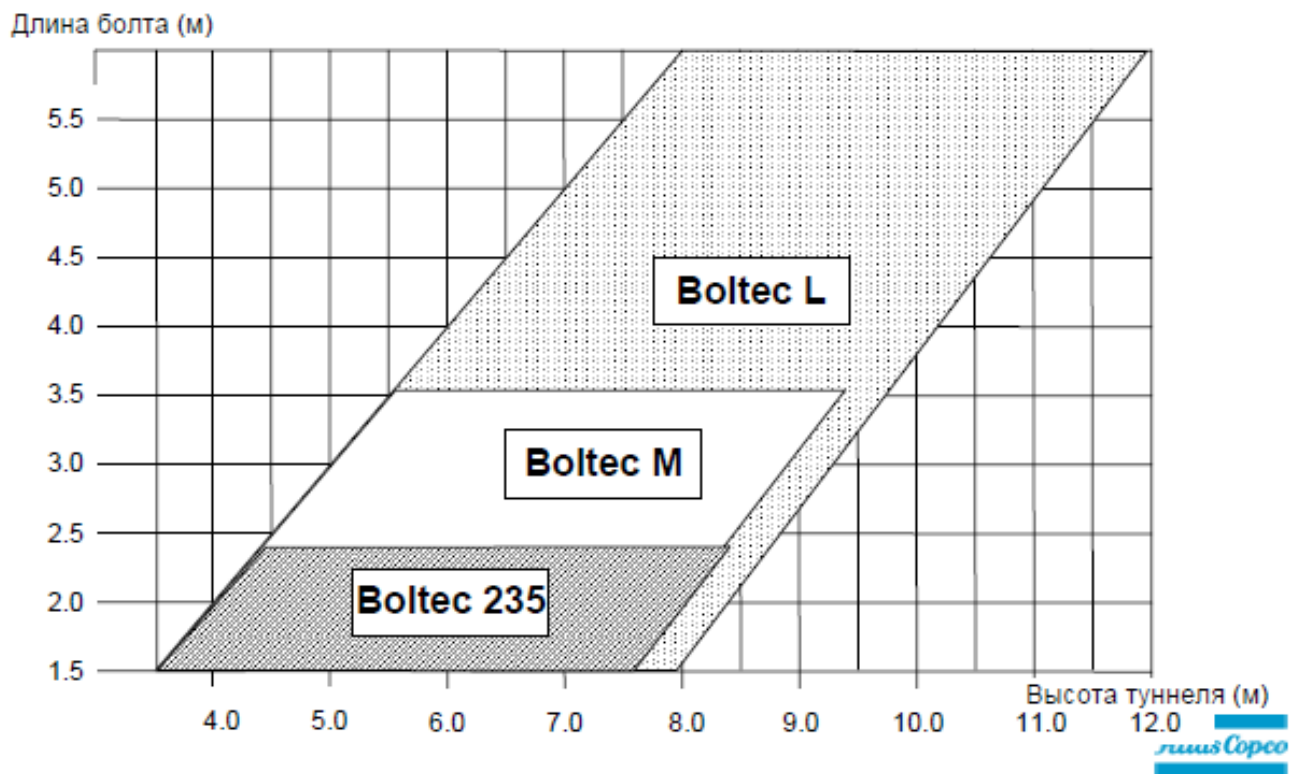


Рисунок 3.3 – Раціональні області використання бурильних установок Voltec

Закордонні самохідні агрегати механізованого зведення штангового кріплення у багатьох випадках забезпечують виконання повного циклу робіт. Наприк-

лад, установки фірми «Secoma» послідовно здійснюють операції фіксування турелі до покрівлі виробки, буріння шпуру, відведення назад бурильної головки на повну довжину ходу, зміщення турелі відносно осі фіксування її до покрівлі, повертання турелі, подачі турелі вперед уздовж осі її фіксування до покрівлі, уведення анкерного болта і за необхідності – перемішування синтетичної смоли і цементуючого розчину, затягування болта.

На рис. 3.4 показані схеми ведення робіт з установки анкерів та затягування покрівлі металевою сіткою при використанні самохідних агрегатів штангового кріплення.

### **3.4 Вибір основних параметрів обладнання**

Для вибору основних параметрів агрегатів для кріплення покрівлі (продуктивності, кількості маніпуляторів, типу ходової частини, величини максимального подоланого ухилу) потрібно враховувати майбутні гірничотехнічні умови їх експлуатації. Наприклад, граничні значення фронту робіт таких установок за висотою і шириною приймаються виходячи з величин поперечних перетинів закріплюваних виробок, а показники ширини і висоти у транспортному положенні – з урахуванням аналогічних параметрів застосованого на руднику основного технологічного обладнання: установок бурильних шахтних, навантажувально-транспортних машин, автосамоскидів, рейкового транспорту, а також допустимих за вимогами техніки безпеки зазорів між рухомими машинами та стінками виробок.

У наступному розділі роботи розглянуто технічні вимоги та здійснено обґрунтування основних параметрів наступного самохідного обладнання для механізованого кріплення гірничих виробок [17,18]:

- залізобетонними штангами – агрегату АКБ-8;
- штангами з використанням полімерних матеріалів – агрегату АКП-8.

Обладнання розраховано для застосування у безрейкових горизонтальних і слабо похилих гірничих виробках висотою від 6 до 8 м, безпечних за газом і пилом, в умовах помірного клімату при температурах навколишнього середовища

від +5 до +26°C і категорії розміщення 5 за ГОСТ 15150.

#### Висновки:

- останнім часом дуже широке розповсюдження у світовій гірничій промисловості отримало анкерне (або штангове) кріплення підземних виробок, яке забезпечує зміцнення гірничого масиву та підвищення його стійкості за рахунок локального стягування шарів гірничих порід і може використовуватися у різних гірничотехнічних умовах. Таке кріплення може здійснюватися з використанням різних конструкцій анкерів та різних способів їх закріплення у шпурах, але у будь-якому випадку воно забезпечує надійне закріплення виробок, пройдених у нестійких породах та гарантує безпечну працю гірників;

- провідними фірмами з випуску гірничого обладнання налагоджено серійне виробництво високоефективних установок самохідного типу, які забезпечують механізацію та автоматизацію усіх операцій повного робочого циклу буріння шпурів та установки і закріплення анкерів різноманітних конструктивних виконань;

- вітчизняного обладнання такого типу, на жаль, поки що не існує. Тому задача його створення та забезпечення високого технічного рівня обладнання дуже важлива та актуальна.

## **4 ОБГРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА НАДІЙНОСТІ САМОХІДНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ШТАНГОВОГО КРІПЛЕННЯ ВИРОБОК**

### **4.1 Формування показників якості розроблюваних агрегатів**

Підготовка необхідних проектних документів, потрібних для розробки конструкторської документації на створюване обладнання та поставлення його на серійне виробництво, вимагає встановлення та обґрунтування номенклатури основних показників якості цього обладнання, які мають визначати його технічний рівень. Як відомо, для цього існує система показників призначення та надійності технічних об'єктів у вигляді десяти груп параметрів, за допомогою яких можна всебічно охарактеризувати особливості розроблюваної техніки у технічному завданні на виробництво (ТЗ), технічних умовах на виріб (ТУ) та у карті технічного рівня та якості продукції (КР), а саме [6,19]:

1. Показники призначення.
2. Показники надійності.
3. Ергономічні показники.
4. Естетичні показники.
5. Показники технологічності.
6. Показники транспортабельності.
7. Показники стандартизації та уніфікації.
8. Патентно-правові показники.
9. Екологічні показники.
10. Показники безпеки.

Для самохідних агрегатів для штангового кріплення гірничих порід деякі з цих груп можна об'єднати, тоді номенклатура та застосовність показників якості для них буде наступною (табл. 4.1). Знак «+» означає застосовність, а знак «-» – незастосовність відповідних показників якості продукції.

Сукупність цих показників утворює своєрідний первинний описовий портрет майбутньої машини, який стає основою для її подальшої розробки.

