

## РЕФЕРАТ

Дипломний проект містить: 80 стор., 5 рис., 16 таблиць, 100 формул, 4 аркуші графічної частини.

Об'єкт проектування: гірничі роботи рудника № 8 ДП "Артемсіль".

Ціль дипломного проектування – розробка заходів щодо відробки виймальної ділянки Брянцевського пласта.

Методи – розрахунок, техніко-економічне обґрунтування.

У дипломному проекті описана геологічна будова шахтного поля, розраховані запаси солі, визначені виробнича потужність і режим роботи рудника. Вирішені питання підготовки пласту і вибору системи розробки, а також механізації очисних і підготовчих робіт. В якості підготовки залишено прийняту на руднику панельну підготовку. В якості системи розробки вибрана камерна система розробки високими камера з розташуванням очисних камер по простяганню пласта.

Для механізації очисних робіт прийняті прохідницько-очисні комбайни "Урал-10КСА" та "Урал-20КСА", що працюють в комплексі з бункер-перевантажувачами БП-3А та самохідними вагонами типу 5ВС-15М. Оформлення верхніх підсічок камер здійснюється комбайном 4ПП-2М. Проходка горизонтальних і похилих гірничих виробок передбачається за допомогою комбайнів типу "Урал-20КСА", що працюють в комплексі з бункер-перевантажувачами типу БП-3А і самохідними вагонами типу 5ВС-15М.

Провітрювання тупикових забоїв виробок передбачено за допомогою вентиляторів місцевого провітрювання типу ВМ-6.

В спеціальній частині вирішені питання, пов'язані з розробкою заходів щодо боротьби з пилом у виробках видобувної ділянки. Запропоновано наступні заходи: зрошення водою при комбайновому вийманні в місцях пересипу з комбайну в бункер-перевантажувач і в самохідний вагон, пилопридушення паром низьких температур в робочій зоні виконавчого органу комбайна, на пересипах запропоновано застосування рециркуляційних пиловідсмоктувачів.

Результати виконаної роботи рекомендуються до використання технічним, технологічним і економічним службам рудника № 8 при розробці програми розвитку гірничих робіт та складанні бізнес-планів.

**РУДНИК, РОЗКРИТТЯ, СИСТЕМА РОЗРОБКИ, МЕХАНІЗАЦІЯ, ТРАНСПОРТ, БОРОТЬБА З ПИЛОМ, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ.**

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
1 ГЕОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	7
1.1 Геологія родовища.....	7
1.1.1 Загальні відомості про рудник.....	7
1.1.2 Геологічна будова шахтного поля.....	7
1.2 Границі і запаси шахтного поля.....	11
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	20
2.1 Розробка основних напрямків проекту.....	20
2.2 Технологічні схеми ведення очисних робіт, виробнича потужність рудника і режим його роботи.....	21
2.3 Розкриття, підготовка і система розробки проектуємих ділянок.....	22
2.3.1 Підготовка і система розробки.....	22
2.3.2 Розкриття шахтного поля.....	32
2.3.3 Капітальні гірничі виробки.....	32
2.4 Паспорта ведення гірничих робіт, проведення та кріплення підземних виробок.....	33
2.4.1 Паспорт ведення гірничих робіт дільниці.....	33
2.4.2 Підготовчі роботи.....	44
2.4.3 Транспортування солі.....	52
2.4.4 Провітрювання дільниці.....	55
2.4.5 Енергопостачання дільниці.....	61
2.5 Охорона праці.....	63
2.6 Спеціальна частина проекту.....	65
ВИСНОВКИ.....	77
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	78

## ВСТУП

У задачі соляної промисловості входять як видобуток солі, так і її подальша обробка. Для виконання цієї задачі і досягнення показових результатів, соляна промисловість зосереджує свої зусилля в головних напрямках:

- удосконалення існуючої системи розробки і технології машинної виїмки, що дає можливість більш повно використовувати запаси кам'яної солі;
- значному збільшенні продуктивності праці на основі широкого упровадження у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивних технологій, передового досвіду наукової організації і максимального використання ресурсів.

Даним проектом передбачена підготовка та відробка панелі № 11. Проектовані ділянки розташовані в межах гірничого відводу рудника № 8.

В проекті вирішені питання щодо визначення балансових запасів корисних копалин, загальнорудничні і експлуатаційні втрати по виїмкових одиницях (панелях) і ділянкам в цілому, підготовки панелей до відпрацювання, технології очисної виїмки камер, транспорту солі, вентиляції гірничих виробок, електропостачання, освітлення, зв'язку, сигналізації проєктованих об'єктів, а також передбачені необхідні заходи з охорони праці, протипожежного і протиаварійного захисту, охорони надр.

Проект розроблено відповідно до діючих норм і правил і передбачає вибухопожежну безпеку при дотриманні установлених правил безпеки, а також заходи з охорони праці, надр і раціонального використання електроенергії.

Дійсний дипломний проект, метою якого є відробка виймальної ділянки Брянцевського пласта рудника № 8, виконаний на основі реальних гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов. Обсяг розв'язуваних у проекті задач відповідає вимогам виданого завдання.

# 1 ГЕОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

## 1.1 Геологія родовища

### 1.1.1 Загальні відомості про рудник

Адміністративно Артемівське родовище знаходиться у північній частині Донецької області, в 10-30 км на північ від районного центру м. Бахмут. Найближчими населеними пунктами, розташованими в межах родовища та поблизу (до 10 км) є наступні: м. Бахмут, м. Соледар, селище Парасковіївка, села Благодатне, Покровське, Михайлівське, Кузьминівка, Берхівка, Бахмутське та ін.

Район родовища пересічений густою мережею залізничних і шосейних доріг, основне значення з яких має ділянка залізниці Артемівськ – Сіверськ (колишня ділянка магістральної залізниці Москва-Кавказ), а також залізниця місцевого значення Артемівськ-Попасна.

Проммайданчик рудника пов'язаний із залізничною магістраллю під'їзними шляхами із залізничною станцією Шевченко, а також має примикання до залізничних колій (474 км) перегону ст. Сіль - ст. Шевченко Донецької залізниці.

Джерелом електроенергії є підстанція Донецької залізниці 110/10 кВ «Шевченко», яка розташована на відстані 0,2 км від рудника.

Основними джерелами водопостачання району є канал Сіверський Донець і підземні води крейдо-мергельного водоносного горизонту.

### 1.1.2 Геологічна будова шахтного поля

#### 1.1.2.1 Стратиграфія і літологія

В геологічній будові родовища кам'яної солі беруть участь породи пермської, тріасової, палеогенової, неогенової і четвертичної систем [1].

Пермська система.

Відклади пермської системи представлені нижнім відділом і складені породами картамишської, микитівської, слов'янської й краматорської світ, що відносяться до ассельського ярусу Пермі Руської платформи.

Картамишська світа -  $P_{1kr}$  (світа мідистих пісковиків) представлена головним чином строкатокольоровими аргілітами, алевролітами, пісковиками, з окремими малопотужними прошарками карбонатних порід (доломітів і доломітизованих вапняків), серед яких виділяють маркіруючі горизонти  $Q_1-Q_{12}$ . Верхня границя світи проходить по підшві карбонатного горизонту  $R_1$ , нижня - по підшві  $Q_1$ . Потужність повного розрізу світи в районі досягає 1025 м.