Таблиця 4.1 – Номенклатура та застосовність показників якості самохідних агрегатів для штангового кріплення гірничих порід

| Найменування показника якості  | Область застосування показника |    |    |
|--|--------------------------------|----|----|
|  | ТЗ                             | ТУ | КР |
| <b>1. Показники призначення</b>  |                                |    |    |
| 1.1. Технічна продуктивність (кількість штанг, установлених у анкерному кріпленні протягом однієї години), штанг/год*  | +                              | +  | +  |
| 1.2. Висота виробки, що закріплюється, м   | +                              | +  | +  |
| 1.3. Діаметр шпуру, мм   | +                              | +  | –  |
| 1.4. Хід подачі бурильної головки (відстань між двома граничними положеннями бурильної головки на подавальному пристрої, що характеризує можливість отримання шпуру максимальної глибини), м | +                              | +  | –  |
| 1.5. Швидкість пересування, км/год   | +                              | +  | +  |
| 1.6. Кут підйому, що долає агрегат у транспортному положенні, град.  | +                              | +  | +  |
| 1.7. Максимальний зовнішній радіус повороту агрегату (відстань від центру повороту до найбільш віддаленої точки, розташованої на поверхні агрегату), м                                       | +                              | +  | +  |
| 1.8. Габаритні розміри агрегату у транспортному положенні (мінімальні розміри агрегату, при яких він може переміщатися по гірничій виробці з дотриманням правил безпеки), мм:                | +                              | +  | +  |
| ширина   |                                |    |    |
| висота   |                                |    |    |
| довжина  |                                |    |    |
| 1.9. Максимальний кут нахилу виробки, при якому може працювати агрегат, град.  | +                              | +  | –  |
| <b>2. Показники надійності</b>   |                                |    |    |
| 2.1. Встановлений ресурс до капітального ремонту (гамма-процентний ресурс при $\gamma = 80\%$ ), год:  | +                              | +  | +  |
| бурильної головки  |                                |    |    |
| подавального пристрою  |                                |    |    |
| агрегату (крім бурильної головки і подавального пристрою)  |                                |    |    |
| 2.2. Встановлене безвідмовне напрацювання  |                                |    |    |

| Продовження таблиці 4.1   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| (гамма-процентне напруцювання при $\gamma = 80\%$ ), год  | + | + | + |
| 2.3. Середній час відновлення, год  | + | + | - |
| 3. Показники економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії, трудових ресурсів   |   |   |   |
| 3.1. Питома маса (відношення маси агрегату до його технічної продуктивності), кг/штанг/год  | + | + | + |
| 3.2. Питома витрата повітря під час буріння (відношення об'єму повітря, що витрачається агрегатом під час буріння без урахування роботи пневмоелектростанції та нагнітача у м <sup>3</sup> /30в.. до технічної продуктивності з урахуванням коефіцієнту приведення часу), м <sup>3</sup> /штанг/год | + | + | + |
| 3.3. Маса (маса підготовленого до функціонування агрегату без робочої рідини гідросистем, мастила, палива, води, бетонного розчину і бурового інструменту, а також без рукавів підведення води і повітря до агрегату), кг   | + | + | - |
| 4. Ергономічні показники  |   |   |   |
| 4.1. Еквівалентний рівень звуку на робочому місці, дБА  | + | + | + |
| 4.2. Рівні звукового тиску в октавних смугах частот у контрольних точках, Дб  | - | + | - |
| 4.3. Середні квадратичні значення віброшвидкості в октавних смугах частот, м/с · 10 <sup>-2</sup>   | - | + | - |
| 4.4. Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup> :<br>аерозоль масляний<br>пил   | + | + | - |
| 4.5. Концентрація шкідливих речовин у вихлопі дизельного двигуна після газоочищення, %:<br>окис азоту (NO <sub>2</sub> )<br>окис вуглецю  | + | + | - |
| 5. Показники технологічності  |   |   |   |
| 5.1. Питома трудомісткість виготовлення (відношення трудомісткості виготовлення агрегату до його технічної продуктивності), чол. · год/штанг/год  | - | + | - |
| 5.2. Питома енергоємність виготовлення (відношення кількості електроенергії, що витрачається на виготовлення агрегату, до його технічної продуктивності), кВт · год/штанг/год   | - | + | - |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Продовження таблиці 4.1                   |   |   |   |
| 6. Показники стандартизації та уніфікації |   |   |   |
| Коефіцієнт уніфікації, %                  | + | - | - |

\*Визначається шляхом контрольного заміру, що здійснюється для дослідного зразку під час його попередніх або приймальних випробувань, при дотриманні наступних еталонних умов:

- тиск повітря на вході в агрегат –  $0,6 \pm 0,03$  МПа ( $6 \pm 0,3$  кг/см<sup>2</sup>);
- витрата води на промивку – не менше 15 л/хв.;
- діаметр бурової коронки (нової) – 42-46 мм;
- коефіцієнт міцності породи за шкалою проф. М.М. Протод'яконова –  $f = 12-14$ .

Основними з приведених у табл. 4.1 є наступні показники:

- технічна продуктивність;
- висота виробки, що закріплюється;
- встановлений ресурс до капітального ремонту;
- питома маса;
- питома витрата повітря під час буріння;
- еквівалентний рівень звуку на робочому місці.

#### 4.2 Розробка схемного рішення самохідних кріпильних агрегатів

Основним виконавчим механізмом агрегатів АКБ-8 та АКП-8 передбачається маніпулятор (турель) револьверного типу, який забезпечуватиме послідовне виконання наступних механізованих операцій:

- буріння шпуру;
- подачу до шпуру піщано-цементного розчину (або заповнення його зв'язуючою речовиною в ампулах);
- уведення штанги до шпуру.

Агрегати мають бути уніфіковані за типом ходової частини, маніпуляторами, системами керування та іншими вузлами.

В якості ходової частини пропонується вибрати самохідне шасі з дизельним приводом на пневмоколісному ході від шахтної бурильної установки УБШ501А-01 розробки інституту ВНДПІрудмаш. Схема установки показана на рис. 4.1 [14]. Вона складається зі згаданого самохідного шасі 1 та стояка 2, на якому змонто-

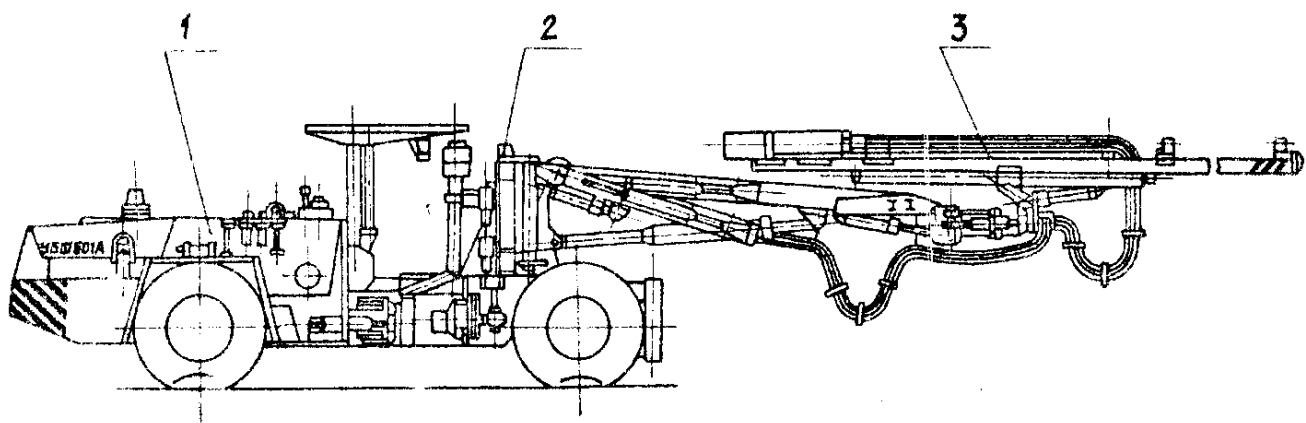


Рисунок 4.1 – Принципова схема установки УБШ501А-01:  
1 – шасі; 2 – стояк; 3 – бурильні агрегати

вано бурильне обладнання 3. Оскільки нас цікавить насамперед шасі установки, зупинимося на ньому більш докладно.

Основні вузли шасі – тягач 1 та напівпричіп 3 (рис. 4.2). До складу шасі входять дві шарнірно сполучені піврами, на яких розміщена силова установка із системами її забезпечення, трансмісія, системи рульового керування та гальма. На рис. 4.3 зображена схема трансмісії шасі, а на рис. 4.4 – схема його ведучого моста, що складається з камер колісного 1 та гальмового 4 редукторів, колісного гальма 2, півосі 3 та картеру 5.

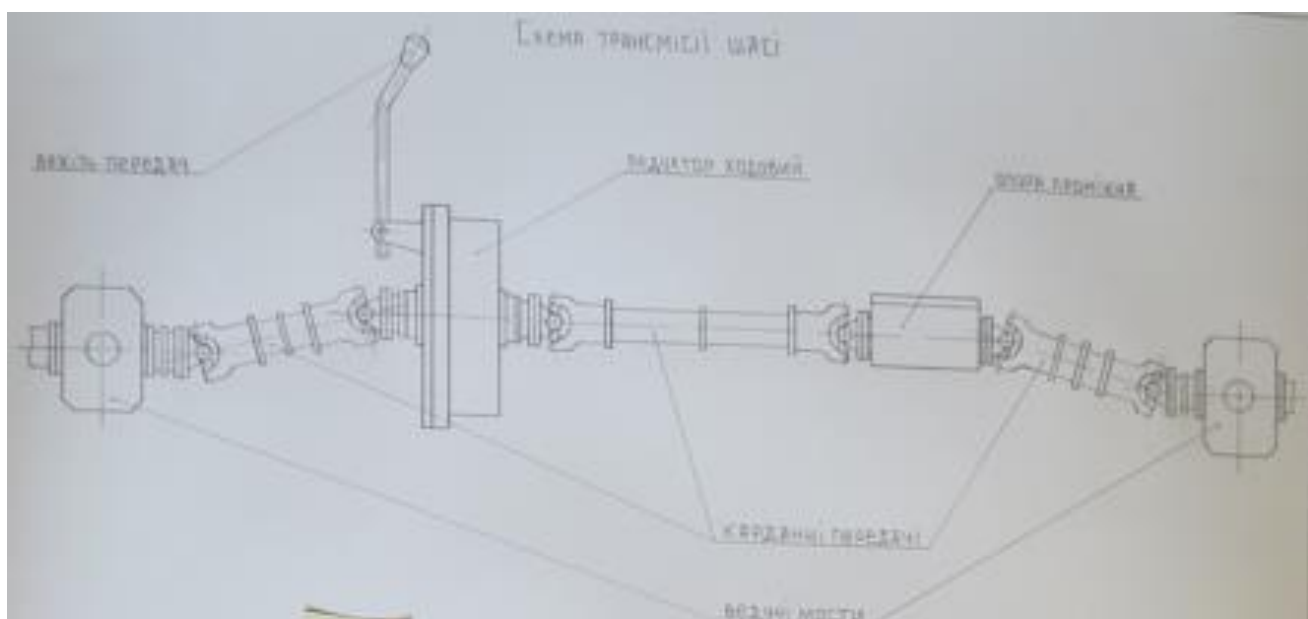


Рисунок 4.3 – Схема трансмісії шасі



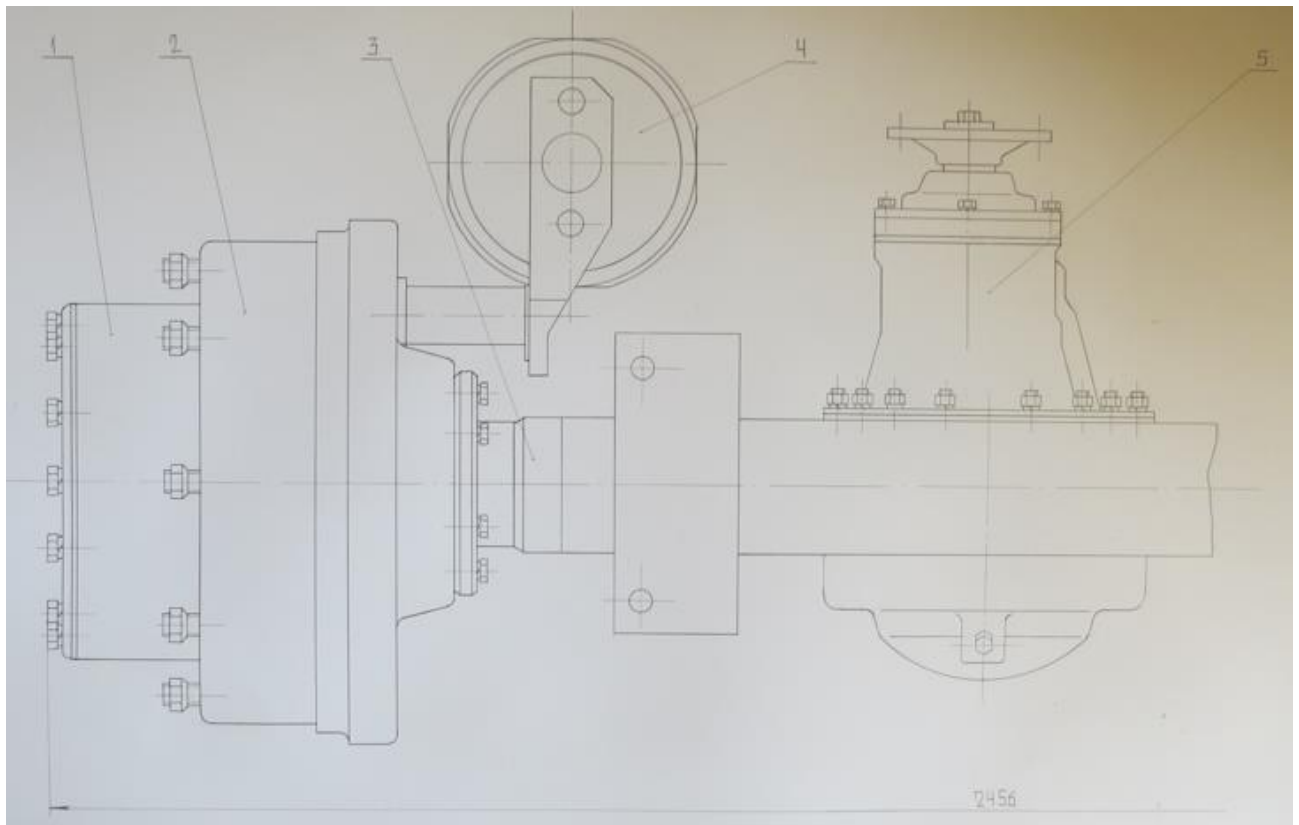


Рисунок 4.4 – Схема ведучого моста шасі:  
 1, 4 – камери відповідно колісного та гальмового редукторів;  
 2 – гальмо колісне; 3 – піввісь; 5 – картер

Шасі пристосовано для роботи в шахтах в наступних умовах:

- у корозійно агресивному середовищі рудникової атмосфери (температура – від +5 до +25°C, відносна вологість – до 100%, запиленість – до 2 мг/м<sup>3</sup>);
- на максимально можливих поздовжніх ухилах дороги до 15% при коефіцієнті зчеплення коліс з ґрунтом  $\geq 0,6$ ;
- на рівному полотні дороги, що забезпечує рух шасі без різких поштовхів та трясіння. У разі нестійких порід, що утворюють підшву виробок та відрізняються значною нерівністю, потрібно влаштовувати дороги з твердим покриттям.

На тягачі шасі змонтована силова установка дизельного типу з усіма системами обслуговування двигуна (запуску, живлення, охолодження, змащення тощо).

Ходова частина шасі має чотири колеса з робочими пневматичними гальмами колодкового типу. Для відносних поворотів тягача та напівпричіпу шасі поставлено рульовим механізмом та двома гідравлічними циліндрами. Для фіксації шасі

у робочому положення під час буріння шпурів та установки анкерів передбачені чотири гідродократи.

До складу трансмісії шасі (див. рис. 4.3) входять роздавальний і ходовий редуктори (перший встановлений на задньому листі дизеля, а другий – на рамі тягача), об’ємний гідропривод, три карданні передачі, проміжна опора та два ведучих моста (див. рис. 4.4).