Микитівська світа -  $P_{1mk}$ . Відклади микитівської світи згідно залягають на відкладах картамишської світи й представлені сірими, жовтувато-бурими аргілітами, алевролітами, у меншій мері - пісковиками й карбонатними породами (доломітами й доломітизованими вапняками). Виділено наступні маркуючі горизонти:  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  і  $R_4$ .

Верхня границя світи проходить по підшві доломіту  $S_1$  або по покрівлі досить потужної (15-20 м) пачки піщано-глинистих порід (при відсутності до-

ломіту), що мають відмінність по кольорах і складу від вищезалігаючих слов'янських аргілітів. Потужність розрізу коливається від 15 м до 250 м.

Слов'янська світа -  $P_{1sr}$ . Виходи порід світи на поверхню відомі на бортах Бахмутської котловини, а також на окремих підняттях усередині цієї структури. Відклади світи представлені комплексом ритмічно переверстованих різновидів аридних відкладів: пластів кам'яної солі, ангідритів (гіпсів), карбонатів (вапняків і доломітів), аргілітів і алевролітів. Основними породами світи є галогенні відклади; карбонатні й теригенні утворення, які мають різко підлегле значення, часто виклинюються або фаціально заміщуються. Маркіруючими горизонтами світи є фауністично охарактеризовані карбонатні горизонти, що індексуються як  $S_1$ ,  $S_1^1$ ,  $S_2$ ,  $S_2^1$ ,  $S_3$  і  $S_4$ .

Тріасова система.

Тріасова система представлена нижньотріасовими відкладами дронівської світи  $T_{1dr}$  які залягають з перервою на різних горизонтах нижньої Пермі. Складена вона переважно континентальними червоноколірними й блакитнувато-сірими пісковиками, алевролітами й аргілітами. На сході й на півдні району в її складі значну роль грають конгломерати. Потужність дронівської світи 200-460 м.

Палеогенова система.

Відклади палеогену залягають на різних горизонтах палеозою й мезозою. Вони представлені київською (пісковики, глини, глауконітові піски), межигорською (глауконітові піски, глини), берекцькою (піски, глини) світами. Потужність палеогену до 100 м.

Неогенова система.

Відклади неогену представлені новопетрівською світою - товщами строкатих і червоно-бурих глин та кварцовими пісками загальною потужністю до 30 м.

Четвертинна система.

Відклади четвертинної системи представлені товщею лесовидних суглинків, супісків, алювіальними відкладами долин рік і балок. Потужність відкладів змінюється від 5 до 40 м.

### 1.1.2.2 Тектоніка

Артемівське родовище залягає в контурі однієї з основних тектонічних структур північно-західної окраїни Донбасу перехідної зони від Дніпровсько-Донецької западини до Донецької складчастої споруди – Бахмутської котловини.

У тектонічному відношенні це складно побудована синклінальна структура 1-го порядку, що складається з ряду широких синклінальних і більш вузьких антиклінальних структур 2-го порядку.

Східний борт структури утворює Алмазно-Мар'ївська синкліналь, південний - майже прямолінійний й відповідає північним крилам Головної й Дружківсько-Костянтинівської антикліналей. На північно-заході Бахмутська котловина умовно обмежена двома збіжними під гострим кутом рядами купольних структур, розташованих у першому ряді на південному піднятому крилі регіонального Північно-Донецького насування по лінії Лисичанськ - Червоний Оскол і в другому - по лінії Курулька-Петрівське. Всі складки й розриви, які обмежені цими основними

лініями, є внутрішніми структурами Бахмутської котловини, її складовими частинами. Серед великих внутрішніх структур виділяються три синклінали (з півночі на південь): Білогорівська, Камишуватсько-Лиманська й Краматорсько-Часовоярська, що мають західно-північно-західне простягання. Вони розділені двома внутрішніми рядами антиклінальних підняттяв того ж напрямку (Дробішевсько-Співаковським і Артемівсько-Слов'янським, до останнього відноситься Артемівське родовище кам'яної солі) і зовнішніми бортовими антиклінальними рядами (північна антиклінальна зона Лисичансько-Червонооскольська й південна - Головна антикліналь і її північно-західне продовження), що обмежують Бахмутську котловину. Всі антиклінальні зони мають складну будову. Кожна з них представляє ланцюжок кулісо подібних зчленованих брахіантикліналей. Синклінальні зони побудовані значно простіше: їхнє розмежування на брахіструктури внаслідок ондуляції осей не отримало настільки широкого розвитку, як в антиклінальних зонах.

### 1.1.2.3 Соленосність

У розрізі продуктивної слов'янської світи Бахмутської котловини у тому числі й Артемівського родовища, виділяються 5 періодів соленакопичення, які відповідають назвам пластів солі або їхніх груп (знизу догори): Карфагенський, Підбрянцівський, Брянцівський, Надбрянцівський і Красносільський. У будові ритмів беруть участь також пласти гіпсів і ангідритів, у меншій мірі аргіліти, алевроліти, вапняки й доломіти — маркіруючі горизонти світи  $S_1$ ,  $S_1^1$ ,  $S_2^1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ , доломіти  $S_4$  і  $S_4^2$ - супутники  $S_4$ .

Між перерахованими вище маркіруючими горизонтами залягають промислові пласти кам'яної солі.

Нижче карбонатного горизонту  $S_2$  залягає 7-8 пластів кам'яної солі, які носять загальну назву Карфагенські і є об'єктом експлуатації на Ново-Карфагенському родовищі.

У покрівлі  $S_2$  залягає Підбрянцівський пласт.

Четвертий («семиметровий») і третій («одинадцятиметровий») пласти кам'яної солі розділяються карбонатним горизонтом  $S_2^1$ .

Брянцівський пласт кам'яної солі розташований у покрівлі  $S_3$ , Надбрянцівський пласт - у підшві карбонатного горизонту  $S_4$ , у його покрівлі - Красносільські пласти.

Красносільський та Брянцівський пласти кам'яної солі незначно зменшуються в потужності із заходу на схід. Лише поблизу виходу під постнижньопермські породи відбувається їхнє виклинцювання (повне вилуговування). Спочатку вилуговуються із західної частини родовища Красносільські та Надбрянцівський пласти, на схід - у центральній частині - Брянцівський пласт, ще на схід - III, IV, і, нарешті, Підбрянцівський пласт (південно-східна границя родовища).

Різде зменшення потужності соляних пластів (до вклинювання) пов'язане із процесами давнього вилуговування кам'яної солі, що простежується у вигляді лінійних зон, орієнтованих субмеридіонально.

Під зоною древнього вилуговування соляних пластів приймається крайова частина пласту кам'яної солі, у межах якої відбувається різке зменшення його потужності до нуля.

#### 1.1.2.4 Якість солі

Основним продуктом видобутку є сіль кухонна, харчова (хлорид натрію) ДСТУ 3583:2015 "Сіль кухонна. Загальні технічні вимоги".