Технічні дані шасі приведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Технічні дані шасі кріпильних агрегатів АКБ-8 та АКП-8

| Найменування параметрів та їх розмірність  | Значення параметрів |
|--|---------------------|
| <b>Загальні параметри</b>  |                     |
| Вантажопідйомність, т, не більше   | 12                  |
| Максимальна швидкість руху з вантажем по горизонтальному шляху, км/год, не менше | 10                  |
| Найбільший подоланий ухил з вантажем, град.                                      | 15                  |
| Максимальний радіус повороту по зовнішньому габариту, м, не більше               | 6,48                |
| Кути з’їзду, град.:  |                     |
| передній (тягача)  | 17±2                |
| задній (напівпричепу)  | 29±2                |
| Габаритні розміри, мм:   |                     |
| довжина  | 6690±50             |
| ширина   | 2500±50             |
| висота (з опущеним козирком)   | 2500±50             |
| Маса, кг, не більше:   |                     |
| суха   | 12200               |
| з повною заправкою   | 13060               |
| <b>Двигун</b>  |                     |
| Марка  | 243                 |
| Потужність експлуатаційна, кВт (к.с.)  | 57,4 (78)           |
| Номінальна частота обертання, об/хв.   | 2200                |
| Крутний момент в режимі номінальної потужності, Н·м (кГс·м)                      | 259 (26,4)          |
| Питома витрата палива, г/кВт·год (г/к.с.·год)                                    | 145 (180)           |
| Маса (суха, без компресора, гідронасоса, муфти зчеплення), кг                    | 430                 |

| Продовження таблиці 4.2  |   |
|--|---|
| Гідропривод об'ємний ГСТ90   |   |
| Тиск в гідролінії високого тиску, МПа (кг/см <sup>2</sup> ):<br>номінальний<br>максимальний                  | 26,5 (270)<br>35,8 (385)  |
| Допустима тривалість роботи при максимальному тиску в гідролінії високого тиску, с:<br>безупинна<br>загальна | 15<br>1% від ресурсу  |
| Редуктор ходу  |   |
| Тип  | чотирихвальний<br>з циліндричними<br>косозубими<br>шестірнями   |
| Передатне число:<br>І передача (діапазон)<br>ІІ передача (діапазон)  | 6,97<br>2,00  |
| Ведучий міст   |   |
| Передатне число:<br>головної передачі<br>колісного редуктора   | 4,44<br>4,59  |
| Інше обладнання  |   |
| Рульове керування<br><br>Гальма:<br>робоче<br><br>стоянкове<br>Колісна формула<br>Компресор                  | гідравлічне<br>від насосу<br>НШ–32А-3<br><br>колодкове<br>на усі колеса<br>те саме<br>4x4<br>одноциліндровий<br>у складі дизеля |
| Електрообладнання  |   |
| Номінальна напруга, В<br>Виконання<br><br>Генератор:<br>напруга, В<br>потужність, Вт                         | 12<br>рудникове<br>нормальне (РН)<br><br>14<br>700  |

| Продовження таблиці 4.2  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Електростартер:<br>напруга, В<br>потужність, Вт<br>Акумулятор  | 12<br>700<br>ЕСТ-2158М<br>(2 шт.) |
| Заправні ємності   |                                   |
| Паливний бак, л  | 90                                |
| Бак гідросистеми ходу та рульового керування, л                | 100                               |
| Бак гідросистеми домкратів, козирка та навісного обладнання, л | 380                               |
| Система охолодження двигуна, л                                 | 19                                |
| Система змащення двигуна, л                                    | 19                                |
| Піддон очисника повітря, л                                     | 3                                 |
| Регулятор паливного насосу, л                                  | 0,2                               |
| Міст ведучий, л  | по 35 на міст                     |
| Редуктор роздавальний, л                                       | 2                                 |
| Редуктор трансмісії (редуктор ходу), л                         | 6                                 |
| Система нейтралізації  | до рівня заливної пробки          |

Що стосується навісного обладнання кріпильних агрегатів, то воно повинно складатися з наступних вузлів:

- агрегат АКБ-8 – телескопічна стріла з пристроєм для буріння шпурів, захвату штанг з касети та установки їх у шпур; станція для приготування піщано-цементного розчину та нагнітання його у шпур;

- агрегат АКП-8 – телескопічна стріла, на якій змонтовані автоматичний подавальний пристрій з бурильною головкою, а також пристрої для подачі ампул і штанг.

Більшість конструкцій закордонних установок для механізації процесів зведення штангового кріплення оснащуються гідравлічними бурильними головками. Загальновідомо, що використання гідравлічного бурильного обладнання підвищує швидкість буріння шпурів, покращує санітарно-гігієнічні умови роботи оператора внаслідок меншого рівня шуму та відсутності масляних аерозольних викидів, притаманних пневматичному, знижує енергетичні витрати.

З іншого боку, гідравлічна бурильна головка (як, утім, й інше гідравлічне обладнання) – це доволі складний агрегат, що вимагає вельми високої культури виробництва та експлуатації. Для нього потрібні високоточні металорізальні верстати та інструмент, спеціальні типи робочих рідин та фільтри для їх тонкого очищення, системи енергозабезпечення, висококваліфікований персонал для виготовлення, використання, технічного обслуговування та ремонту. Такі вимоги не завжди можна задовольнити, особливо у умовах підземного виробництва не дуже високого технічного рівня. Крім того, існує певний дефіцит продуктивних та надійних конструкцій гідравлічних бурильних головок різної потужності вітчизняної розробки.

Таким чином, дослідження тенденцій розвитку закордонного механічного обладнання для штангового кріплення гірничих виробок, виконані силами інституту ВНДПІрудмаш, дозволили прийти до висновку, що підвищення продуктивності таких машин йде шляхом збільшення швидкості буріння шпурів, для чого вони оснащуються гідравлічними бурильними головками. Але тут потрібно враховувати також обмеження, що накладають на цей процес недостатні величини характеристик міцності матеріалів, з яких виготовляються поршні бурильних головок, бурові штанги та коронки. У багатьох випадках вони не витримують навантажень, які можуть бути розвинені потужними конструкціями гідравлічного бурильного обладнання.

З огляду на вищесказане, а також враховуючи, що розглянуті кріпильні агрегати не висувають таких підвищених вимог до бурильного обладнання, як, скажімо, шахтні бурильні установки (наприклад, до продуктивності процесу буріння), можна вибрати для них пневматичний варіант бурильних головок. Пізніше можна буде зосередитися на їх удосконаленні шляхом оснащення більш високо-ефективними та високопродуктивними бурильними головками гідравлічного типу.

Але у будь-якому випадку, основні показники якості розроблюваних конструкцій агрегатів повинні знаходитися на рівні або перевищувати величини показників кращих закордонних зразків подібної техніки.

## 4.3 Обґрунтування вимог до конструкцій

Під час створення агрегатів АКБ-8 і АКП-8 вирішується питання механізації та забезпечення безпечних умов ведення робіт з установки залізобетонного і сталеполімерного кріплення під час підземної розробки корисних копалин. Нижче приводяться вимоги, що ставляться перед конструкціями агрегатів [17,18].

### 4.3.1 Загальні вимоги

До складу кожного з агрегатів повинні входити шасі з дизельним приводом, система керування та енергозабезпечення, один маніпулятор з пристроєм для установки штанг.

Шасі складається з силової установки, системи газоочищення, системи рульового керування, гальмівної системи, пневмоелектростанції, пневмомаслостанції, домкратів, електрообладнання, протипожежної системи, гідравлічної системи.

Агрегат має бути стійким під час буріння та переміщення у транспортному положенні, у тому числі на граничному ухилі твердого сухого шляху (при підйомі або спуску переднім чи заднім ходом). Рульове керування установки має забезпечувати стійкий напрямок її руху та легкість поворотів.

Шасі повинно мати двохконтурну гальмівну систему з робочими і стоянковим гальмами, кожне з яких забезпечуватиме зупинку та утримання агрегату на ухилі 15°.

Конструкція маніпулятора повинна включати телескопічну рукоятку, гідроциліндри та комунікації.

Пристрій для монтажу штанг має складатися з бурильної машини, механізму нагнітання розчину у шпур (АКБ-8) або механізму подачі ампул у шпур (АПБ-8), механізму подачі штанг, комунікацій.

Забурювання повинно здійснюватися при знижених значеннях зусилля подачі бурильної головки у покрівлю або стінку виробки.

Після буріння в автоматичному режимі на повну глибину шпуру так само автоматично повинні вимикатися ударний механізм бурильної головки і подача

води та вмикатися система продувки шпуру і зворотний хід подачі для повертання бурильної головки у вихідне положення.

На агрегаті має бути передбачено підключення маніпулятора та пристрою для установки штанг як до пневмомаслостанції системи керування, так і до маслостанції, яка встановлена на тягачі і приводиться в роботу від дизелю.

Конструкція станції для підготовки піщано-цементного розчину (агрегат АКБ-8) з пневматичним приводом від шахтної мережі стисненого повітря повинна забезпечувати можливість регулювання об'єму розчину, що подається у шпур.

Конструкція пристрою для подачі штанг (агрегат АКП-8) повинна передбачати можливість обертання штанг, що подаються у шпур.

Привод маслостанції системи керування агрегатом – від шахтної мережі стисненого повітря.

Комплект інструменту і приладдя, що поставляються разом з агрегатом, має забезпечувати монтаж і демонтаж основних його складальних одиниць під час технічного обслуговування.

За необхідності агрегати можуть постачатися додатковим навісним обладнанням для здійснення операцій допоміжного призначення, наприклад навантаження транспортування та розвантаження різноманітних вантажів (рис. 4.5).

Показники призначення та надійності агрегатів приведені нижче, у п. 4.4 (табл. 4.3).

#### **4.3.2 Вимоги безпеки, охорони здоров'я та довкілля**

Кріпильні агрегати моделей АКБ-8 і АКП-8 повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.106, «Єдиних правил безпеки під час розробки рудних, нерудних та розсипних родовищ підземним способом» [20] та «Інструкції з безпечного використання самохідного (нерейкового) обладнання у підземних умовах».

Вимоги безпеки для окремих вузлів агрегатів:

- гідравлічний привод – за ГОСТ 12.2.040, ГОСТ 12.2.068;
- пневмопривод – за ГОСТ 12.2.101;
- електропривод – за ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.2.007, ГОСТ 24719, ГОСТ

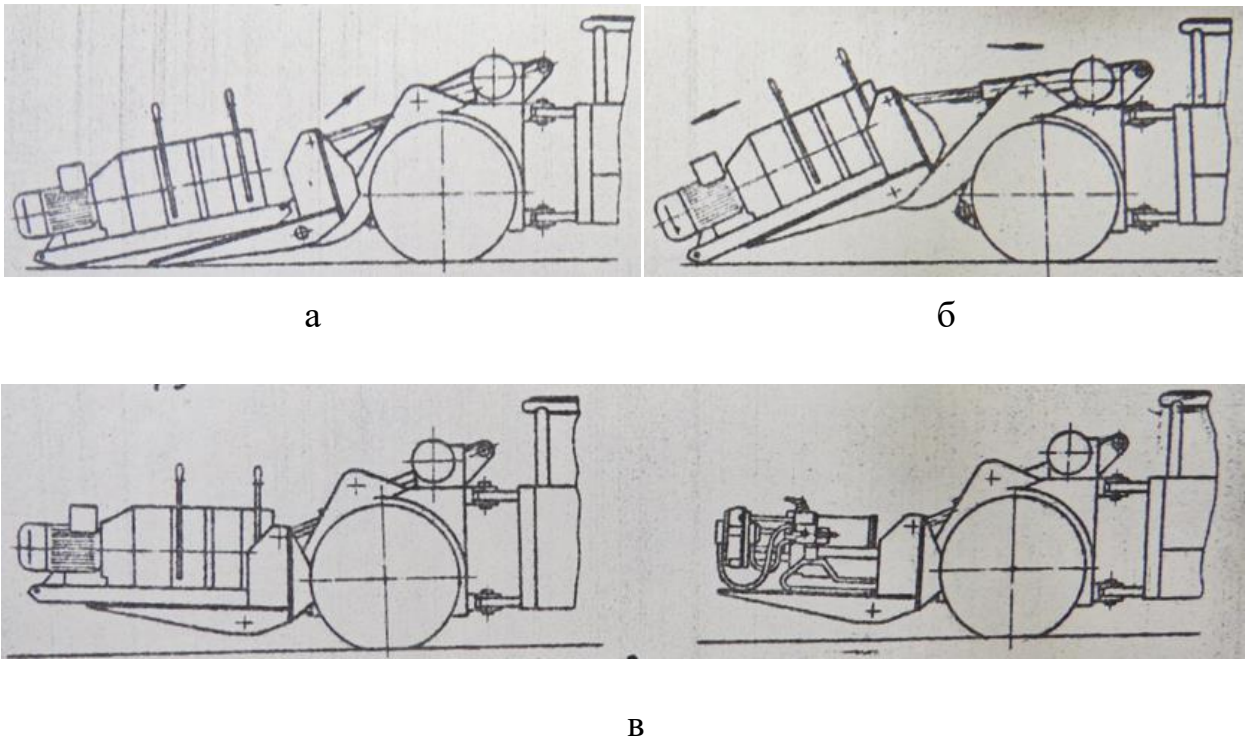


Рисунок 4.5 – Можливі схеми використання шасі агрегатів АКБ-8 і АКП-8 для виконання операцій допоміжного призначення:  
а – завантаження; б – розвантаження; в – транспортування

24754;

- світильники для належного освітлення робочої поверхні забою, пульта керування та шляху пересування машини – за ГОСТ 12.2.106.

Вимоги безпеки щодо шкідливих впливів на здоров'я обслуговуючого персоналу:

- допустимий рівень вібрації на органах керування і робочому місці оператора – за ГОСТ 12.1.012;

- гранично допустимий вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони – за ГОСТ 12.1.005;

- максимально допустимий рівень звукового тиску – за ГОСТ 21786;

- еквівалентний рівень звуку на робочому місці, що впливає на оператора за умови використання ним засобів індивідуального захисту від шуму за ГОСТ 12.4.051 згідно з ГОСТ 12.1.003 не повинен перевищувати 80 дБА.

Вимоги щодо забезпечення охорони та раціонального використання елементів природного середовища до конструкцій агрегатів не ставляться.



Агрегати також мають бути оснащені:

- козирками над робочими місцями операторів;
- стоянковими гальмами, що повинні загальмовувати їх у випадках втрати тиску у гальмівній системі;
- протипожежними системами.

#### **4.3.3 Естетичні та ергономічні вимоги**

Агрегати повинні мати сучасний вигляд та задовольняти вимогам технічної естетики.

Кольорове рішення агрегатів має відповідати умовам їх експлуатації.

Вимоги до робочих місць операторів та органам керування повинні відповідати ГОСТ 12.2.106.

#### **4.3.4 Вимоги до ремонтпридатності**

Конструкції агрегатів мають передбачати можливість розбирання їх на окремі транспортабельні складові частини для здійснення ремонтних операцій, а також забезпечувати вільний доступ для огляду та усунення несправностей.

Фізико-хімічні, механічні та інші властивості та характеристики матеріалів і виробів, що використовуються у конструкціях агрегатів, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів та технічних умов.

Застосування дефіцитних матеріалів та виробів рекомендується за можливості не допускати.

#### **4.3.5 Монтажні вимоги**

Агрегати повинні поставлятися споживачеві, як правило, у зібраному вигляді. За неможливості транспортування у такому вигляді поставка здійснюється зі знятими маніпулятором та пристроєм для установки штанг.

Аналогічні вимоги ставляться і до операцій спуску агрегатів у шахту. Якщо це не можна зробити у зібраному вигляді, агрегатів розбираються на такі складові частини: тягач, напівпричіп, маніпулятор, пристрій для установки штанг. Усі ці

вузли повинні мати спеціальні місця для закріплення канатів або для захвату гаком.

#### **4.3.6 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговування та ремонту**

За умовами експлуатації розглянуте обладнання повинно мати кліматичне виконання «У» та категорію розміщення 5 за ГОСТ 15150.

Значення температури повітря у гірничих виробках, в яких передбачається експлуатація агрегатів, повинні бути у межах +5...+26°C.

Режим роботи агрегатів – повторно-переривчастий протягом зміни.

Час підготовки машин до використання після транспортування та зберігання – дві зміни.

Види технічного обслуговування – постійне (щозмінне) та періодичне за участі персоналу у кількості двох чоловік.

Керування навісним обладнанням має бути передбачено з пульта, розташованого на стояку.

Пристрій для установки штанг повинно бути обладнано касетою для механізації подачі штанг.

Для підготовки розчину на установці АКБ-8 потрібно використовувати цемент марки не нижче 400 за ГОСТ 10178 та пісок крупністю не більше 2 мм за ГОСТ 10268. В якості арматури для штанг потрібно використовувати прокат періодичного профілю №16 або №18, Ст. 5 ГОСТ 380.

Ампули з полімерними матеріалами для агрегату АКП-8 повинні виготовлятися спеціалізованими підприємствами, марки і типи цих матеріалів мають відповідати діючій нормативно-технічній документації, а їх використання повинно узгоджуватися з територіальними органами державного санітарного нагляду.

#### **4.3.7 Вимоги до маркування, пакування, транспортування та зберігання**

На бічній стінці агрегату повинна бути прикріплена табличка, виконана за ГОСТ 12971 згідно з вимогами ГОСТ 12969. Табличка має містити наступну інформацію:

- товарний знак або найменування підприємства-виготовлювача;
- найменування та умовне позначення агрегату;
- порядковий номер агрегату за системою нумерації підприємства-виготовлювача;
- рік і місяць випуску;
- позначення технічних умов.

Спосіб нанесення маркування має забезпечувати чіткість надписів протягом усього терміну служби агрегату.