Іонний та хімічний склад солі представлений в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Іонний та хімічний склад солі

Іоний склад, %		Солевий склад, %	
Ca <sup>2-</sup>	0,340	CaSO <sub>4</sub>	0,966
Mg <sup>2-</sup>	0,006	CaCl <sub>2</sub>	0,154
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,682	MgSO <sub>4</sub>	---
Na <sup>+</sup>	38,735	MgCl <sub>2</sub>	0,023
CL <sup>-</sup>	59,850	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	---
		NaCl	98,470

#### 1.1.2.5 Гідрогеологічні умови

Рудник № 8 розробляє Брянцівський пласт солі, який залягає на 46 м нижче Надбрянцівського пласта на глибині 280-290 м від поверхні (до підшови пласта). Середня потужність пласта в межах гірничого відводу рудника становить 43,2 м. Надбрянцівській пласт є верхнім шаром солі промислового призначення і відроблявся рудником № 8 до 1965 м. Потужність пласта в межах гірничого відводу складає в середньому 33,10 м. В геологічному відношенні ділянка робіт представлена породами четвертинного віку нижнього тріасу і нижньої Пермі.

Водоносними породами четвертинних відкладень є ґрунтово - галькові відкладення, які мають поширення в заплавної частині долин р. Бахмутки, які безпосереднього впливу на обводнення гірничих виробок в пластах солі не мають, але можуть мати зв'язок з водоносними горизонтами дронівської і слов'янської свит.

Водоносні горизонти дронівської світи приурочені до тріщинуватих пісковиків. Обводнені відкладення дронівської світи безпосередньої загрози для обводнення гірничих виробок не мають, тому що пласти солі відокремлені від них потужними пачками водонепроникних порід, представлених перешаровуючимися аргілітами і ангідритом. Тектонічні порушення між дронівської і слов'янської світами відсутні. На глибоких горизонтах (більше 150 м) породи слов'янської світи не зазнали істотних змін, в цій світі відсутні будь-які водоносні горизонти і гірничі виробки є сухими. Породи слов'янської світи в поверхневій зоні зазнають значних змін, як в складі, так і в умовах залягання. На площі Артемівського родовища кам'яної солі вилуговування піддавалися Надбрянцівській і Брянцівський пласти солі. Надбрянцівській пласт, залягаючи на незначних глибинах поза зоною

активного водообміну, торкнуться вилуговуванням за межами Артемівського родовища.

Зони вилуговування Брянцівського і Підбрянцівського пластів не становлять небезпеки для підземних розробок рудника № 8, так як віддалені від них на значну відстань.

### 1.1.2.6 Гірничо-геологічні умови

Видобуваема корисна копалина (кам'яна сіль) – незгораюча, пил не вибухо-небезпечний, тому рудник № 8 відноситься до категорії безпечних щодо газу і пилу гірничим підприємствам.

За час існування рудника не спостерігалось випадків виділення метану, водню, сірководню та інших газів.

Температура навколишніх порід на проектованій глибині не перевищує + 14-18 °С.

У покрівлі та ґрунті Брянцевського пласта відзначаються включення ангідриту темно-сірого кольору, потужністю 0,9-1,9 м.

За ступенем впливу на організм людини соляна пил (аерозоль) є помірно небезпечною речовиною і відноситься до 3-го класу небезпеки за ДСТУ 12.1.005-88 (п. 775).

Харчова кухонна сіль не токсична, пожежо - і вибухобезпечна.

## 1.2 Границі і запаси шахтного поля

Межі панелі № 11.

Проектована панель № 11 прийнята справжнім проектом до відпрацювання з урахуванням закінчення відпрацювання панелі № 10, існуючого розвитку транспортної системи рудника, схеми провітрювання гірничих виробок, а також найближчої перспективи розвитку гірничопідготовчі робіт.

Границі панелі № 11 прийняті:

- на півночі - по північній технічній границі відпрацювання шахтного поля (границя бар'єрного цілика між шахтними полями рудника № 8 та перспективної ділянки Володарська-Північна);

- на півдні - північна стіна західної розсічної виробки;

- на заході - східна стінка панельних штреків № 37/38, пройдених в панельному цілику між панелями № 10 і № 11;

- на сході - східна стінка панельних штреків № 41/42, запроектованих у панельному цілику між панелями № 11 і № 12.

Балансові запаси кам'яної солі Брянцівського пласту з урахуванням протоколу №3453 засідання колегії Державної комісії України по запасах корисних копалин при державній службі геології та надр України становлять:

А - 178215,063 т. т;

В - 333496,804 т. т;

С<sub>1</sub> - 390277,752 т. т;



$$A + B + C_1 - 901989,619 \text{ т. т.}$$

Балансові запаси кам'яної солі БП та ПБП з урахуванням протоколу №3453 засідання колегії Державної комісії України по запасах корисних копалин при державній службі геології та надр України становлять:

$$\begin{aligned} A & - 206827,341 \text{ т. т;} \\ B & - 538578,544 \text{ т. т;} \\ C_1 & - 943660,300 \text{ т. т;} \\ A + B + C_1 & - 1689066,185 \text{ т. т.} \end{aligned}$$

Балансові запаси панелі № 11

Згідно блокування запасів на ділянці панелі № 11 запаси розвідані по категорії А (блок 1 А) і по категорії В (блок 5В).

Площа проекрованої панелі № 11 визначена за формулою

$$S_{пан} = L_{cp} \cdot A = 1285,11 \cdot 212,0 = 272443,32 \text{ м}^2, \quad (1.1)$$

де  $L_{cp} = 1285,11 \text{ м}$  - середня довжина панелі (по простяганню пласта);

$A = 212,0 \text{ м}$  - ширина панелі (по падінню пласта).

В тому числі, площа частини блоку 1А в межах панелі № 11 становить:

$$S_{1A} = L_{cp1} \cdot A = 356,25 \cdot 212,0 = 75525,0 \text{ м}^2. \quad (1.2)$$

В тому числі, площа частини блоку 5В в межах панелі № 11 становить:

$$S_{5B} = L_{cp2} \cdot A = 928,86 \cdot 212,0 = 196918,32 \text{ м}^2. \quad (1.3)$$

Потужність Брянцевський пласта в блоці 1А становить  $m_{пл1} = 42,86 \text{ м}$ , в блоці 5В становить  $m_{пл2} = 43,21 \text{ м}$ . Питома вага кам'яної солі Брянцевський пласта дорівнює  $\gamma = 2,11 \text{ т / м}^3$  [1].

Балансові запаси панелі № 11 на підставі геологічних даних [1] визначені за формулою:

$$\begin{aligned} Q_{бал} & = [(S_{1A} \cdot m_{пл1} - W_{тр.р}) + (S_{5B} \cdot m_{пл2} - W_{свв})] \cdot \gamma_c = \\ & = [(75525,0 \cdot 42,86 - 14592,3) + (196918,32 \cdot 43,21 - 50674,87)] \cdot 2,11 = 24646013,12 \text{ т,} \quad (1.4) \end{aligned}$$

де  $W_{тр.р} = 14592,3 \text{ м}^3$  - об'єм верхньої розсічної виробки, головного конвеєрного штреку і частини збійки №1 пройдених раніше в межах панелі № 11 (блок 1 А);

$W_{свв} = 50674,87 \text{ м}^3$  - обсяг північних спарених флангових вентиляційних виробок, нижньої флангової виробки і междукамерних сбоек, пройдених раніше в межах панелі № 11 (блок 5В).

За результатами експлуатаційної дорозвідки в процесі проведення гірничих виробок по гір. -208 м і гір. – 243 м середня потужність Брянцевського пласта в межах проєктованої панелі № 11 склала 44,0 м.

Уточнені балансові запаси панелі № 11 визначено по формулі

$$Q_{бал} = [(S_{1A} \cdot m_y - W_{mp,p}) + (S_{5B} \cdot m_y - W_{свв})] \cdot \gamma_c =$$

$$= [(75525,0 \cdot 44,0 - 14592,3) + (196918,32 \cdot 44,0 - 50674,87)] \cdot 2,11 = 25155924,1 \text{ т. (1.5)}$$

Результати підрахунку балансових запасів кам'яної солі в межах панелі № 11 по Брянцевський пласту наведені в табл. 1.2.

Класифікація втрат кам'яної солі.

Класифікація втрат кам'яної солі прийнята відповідно до «Інструкції по визначенню і обліку втрат кам'яної солі при видобутку підземним способом на рудниках ДП «Артемсіль» [3].

Всі втрати кам'яної солі діляться на два класи: загальнорудникові (1 клас) і експлуатаційні (2 клас). Вони обчислюються у вагових одиницях (т) і в процентах (%) від балансових запасів виїмкової ділянки (ділянки панелі № 11).

До загальнорудникових втрат на ділянці панелі № 11 віднесені балансові запаси:

- в панельних ціликах;
- в міжкамерних ціликах;
- у західних розсічних виробок;
- у північних флангових виробок.

До експлуатаційних втрат віднесені втрати кам'яної солі в масиві (1 група) і втрат відбитої солі (2 група).

До експлуатаційних втрат в масиві в межах панелі № 11 віднесені балансові запаси:

- в цілику між напівпанелями № 11/1 і 11/2;
- в цілику в покрівлі та ґрунті камер за рахунок неповноти виїмки пласта;
- в нерівностях в горловинах, стелинах, підшві і на стінках камер за межами проєктного контуру камер.

До втрат відбитої кам'яної солі віднесені:

- втрати відбитої солі на ґрунті очисних камер;
- втрати в місцях навантаження, розвантаження відбитої кам'яної солі і при її транспортуванні.

Втрати кам'яної солі в панелі № 11

Загальнорудникові втрати

Втрати кам'яної солі в панельних ціликах

Таблиця 1.2 - Балансові запаси проектованої панелі № 11

Найменування проектованої ділянки	Найменування відпрацьовується пласта	Найменування геологічного блоку	Площа блоку, м <sup>2</sup>	Потужність пласта в блоці, м	об'ємна маса кам'яної солі, т / м <sup>3</sup>	Балансові запаси, ти ст		Балансові запаси за вирахуванням витягнутих, ти ст	уточнена потужність пласта, м	балансові запаси підлягають відпрацювання в межах панелі №11, ти ст
						всього	витягнуті			
Панель № 11	Брянцевський пласт	1А	75525,0	42,86	2,11	6830,073	30,790	6799,283	44,0	6980,951
		5В	196918,32	43,21	2,11	17953,654	106,924	17846,730	44,0	18174,973
		Разом	272443,32				24783,727	137,714	24646,013	

В межах проекрованої панелі № 11 розташована половина панельного цілика між панеллю № 10 - № 11 і частина панельного цілика між панелями № 11 № 12 (шириною 26,0 м).

Ширина панельного цілика між панелями № 10 - № 11 дорівнює 46,0 м.

Втрати кам'яної солі в панельному цілику між панелями № 10 -№ 11 визначено за формулою:

$$P_1 = (a_1 \cdot L_1 \cdot m_y - W_1) \cdot \gamma_c = (20,0 \cdot 1237,3 \cdot 44,0 - 7725,1) \cdot 2,11 = 2281118,68 \text{ т}, \quad (1.6)$$

де  $a_1 = 20,0$  м - ширина частини панельного цілика в межах панелі № 11;

$L_1 = 1237,3$  м - довжина цілика в межах панелі № 11;

$W_1 = 7725,1$  м<sup>3</sup> - обсяг гірничих виробок, пройдених в частині панельного цілика в межах панелі № 11;

$m_y = 44,0$  м - потужність Брянцевського пласта.

Втрати кам'яної солі в половині панельному цілику між панелями № 11 № 12 визначено по формулі:

$$P_2 = (a_2 \cdot L_2 \cdot m_y - W_2) \cdot \gamma_c = (26,0 \cdot 1216,79 \cdot 44,0 - 62630,87) \cdot 2,11 = 2804985,24 \text{ т}, \quad (1.7)$$

де  $a_2 = 26,0$  м - ширина частини панельного цілика в межах панелі № 11;

$L_2 = 1216,79$  м - довжина панельного цілика в межах панелі № 11;

$W_2 = 62630,87$  м<sup>3</sup> - обсяг гірничих виробок, пройдених в частині панельного цілика в межах панелі № 11.

Втрати кам'яної солі в панельних цілинах складуть:

$$P_{\text{цц}} = P_1 + P_2 = 2281118,68 + 2804985,24 = 5086103,92 \text{ т}. \quad (1.8)$$

Втрати кам'яної солі в міжкамерних ціликах:

Втрати кам'яної солі в міжкамерних ціликах панелі № 11 дорівнюють сумі втрат кам'яної солі в міжкамерних ціликах напівпанелей № 11/1 та напівпанелей № 11/2.

Втрати кам'яної солі в междукамерних цілинах напівпанелей № 11/1 визначено за формулою:

$$P_3 = (\sum L_3 \cdot a_3 \cdot m_y - W_3) \cdot \gamma_c = (1530,6 \cdot 34,0 \cdot 44,0 - 7439,46) \cdot 2,11 = 4815733,5 \text{ т}, \quad (1.9)$$

де  $\sum L_3 = 1530,6$  м - сумарна довжина міжкамерних ціликів напівпанелей № 11/1;

$a_3 = 34,0$  м - ширина междукамерних ціликів панелі №11;

$W_3 = 7439,46$  м<sup>3</sup> - обсяг міжкамерних збійок, пройдених в ціликах.

Втрати кам'яної солі в міжкамерних ціликах напівпанелей № 11/2 визначено за формулою:

$$P_4 = (\sum L_4 \cdot a_4 \cdot m_y - W_4) \cdot \gamma_c = (2044,45 \cdot 34,0 \cdot 44,0 - 4898,86) \cdot 2,11 = 6443092,5 \text{ т, (1.10)}$$

де  $\sum L_4 = 2044,45$  м - сумарна довжина междукамерних ціликів напівпанелей № 11/2;

$a_3 = 34,0$  м - ширина міжкамерних ціликів панелі № 11;

$W_3 = 4898,86 \text{ м}^3$  - обсяг міжкамерної збійки № 3, пройденої в ціликах.

Втрати кам'яної солі в міжкамерних ціликах панелі № 11 складуть:

$$P_{\text{мкц}} = P_3 + P_4 = 4815733,5 + 6443092,5 = 11258826,0 \text{ т. (1.11)}$$

Втрати кам'яної солі в цілику у західних розсічних виробок.