Транспортне маркування вантажів повинно здійснюватися згідно з ГОСТ 14192. За необхідності розбирання агрегатів на окремі вузли місця роз'єднання рукавів також маркуються та постачаються захисними заглушками.

Категорія упаковки агрегату – КУ-0 за ГОСТ 23170. Запасні частини, інструмент та приналежності мають бути запаковані згідно з вимогами РД 24.070.39 у шухляду, виконану згідно з ГОСТ 10198, тип шухляди III-I, категорія упаковки КУ-2 за ГОСТ 23170.

Технічна та товаросупроводжувальна документація повинна бути запакована у пакет з поліетиленової плівки за ГОСТ 10354 або з двошарового пакувального паперу за ГОСТ 8828 та укладена у шухляду ЗІП.

Перед транспортуванням та зберіганням агрегатів вони, їх запасні частини, інструмент і приналежності мають бути піддані консервації згідно з ГОСТ 9.014. Група виробів II-I, варіант внутрішньої упаковки ВУ-9, термін захисту без повторної консервації для умов зберігання та транспортування ОЖ – 1 рік.

Транспортування агрегатів замовникам здійснюється залізничним або змішаним транспортом. Операції завантаження, кріплення та транспортування агрегатів повинні виконуватися згідно з нормами і вимогами, встановленими відповідними транспортними відомствами.

Умови транспортування агрегатів у частині впливу механічних факторів – Л за ГОСТ 23170, у частині впливу кліматичних факторів – 9 (ОЖ1) за ГОСТ 15150.

Зберігання агрегату, шухляди із запасними частинами, інструментом та приналежностями повинно здійснюватися згідно з умовами 6 (ОЖ2) за ГОСТ 15150.

#### 4.4 Розробка показників призначення та надійності виробів

Показники призначення та надійності агрегатів АКБ-8 та АКП-8 приведені у табл. 4.3 [17,18].

Таблиця 4.3 – Показники призначення та надійності агрегатів АКБ-8 та АКП-8

| Показники   | Тип виробу |          |
|---|------------|----------|
|   | АКБ-8      | АКП-8    |
| <b>1. Показники призначення</b>   |            |          |
| 1.1. Технічна продуктивність, штанг/год*, не менше  | 8          | 7        |
| 1.2. Висота виробки, що закріплюється, м:   |            |          |
| максимальна, не менше   | 8          | 8        |
| мінімальна, не більше   | 6          | 6        |
| 1.3. Діаметр шпуру, мм, не більше   | 46         | 46       |
| 1.4. Хід подачі бурильної головки, м  | 2,7±0,15   | 2,2±0,15 |
| 1.5. Швидкість пересування (максимальна), км/год, не менше  | 15         | 15       |
| 1.6. Кут підйому, що долає агрегат у транспортному положенні, град., не менше   | 15         | 15       |
| 1.7. Максимальний зовнішній радіус повороту агрегату, м, не більше  | 7          | 7        |
| 1.8. Габаритні розміри агрегату у транспортному положенні (мінімальні розміри агрегату, при яких він може переміщатися по гірничій виробці з дотриманням правил безпеки), мм: |            |          |
| ширина  | 2500±150   | 2500±150 |
| висота, не більше   | 2800       | 2800     |
| довжина, не більше  | 12000      | 12000    |
| 1.9. Максимальний кут нахилу виробки, при якому може працювати агрегат, град.   | ±5         | ±5       |
| <b>2. Показники надійності</b>  |            |          |
| 2.1. Встановлений ресурс до капітального ремонту, год, не менше:  |            |          |
| бурильної головки   | 300        | 300      |
| подавального пристрою   | 750        | 750      |
| агрегату (крім бурильної головки і подавального пристрою)   | 1500       | 1500     |

| Продовження таблиці 4.3   |       |       |
|---|-------|-------|
| 2.2. Встановлене безвідмовне напрацювання, год, не менше  | 25    | 25    |
| 2.3. Середній час відновлення, год, не більше   | 1,5   | 1,5   |
| 3. Показники економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії, трудових ресурсів                                     |       |       |
| 3.1. Питома маса, кг/штанг/год, не більше   | 2438  | 2714  |
| 3.2. Питома витрата повітря під час буріння, м <sup>3</sup> /штанг/год, не більше   | 113   | 129   |
| 3.3. Маса, кг, не більше  | 19500 | 19000 |
| 3.4. Співвідношення піску і цементу для приготування розчину  | 3:1   | -     |
| 4. Ергономічні показники  |       |       |
| 4.1. Еквівалентний рівень звуку на робочому місці (за умови використання індивідуальних засобів захисту від шуму), дБА, не більше | 80    | 80    |
| 4.2. Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup> , не більше:  |       |       |
| аерозоль масляний   | 5     | 5     |
| пил (із вмістом кремнезему, вміст кристалічного двоокису кремнію від 10 до 70%)   | 2     | 2     |
| 4.3. Концентрація шкідливих речовин у вихлопі дизельного двигуна після газоочищення, %:   |       |       |
| окис азоту (NO <sub>2</sub> )   | 0,07  | 0,07  |
| окис вуглецю  | 0,08  | 0,08  |
| 5. Показники стандартизації та уніфікації   |       |       |
| 5.1. Коефіцієнт уніфікації, %, не менше   | 55    | 55    |

#### 4.5 Загальна оцінка технічного рівня створюваних агрегатів

Технічний рівень продукції представляє собою відносну характеристику її якості, яка ґрунтується на співставленні значень параметрів та показників розроблюваного виробу з відповідними параметрами і показниками базового виробу (виробів) – порівняльною базою з числа виробів того ж функціонального призначення, які працюють в аналогічних умовах експлуатації і основні параметри яких відрізняються від параметрів виробу, що оцінюється, не більше, ніж на 10% [6].

Розглянуті агрегати для штангового кріплення у безрейкових горизонтальних та слабо похилих гірничих виробках висотою від 6 до 8 м, безпечних за газом і пилом мають забезпечувати високий рівень досконалості своїх конструкцій.

Розроблені в роботі показники призначення і надійності цих установок, які приведені у картах технічного рівня та якості продукції і пов'язані зі специфічними умовами експлуатації агрегатів та високими вимогами, що ставляться перед якістю зведеного ними кріплення, повинні бути, як мінімум, не нижчими кращих світових зразків [21,22].

Аналіз зібраної інформації показує, що вказане обладнання забезпечує вирішення питання механізації штангового кріплення та підвищення безпеки проведення усіх його операцій. Запропоновані агрегати відрізняються максимальною уніфікацією конструкцій і реалізують автоматизацію та механізацію здійснення робіт з буріння шпурів (обидві конструкції), приготування та нагнітання у шпур піщано-цементного розчину (АКБ-8), нагнітання у шпур зв'язуючого полімерного розчину (АКП-8), подачі анкера у шпур (обидві конструкції).

В результаті патентного пошуку, проведеного в інституті ВНДПрудмаш, здійснено відбір потрібної науково-технічної документації, її систематизацію та аналіз, досліджено та обґрунтовано технічний рівень розглянутих конструкцій, тенденції розвитку подібного обладнання, техніко-економічний аналіз прийнятих рішень [23].

Оцінюючи виконані дослідження, можна зробити висновок про вірність прийнятих напрямків проектування агрегатів та відповідність отриманих результатів сучасним вимогам гірничого виробництва та існуючим методам наукових робіт, що використовуються під час розробки нової техніки [24].

Запропоновані конструктивні та експлуатаційні параметри агрегатів АКБ-8 та АКП-8 для штангового кріплення підземних гірничих виробок дозволяють механізувати процеси кріплення та у цілому мають достатньо високий технічний рівень.