Згідно з пунктом 3.2.5. «Методичних вказівок ...» [4] при ширині гирла камери (горловини) не більше 6,0 м між стінкою розсічних виробок і торцями очисних камер залишається запобіжний цілик кам'яної солі шириною 15,0 м. Загальна ширина цілика у розсічних виробок в межах панелі № 11 (напівпанелей № 11/1) з урахуванням ширини головного конвеєрного штреку і ширини цілика між розсічних складе 26,1 м.

Втрати кам'яної солі в цілику у західних розсічних виробок визначені по формулі:

$$P_5 = (a_5 \cdot L_5 \cdot m_y - W_5) \cdot \gamma_c = (26,1 \cdot 228,3 \cdot 44,0 - 14904,01) \cdot 2,11 = 521751,75 \text{ т, (1.12)}$$

де  $a_5 = 26,1$  м - ширина цілика в межах панелі № 11;

$L_5 = 228,3$  м - довжина цілика в межах панелі № 11;

$W_5 = 14904,01 \text{ м}^3$  - обсяг гірничих виробок, пройдених в цілику.

Втрати кам'яної солі в цілику у північних флангових виробок.

Згідно з пунктом 3.2.5. «Методичних вказівок ...» [4] між північними торцями очисних камер і найближчою стінкою північної флангової виробки залишається запобіжний цілик кам'яної солі шириною 15,0 м. Ширина цілику у північних флангових виробок проектом прийнята рівною 27,5 м з розрахунку ширини спарених північних вентиляційних виробок 4,4 і 6,1 м, цілику між ними шириною 2,0 м і запобіжного цілика між стінкою крайньої виробки і торцями очисних камер - 15,0 м.

Втрати кам'яної солі в цілику у північних флангових виробок визначені за формулою:

$$P_6 = (a_6 \cdot L_6 \cdot m_y - W_6) \cdot \gamma_c = (27,5 \cdot 237,8 \cdot 44,0 - 19318,23) \cdot 2,11 = 566365,7 \text{ т, (1.13)}$$

де  $a_6 = 27,5$  м - ширина цілика в межах панелі № 11;

$L_6 = 237,8$  м - довжина цілика в межах панелі № 11;

$W_6 = 19318,23 \text{ м}^3$  - обсяг гірничих виробок, пройдених в цілику.

Загальнорудникові втрати кам'яної солі в панелі № 11 складуть

$$\begin{aligned}
 P_{\text{общ}} &= P_{\text{щ}} + P_{\text{мкц}} + P_5 + P_6 = \\
 &= 5086103,92 + 11258826,0 + 521751,75 + 566365,7 = 17433047,37 \text{ т.} \quad (1.14)
 \end{aligned}$$

Експлуатаційні втрати

Втрати кам'яної солі в цілику між напівпанелями

Втрати кам'яної солі в цілику між напівпанелями № 11/1 та №11 / 2 визначені за формулою:

$$P_7 = (a_7 \cdot L_7 \cdot m_{\text{пл}} - W_7) \cdot \gamma_c = (26,1 \cdot 178,76 \cdot 44,0 - 20541,19) \cdot 2,11 = 389815,74 \text{ т,} \quad (1.15)$$

де  $a_7 = 26,1$  м - ширина цілика в межах панелі № 11;

$L_7 = 178,76$  м - довжина цілика в межах панелі № 11;

$W_7 = 20541,19$  м<sup>3</sup> - обсяг гірничих виробок, пройдених в цілині.

Втрати кам'яної солі в покрівлі та ґрунті камер за рахунок неповноти виїмки пласта

Відповідно до вимог «Методичних вказівок з розрахунку параметрів системи розробки свити пластів кам'яної солі Артемівського родовища» [4] і «Додатків ...» [20] до них в ґрунті камер з боку повстання пласта проектом залишається пачка солі потужністю 3,0 м. Середня потужність пачки солі в ґрунті камер, з урахуванням кута падіння, приймається рівною 3,4 м.

Потужність цілику кам'яної солі, що залишається в покрівлі камер поперечно для розрахунків, проектом прийнята згідно з додатком I [20] рівна 4,8 м.

Потужність кам'яної солі в покрівлі очисних камер панелі № 11 уточнюється за результатами кернавого буріння і приймається відповідно до рекомендацій УкрНПСоль.

Втрати кам'яної солі в покрівлі та ґрунті пласта очисних камер напівпанелей № 11/1 визначено за формулою:

$$P_8 = \sum L_8 \cdot a_8 \cdot (h_{\text{кр}} + h_{\text{ноч}}) \cdot \gamma_c = 2040,8 \cdot 16 \cdot (4,8 + 3,4) \cdot 2,11 = 564958,75 \text{ т,} \quad (1.16)$$

де  $\sum L_8 = 2040,8$  м - сумарна довжина очисних камер напівпанелей № 11/1;

$a_8 = 16,0$  м - ширина очисних камер панелі №11;

$h_{\text{кр}} = 4,8$  м - потужність запобіжного цілика в покрівлі очисних камер;

$h_{\text{ноч}} = 3,4$  м - потужність запобіжного цілика в ґрунті очисних камер.

Втрати кам'яної солі в покрівлі та ґрунті пласта очисних камер напівпанелі № 11/2 визначено за формулою:

$$P_9 = \sum L_9 \cdot a_9 \cdot (h_{\text{кр}} + h_{\text{ноч}}) \cdot \gamma_c = 2751,4 \cdot 16,0 \cdot (4,8 + 3,4) \cdot 2,11 = 761675,56 \text{ т,} \quad (1.17)$$

де  $L_9 = 2751,4$  м-сумарна довжина очисних камер напівпанелей № 11/2;

$a_9 = 16,0$  м - ширина очисних камер панелі № 11.

Втрати кам'яної солі в покрівлі та ґрунті розрізної збійки (збійка № 4) напівпанелей № 11/2 визначено за формулою:

$$P_{10} = L_{10} \cdot a_{10} \cdot (h_{кр} + h_{поч}) \cdot \gamma_c = 109,86 \cdot 6,1 \cdot (4,8 + 3,4) \cdot 2,11 = 11594,87 \text{ т}, \quad (1.18)$$

де  $L_{10} = 109,86$  м - довжина розрізної збійки (збійка № 4) в межах міжкамерних ціликів напівпанелей № 11/2;

$A_{10} = 6,1$  м - ширина розрізної збійки (збійка № 4).

Всього втрати кам'яної солі в покрівлі та ґрунті очисних камер панелі №11 складуть:

$$P_{кп} = P_8 + P_9 + P_{10} = 564958,75 + 761675,56 + 11594,87 = 1338229,18 \text{ т}. \quad (1.19)$$

Запаси кам'яної солі панелі № 11. Коефіцієнт вилучення солі.

Запаси кам'яної солі панелі № 11 складуть

$$Q_{изв} = Q_{бал} - P = 25155924,1 - 19237082,45 = 5918841,65 \text{ т}. \quad (1.20)$$

Коефіцієнт вилучення кам'яної солі по панелі № 11 дорівнює:

$$K_{изв} = Q_{изв} / Q_{бал} = 5918841,65 / 25155924,1 = 0,2353. \quad (1.21)$$

Балансові запаси, общеруднічні і експлуатаційні втрати, запаси панелі № 11 наведені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Балансові запаси, загальнорудникові і експлуатаційні втрати, запаси кам'яної солі панелі № 11

Найменування запасів і втрат кам'яної солі		Панель № 11
1		2
Балансові запаси	тис.т	25155,924
	%	100
Загальнорудникові втрати:		
У панельних ціликах	тис.т	5086,104
	%	20,22
У міжкамерних ціликах	тис.т	11258,826
	%	44,76
У ціликах у західних розсічних виробок	тис.т	521,752
	%	2,07
У ціликах у північних флангових вентиляційних виробок	тис.т	566,366
	%	2,25
Разом загальнорудникові втрати	тис.т	17433,047
	%	69,30
Експлуатаційні втрати:		
У цілику між напівпанелями № 11/1 та №11 / 2	тис.т	389,816
	%	1,55
У ціликах покрівлі і ґрунту очисних камер	тис.т	1338,229
	%	5,32
На стінах очисних камер і в нерівностях	тис.т	64,129
	%	0,25
Втрати відбитої кам'яної солі	тис.т	11,861
	%	0,05
Разом експлуатаційні втрати	тис.т	1804,035
	%	7,17
Всього загальнорудникові і експлуатаційні втрати	тис.т	19237,082
	%	76,47
Запаси	тис.т	5918,842
	%	23,53



## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 2.1 Розробка основних напрямків проекту

Для розробки основних напрямків проекту оцінимо динаміку роботи підприємства за останні роки (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Основні техніко-економічні показники роботи рудника № 8 за 2019-2020 роки.

№	Показник	Од. вимір.	Значення		
			2019 р.	2020 р.	%
1	Виробництво солі	тис.т	650	670	103,1
2	Середня заробітна платня працівника	грн/міс	8436,5	12109,6	143,5
3	Середня заробітна платня ПВП	грн/міс	8642,3	12484,2	144,5
4	Чисельність працівників	чол.	654	660	100,9
5	Чисельність ПВП	чол.	639	640	100,2
6	Рентабельність продукції	%	44,9	44,1	98,2
7	Собівартість солі	грн/т	588,6	602,4	102,3
8	Ціна реалізуємої солі	грн/т	1205,6	1356,4	112,5

В дійсний час в роботі знаходиться пласт Брянцевський.

Схема підготовки ділянок – панельна, система розробки – камерна система розробки високими камерами з розташуванням очисних камер по простяганню Брянцевського пласта.

Гірничопідготовчі виробки проходяться в масиві Брянцевського пласта кам'яної солі комбайновим способом без кріплення виробок. Стійкість і пластичність кам'яної солі забезпечують тривале збереження і стійкість гірничих виробок.

Проходка горизонтальних і похилих гірничих виробок здійснюється за допомогою комбайнів типу «Урал-20КСА», що працюють в комплексі з бункер-перевантажувачами типу БП-14А і самохідними вагонами типу 5ВС-15М. Також допускається проходка гірничопідготовчих виробок комбайнами типу «Урал-10КСА», а також розширення виробок комбайном типу 4ПП-2М в контурі виробок.

Провітрювання тупикових забоїв гірничих виробок здійснюється за допомогою вентилятора місцевого провітрювання типу ВМЕУ-6.

Для перепуску видобутої солі на відкатний горизонт застосовуються солеспуски діаметром 500 мм, що буряться буровою машиною типу БГА-2М. Також цією машиною буряться вентиляційні та технологічні свердловини.

Як видно з табл. 2.1, підприємство розпочало поступово збільшувати виробничу потужність (з 2019 року збільшило видобуток солі на 3 %). Це пов'язано з розширенням ринків збуту продукції. Також з табл. 2.1 видно, що практично всі техніко-економічні показники перевищують показники попереднього року.

На основі аналізу технології ведення гірничих робіт та вищесказаного можна визначити наступні задачі проекту:

- збільшити річну виробничу потужність рудника;
- розрахувати кількість камер, необхідних для забезпечення виробничої потужності;
- вибрати раціональну систему розробки;
- замінити деяке застаріле очисне, прохідницьке, транспортне та вентиляційне устаткування на більш прогресивне і продуктивне;
- вдосконалити технологію розробки кам'яної солі.

## **2.2 Технологічні схеми ведення очисних робіт, виробнича потужність рудника і режим його роботи**

### **2.2.1 Вибір і обґрунтування технологічних схем ведення очисних робіт і очисного устаткування**

Проходка горизонтальних і похилих гірничих виробок передбачається за допомогою комбайнів типу «Урал-20КСА», що працюють в комплексі з бункер-перевантажувачами типу БП-3А і самохідними вагонами типу 5ВС-15М. Проектом допускається проходка гірничопідготовчих виробок комбайнами типу «Урал-10КСА», а також розширення виробок комбайном типу 4ПП-2М в контурі проектного перерізу виробок.

Провітрювання тупикового забою гірничої виробки передбачено за допомогою вентилятора місцевого провітрювання типу ВМЕУ-6.

Для перепуску видобутої солі на відкатний горизонт передбачаються солеспуски діаметром 500 мм, що буряться буровою машиною типу БГА-2М. Також цією машиною буряться вентиляційні та технологічні свердловини. Солеспуски і свердловини захищаються за місцем.

### **2.2.2 Виробнича потужність і режим роботи рудника**

Виробнича потужність рудника № 8 при відпрацюванні проектової панелі № 11 прийнята в обсязі 1,0 млн. т на рік.

Режим роботи рудника наступний:

- число робочих днів у році - 305;
- число робочих днів в тиждень - 6;
- число робочих змін з видобутку солі на добу - 2;
- тривалість зміни - 6 ч.

Перерва між I і II, II і III змінами проектом передбачено 1 годину. Для огляду стволів перерву між III і I змінами передбачено 4 години. Ремонтна зміна - III.

Річний фонд роботи комбайнових комплексів з урахуванням планових ремонтів складає 275 днів [6].

Добова продуктивність рудника за проектом становить:

$$A_{\text{сум}} = \frac{1000000}{305} = 3280 \text{ т / добу.} \quad (2.1)$$

Час відпрацювання панелі № 11 при наявності видобутих запасів у кількості 5918841,65 т і прийнятої річної продуктивності 1000,0 тис. т складе

$$T = \frac{Q_{извл}}{A_{год}} = \frac{5918841,65}{1000000,0} = 5,91 \text{ року.} \quad (2.2)$$

## **2.3 Розкриття, підготовка і система розробки проектуємих ділянок до відпрацювання**

### **2.3.1 Підготовка і система розробки**

Порядок підготовки панелі № 11 до відпрацювання визначається прийнятою проектом камерною системою розробки. Схема підготовки – панельна, з розташуванням очисних камер панелі по простяганню пласта. З огляду на обмежені терміни відпрацювання очисних камер, проектом передбачено поділ проекрованої панелі № 11 на дві напівпанелі - №11 / 1 та №11 / 2.

Спочатку здійснюється підготовка до відпрацювання напівпанелі № 11/1, розташованої у західних розсічних виробок, потім напівпанелі № 11/2.

Підготовка панелі № 11 проектом передбачена шляхом проведення гірничо-підготовчих виробок по двом горизонтам: вентиляційному (гор. -208 м), відкатному (гор. -243 м).

Основні гірничо-підготовчі виробки (вентиляційні та транспортні) призначені для експлуатації як при відпрацюванні напівпанелі № 11/1, так і для експлуатації напівпанелі № 11/2, тому проходяться в початковий період. Проектом передбачена проходка проміжної збійки № 2 (гор. -224 м) для поліпшення провітрювання очисних камер напівпанелі № 11/2.