## Висновки:

- процесам розробки конструкторської документації на створюване обладнання та поставлення його на серійне виробництво передують наукові дослідження, метою яких є встановлення та обґрунтування номенклатури основних показників якості цих виробів, що мають визначати їх технічний рівень. Для цього існує система показників призначення та надійності технічних об'єктів у вигляді десяти груп параметрів, за допомогою яких можна всебічно охарактеризувати особливості розроблюваної техніки. Сукупність цих показників утворює своєрідний первинний описовий портрет майбутньої машини, який стає основою для її подальшої конструктивної розробки;

- для створюваних конструкцій агрегатів штангового кріплення гірничих виробок запропонована номенклатура показників якості, основними з яких є технічна продуктивність, висота виробки, що закріплюється, встановлений ресурс до капітального ремонту, питома маса, питома витрата повітря під час буріння та еквівалентний рівень звуку на робочому місці;

- в роботі розроблено схемне рішення самохідних агрегатів для механізованої установки залізобетонних та сталеполімерних анкерів, сформульовані обов'язкові вимоги, що ставляться до їх конструкцій, обґрунтовані величини показників призначення та надійності таких установок;

- виконані дослідження дозволили зробити висновок про високі технічні рівні запропонованих установок та їх спроможність забезпечити комплексну механізацію процесів зведення штангового кріплення.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведені під час виконання представленої магістерської роботи дослідження дозволили зробити наступні висновки та практичні рекомендації:

- аналіз сучасного рівня механізації допоміжних робіт у вітчизняній гірничій промисловості, зокрема на підприємствах підземної розробки рудних корисних копалин, показує, що він дуже далекий від бажаного. Частка важкої ручної праці під час їх виконання на різних технологічних процесах підземного видобутку коливається від 37 до 64%, а на кріпильних роботах взагалі досягає 92%. Якщо частка механізованої праці на основних технологічних процесах підземної розробки досягає 77,4%, то на допоміжних операціях вона складає лише 6,5-10%. Така кричуща ситуація ніяк не може нас задовольняти і потребує суттєвих змін у підході до проблеми;

- для зниження трудомісткості допоміжних гірничих робіт і підвищення рівня їх механізації та автоматизації потрібно розробляти та впроваджувати нові способи і засоби для комплексної механізації технологічних процесів гірничого виробництва, підвищувати рівень надійності робочих органів гірничого обладнання для скорочення обсягів технічного обслуговування та ремонтів;

- огляд існуючого обладнання для механізації як суто допоміжних робіт гірничого виробництва, так і операцій обслуговування його основних технологічних процесів показує, що, з одного боку, воно у багатьох випадках існує і дає можливість у певному ступені задовольнити потреби гірничої галузі, а з іншого – або не виготовляється серійно, або цей ступінь не можна визнати достатнім, або потрібного обладнання немає зовсім;

- особливо погане становище під час виконання кріпильних робіт. Останніми роками дуже широке розповсюдження у світовій гірничій промисловості отримало анкерне (або штангове) кріплення підземних виробок, яке забезпечує зміцнення гірничого масиву та підвищення його стійкості за рахунок локального стягування шарів гірничих порід і може використовуватися у різних гірничотехнічних умовах. Таке кріплення може здійснюватися з використанням різних констру-



кцій анкерів та різних способів їх закріплення у шпурах, але у будь-якому випадку воно забезпечує надійне закріплення виробок, пройдених у нестійких породах та гарантує безпечну працю гірників;

- провідними фірмами з випуску гірничого обладнання налагоджено серійне виробництво високоефективних установок самохідного типу, які забезпечують механізацію та автоматизацію усіх операцій повного робочого циклу буріння шпурів та установки і закріплення анкерів різноманітних конструктивних виконань;

- вітчизняного обладнання такого типу, на жаль, поки що не існує. Тому задача його створення та забезпечення високого технічного рівня обладнання дуже важлива та актуальна;

- процесам розробки конструкторської документації на створюване обладнання та поставлення його на серійне виробництво передують наукові дослідження, метою яких є встановлення та обґрунтування номенклатури основних показників якості цих виробів, що мають визначати їх технічний рівень. Для цього існує система показників призначення та надійності технічних об'єктів у вигляді десяти груп параметрів, за допомогою яких можна всебічно охарактеризувати особливості розроблюваної техніки. Сукупність цих показників утворює своєрідний первинний описовий портрет майбутньої машини, який стає основою для її подальшої конструктивної розробки;

- для створюваних конструкцій агрегатів штангового кріплення гірничих виробок запропонована номенклатура показників якості, основними з яких є технічна продуктивність, висота виробки, що закріплюється, встановлений ресурс до капітального ремонту, питома маса, питома витрата повітря під час буріння та еквівалентний рівень звуку на робочому місці;

- в роботі розроблено схемне рішення самохідних агрегатів для механізованої установки залізобетонних та сталеполімерних анкерів, сформульовані обов'язкові вимоги, що ставляться до їх конструкцій, обґрунтовані величини показників призначення та надійності таких установок;

- виконані дослідження дозволили зробити висновок про високі технічні рі-

вні запропонованих установок та їх спроможність забезпечити комплексну механізацію процесів зведення штангового кріплення.

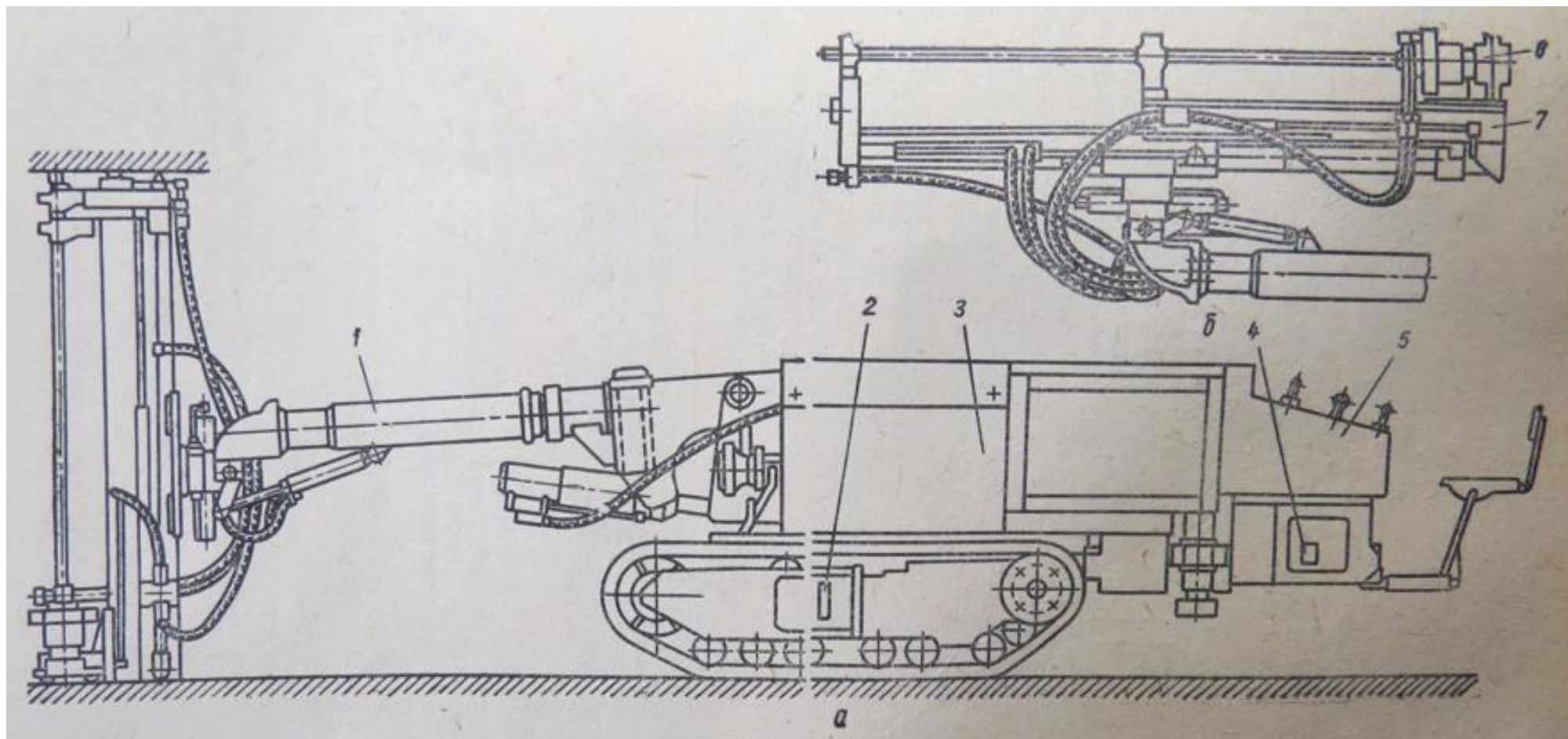
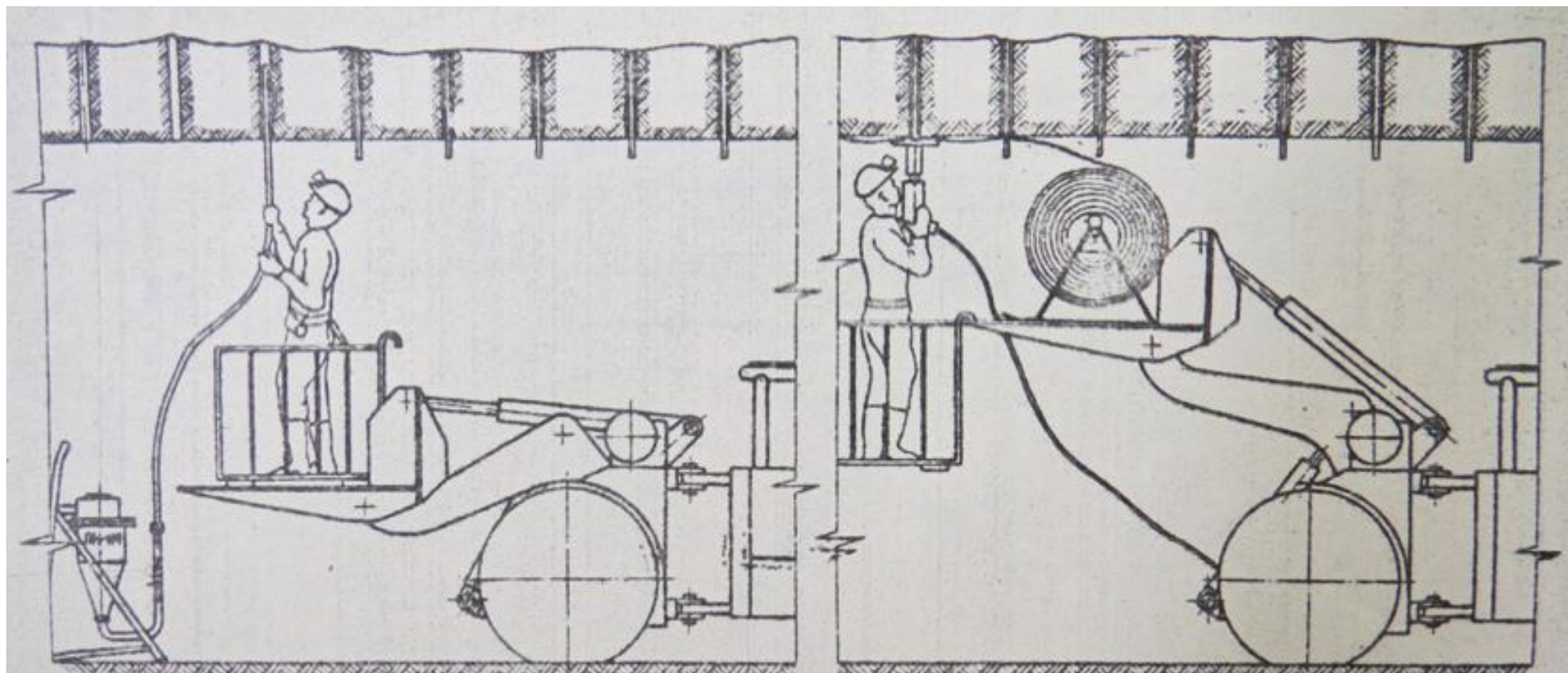