Проектом передбачається проходка наступних гірничо-підготовчих виробок на горизонті -243 м:

- панельного конвеєрного штреку № 41/42;
- переїзду через головний конвеєрний штрек;
- міждукамерних транспортних збіжок № 0, 1, 2, 3, 4 (на перспективну ділянку панелі № 12 з метою експлуатаційної дорозвідки);
- нижньої флангової виробки.

Обсяг гірничо-підготовчих робіт по гор. -243 м для панелі № 11 наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Обсяги гірничопрохідницьких робіт по гор. -243 м для панелі № 11

Найменування гірничих виробок	Коефіцієнт фор- теці солі по Про- тодіякову	довжина, м	Перетин, м <sup>2</sup>		Обсяг, м <sup>3</sup>		Примітка
			в світлі	в проходці	в світлі	в проходці	
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Панельний конвеєрний штрек №41 / 42	3	1216,9	23,1	23,1	28110,4	28110,4	
2. Переїзд через головний конвеєрний штрек	3	10,5	перем.	перем.	250,0	250,0	
3. міждукамерна транспортна збійка № 0	3	468,3	23,1	23,1	10817,7	10817,7	
4. міждукамерна транспортна збійка № 1	3	228,3	23,1	23,1	5273,7	5273,7	
5. міждукамерна транспортна збійка № 2	3	218,3	23,1	23,1	5042,7	5042,7	
6. міждукамерна транспортна збійка №3	3	228,3	23,1	23,1	5273,7	5273,7	
7. міждукамерна транспортна збійка №4	3	231,3	23,1	23,1	5343,0	5343,0	
8. Нижня флангова виробка	3	235,8	23,1	23,1	5447,0	5447,0	
9. Ніші, розширення і сполучення виробок	3	перем.	перем.	перем.	1662,2	1662,2	
10. Шпури діаметром 42 мм для контролю ґрунту пласта (384 шт.)	3	1344,0*					*сумарна довжина
Разом					67220,4	67220,4	

На гор. -208 м проектом передбачається проходка наступних гірничопідготовчих виробок:

- панельного вентиляційного штреку № 41/42;
- бортових розрізних штреків камер № 38, 39, 40, 41 (до збійки № 3);
- міждукамерних вентиляційних збоєк № 1, 2, 3, 4 (на перспективну ділянку панелі № 12 з метою експлуатаційної дорозвідки);
- міждугорізонтної виробки (від транспортної збійки № 0 гір. -243 м до панельного вентиляційного штреку № 37/38 гір. -208 м);
- проміжної збійки № 2 (гір. -224 м).

Обсяг гірничопідготовчих робіт по гір. -208 м для панелі № 11 наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Обсяги гірничопрохідницьких робіт по гір. -208 м для панелі № 11

Найменування гірничих виробок	Коефіцієнт фортеці солі по Протодьяконову	довжина, м	Перетин, м <sup>2</sup>		Обсяг, м <sup>3</sup>		Примітка
			в світлі	в проходці	в світлі	в проходці	
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Панельний вентиляційний штрек №41/42	3	1223,5	23,1	23,1	28915,9*	28915,9*	*в т.ч. 653,0 м <sup>3</sup> сполучення
2. Бортовой розрізний штрек камери №38	3	663,7	10,5	10,5	10064,4*	10064,4*	*в т.ч. 3095,5 м <sup>3</sup> камера розвороту і горловина камери
3. Бортовой розрізний штрек камери №39	3	663,7	10,5	10,5	10064,4*	10064,4*	*в т.ч. 3095,5 м <sup>3</sup> камера розвороту і горловина камери
4. Бортовой розрізний штрек камери №40	3	663,7	10,5	10,5	10064,4*	10064,4	*в т.ч. 3095,5 м <sup>3</sup> камера розвороту і горловина камери
5. Бортовой розрізний штрек камери №41	3	663,7	10,5	10,5	10064,4*	10064,4*	*в т.ч. 3095,5 м <sup>3</sup> камера розвороту і горловина камери
6. Камера УРП-6	3	10,0	7,7	9,75	77,0	92,8*	*з урахуванням врубів під фундамент
7. міждукамерна вентиляційна збірка №1	3	229,3	23,1	23,1	5296,8	5296,8	
8. міждукамерна вентиляційна збірка №2	3	232,3	23,1	23,1	5366,1	5366,1	
9. міждукамерна вентиляційна збірка №3	3	231,3	23,1	23,1	5343,0	5343,0	
10. міждукамерна вентиляційна збірка №4	3	231,3	23,1	23,1	5343,0	5343,0	
11. Шпури діаметром 42 мм для контролю покриття пласта (347 шт.)	3	2082,0*					*сумарна довжина
12. Солеспуск діаметром 500,0 мм (16 шт.)	3	440,0*	0,2		88,0	88,0	*сумарна довжина
13. Свердловина для сигналізації діаметром 80,0 мм (12 шт.)	3	330,0*					*сумарна довжина

14. Свердловина діаметром 90,0 мм для відбору кернів	3	228,0 *					* сумарна довжина
15. Междугорізонтна виробка	3	520,0 *	18,3	18,3	9955,2 *	9955,2 *	* в т.ч. 439,2м3 сполучення
16. Проміжна збійка №2	3	466,2	23,1	23,1	10769,2	10769,2	
Разом					111411,8	111427,6	

Місячні темпи проходки гірничих виробок прийняті згідно СНиП 3.02.03.-84 «Підземні гірничі виробки» з урахуванням поправки на гірничотехнічні умови рудника № 8.

#### Система розробки.

Для панелі № 11 справжнім проектом прийнята камерна система розробки високими камерами з розташуванням очисних камер по простяганню Брянцевського пласта. З метою дотримання термінів відпрацювання очисних камер, що регламентуються «Методичними вказівками ...» [4], проектом передбачена розбивка панелі № 11 на дві напівпанелі (напівпанель № 11/1 та № 11/2) і послідовне незалежне їх відпрацювання.

В межах панелі № 11 передбачені міждукамерні цілики. Між панелями (проектованої № 11 і діючої № 10; панеллю № 11 і перспективної № 12) передбачено панельні цілики. Розрахунок міждукамерних і панельних ціликів, кількість камер в панелі, ширина і висота камер, потужність запобіжних ціликів в покрівлі та ґрунті камер розраховані і прийняті відповідно до «Методичних вказівок з розрахунку параметрів системи розробки свити пластів кам'яної солі Артемівського родовища» [4] і «Додатків і змін до методичних вказівок ... » [20]. Для охорони розсічних і флангових вентиляційних виробок передбачені цілики шириною 15,0 м; для охорони виїмкових виробок напівпанелей № 11/2 передбачені цілики шириною 10,0 м.

Відповідно до прийнятої схемою відпрацювання спочатку відпрацьовується напівпанель № 11/1, потім напівпанель № 11/2. Очисні камери напівпанелей відпрацьовуються пошарово зверху вниз за допомогою прохідницько-очисних комбайнів типу «Урал-10КСА» в два етапи.

Параметри системи розробки панелі № 11. Розрахунок конструктивних елементів.