Рисунок 1.1 – Схема установки для анкерного кріплення БУА-3:  
1 – маніпулятор; 2 – механізм пересування; 3 – рама; 4 – електричний блок;  
5 – панель керування; 6 – обертач; 7 – бурильна машина

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики установок для зведення болтового анкерного кріплення Voltec шведської фірми «Atlas Copco»

| Показники                         | Значення показників для різних представників лінійки Voltec |           |           |           |           |           |
|-----------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                   | 235H-DCS  | LC        | LD        | MC        | MD        | SL        |
| Перфоратор                        | COP 1132  | COP 1132  | COP 1132  | COP 1132  | COP 1132  | COP 1132  |
| Кількість анкерів у магазині, шт. | 10  | 10        | 10        | 10        | 10        | -         |
| Довжина анкерів, мм               | 1500-2400   | 1500-6000 | 1500-6000 | 1500-3500 | 1500-3500 | 1600      |
| Діаметр анкерів, мм               | 16-32   | 16-32     | 16-32     | 16-32     | 16-32     | 16-32     |
| Максимальна потужність, кВт       | 66  | 63        | 63        | 63        | 63        | 63        |
| Габаритні розміри, мм:            |   |           |           |           |           |           |
| довжина                           | 6192  | 14207     | 14207     | 13405     | 13156     | 10000     |
| ширина                            | 1930  | 2501      | 2501      | 2245      | 2245      | 2480      |
| висота                            | 2300-3000   | 3093      | 3003      | 3021      | 2265-2931 | 1300-1770 |
| Маса, кг                          | 17500   | 26000     | 26000     | 21600     | 21600     | 12800     |



*a*

*б*

Рисунок 3.4 – Схеми використання самохідних агрегатів для штангового кріплення гірничих виробок:  
*a* – установка анкерів; *б* – зтягування покрівлі металевою сіткою

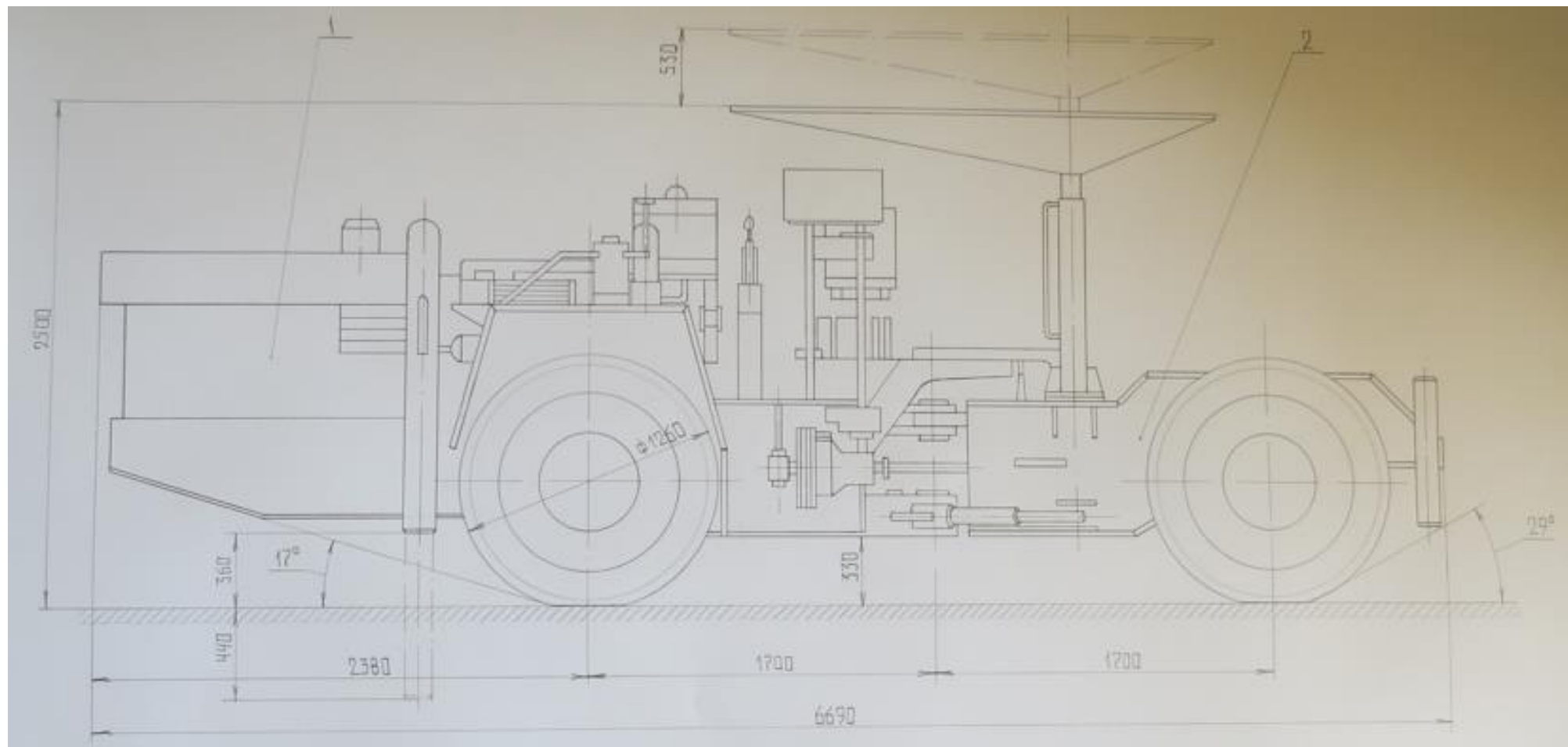


Рисунок 4.2 – Шасі кріпильних агрегатів АКБ-8 та АКП-8: 1 – тягач; 2 - напівпричіп