При камерній системі розробки основними конструктивними елементами є панельні і міждукамерні цілики. Розрахунок панельних і міждукамерних ціликів виконаний відповідно до «Методичних вказівок з розрахунку параметрів системи розробки свити пластів кам'яної солі Артемівського родовища» [4] і «Додатків і змін до методичних вказівок ...» [20].

Розрахунок панельних ціликів.

Ширина панельного цілика між панелями № 10 і № 11 розрахована раніше і дорівнює 46,0 м і приймається дійсним проектом без змін.

Дійсним проектом проводиться розрахунок панельного цілика між панеллю № 11 і № 12.

Ширина панельного цілика між панеллю № 11 і № 12 визначається за формулою [4]:

$$a_n = \frac{B + \sqrt{B^2 + C}}{D}, \text{ м} \quad (2.3)$$

де В, С, Д - коефіцієнти, які визначаються згідно з формул, наведених в табл. 5.1 [4];

$$\begin{aligned} B &= 163,8 \cdot h_1 + \ell_1 - 72,9 \cdot h_1 \cdot Z = \\ &= 163,8 \cdot 35,8 + 16,0 - 72,9 \cdot 35,8 \cdot 1,41 = 2211,54; \end{aligned} \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} C &= 655,2 \cdot h_1 \cdot \ell_1 \cdot (91,9 \cdot Z - 1,0) = \\ &= 655,2 \cdot 35,8 \cdot 16,0 \cdot (91,9 \cdot 1,41 - 1,0) = 48105591,66; \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} D &= 2 \cdot (91,9 \cdot Z - 1,0) = \\ &= 2 \cdot (91,9 \cdot 1,41 - 1,0) = 256,36; \end{aligned} \quad (2.6)$$

Z - числове значення безрозмірною навантаження;

$$\begin{aligned} Z &= \frac{1,2 \cdot \sigma_{сжк}}{n \cdot \gamma_i \cdot H_1} = \\ &= \frac{1,2 \cdot 34,5 \cdot 10^6}{5 \cdot 2,31 \cdot 10^4 \cdot 255,0} = 1,41. \end{aligned} \quad (2.7)$$

$h_1 = 35,8$  м - висота цілика рівна висоті камери;

$\ell_1 = 16,0$  м - ширина камери;

$H_1 = 255,0$  м - максимальна потужність порід від земної поверхні до покрівлі камери;

$\sigma_{сж} = 34,5 \cdot 10^6$  Па - межа міцності на стиск кам'яної солі Брянцевський пласта;

n - 5,0 - коефіцієнт запасу міцності цілини.

тоді

$$a_n = \frac{2211,54 + \sqrt{2211,54^2 + 48105591,66}}{256,36} = 37,02 \text{ м.} \quad (2.8)$$

Згідно «Методичних вказівок ...» [4] проектом прийнята ширина панельного цілини для проектованої ділянки

$$a_{\text{п}} = 40,0 \text{ м.} \quad (2.9)$$

При проведенні в цілику поздовжніх гірничих виробок (панельних відкатувального і вентиляційного штреків) цілик збільшується на ширину вироблення, тобто

$$a_{\text{п}} = 40,0 + 6,0 = 46,0 \text{ м.} \quad (2.10)$$

Розрахунок міждукамерних ціликів

Ширина міждукамерних ціликів в панелі №11 визначена за формулою 5.4 [4]:

$$a = \frac{B + \sqrt{B^2 + C}}{D}, \text{ м} \quad (2.11)$$

де В, С, Д - безрозмірні коефіцієнти, які визначаються згідно з формул, наведених в табл. 5.2 [4];

$$\begin{aligned} B &= 163,8 \cdot h_1 + \ell_1 - 72,9 \cdot h_1 \cdot F = \\ &= 163,8 \cdot 35,8 + 16,0 - 72,9 \cdot 35,8 \cdot 1,57 = 1777,11; \end{aligned} \quad (2.12)$$

$$\begin{aligned} C &= 655,2 \cdot h_1 \cdot \ell_1 \cdot (91,9 \cdot F - 1,0) = \\ &= 655,2 \cdot 35,8 \cdot 16,0 \cdot (91,9 \cdot 1,57 - 1,0) = 53846749,72; \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} D &= 2 \cdot (91,9 \cdot F - 1,0) = \\ &= 2 \cdot (91,9 \cdot 1,57 - 1,0) = 286,95; \end{aligned} \quad (2.14)$$

F - числове значення безрозмірною навантаження, визначається за формулою (для ціликів стрічкової форми):

$$\begin{aligned} F &= \frac{1,2 \cdot \sigma_{\text{сжі}}}{n \cdot \gamma_i \cdot H_1} = \\ &= \frac{1,2 \cdot 35,8 \cdot 10^6}{4,0 \cdot 2,31 \cdot 10^4 \cdot 285} = 1,57. \end{aligned} \quad (2.15)$$

$h_1 = 35,8$  м - висота цілика рівна висоті камери;

$\ell_1 = 16,0$  м - ширина камери;

$H_1 = 285,0$  м - потужність порід від земної поверхні до покрівлі пласта;



$n = 4,0$  - коефіцієнт запасу міцності цілини.

тоді:

$$a = \frac{1777,11 + \sqrt{1777,11^2 + 53846749,72}}{286,95} = 32,50 \text{ м.} \quad (2.16)$$

Визначаємо ширину міждукамерних ціликів з урахуванням поправки ( $\Delta a$ )  
На гірничотехнічні умови:

$$\Delta a = 0,03 \cdot h_1 = 0,03 \cdot 35,8 = 1,07 \text{ м.} \quad (2.17)$$

тоді

$$a_{ц} = A + \Delta a = 32,50 + 1,07 = 33,57 \text{ м. Округляем ац} = 34,0 \text{ м.} \quad (2.18)$$

Проектом прийнята ширина міждукамерних ціликів стрічкової форми для панелі №11 ац = 34,0 м.

Цілики в покрівлі та ґрунті камер

Потужність запобіжної пачки солі в покрівлі камер панелі №11 визначена за формулою 6.2 [4]:

$$h_n = \frac{B + \sqrt{B^2 + C}}{D} =$$

$$= \frac{65126400 + \sqrt{65126400^2 + 3,262 \cdot 10^{16}}}{50000000} = 4,8 \text{ м.} \quad (2.19)$$

де  $B$ ,  $C$ ,  $D$  – безрозмірні коефіцієнти, згідно формул, приведених в табл. 6.1 [4];

$$B = 3 \cdot \ell_n^2 \cdot n \cdot \gamma_c =$$

$$= 3 \cdot 16,0^2 \cdot 4,0 \cdot 2,12 \cdot 10^4 = 65126400 \quad (2.20)$$

$$C = 1,73 \cdot \ell_n^4 \cdot n \cdot \gamma_{пр} \cdot \sigma_{изг} =$$

$$= 1,73 \cdot 16,0^4 \cdot 4,0 \cdot 2,16 \cdot 10^4 \cdot 3,33 \cdot 10^6 = 3,262 \cdot 10^{16} \quad (2.21)$$

$$D = 16 \cdot \sigma_{изг} =$$

$$= 16 \cdot 3,33 \cdot 10^6 = 50000000 \quad (2.22)$$

$\ell_{\text{п}} = 16,0$  м - величина прольоту (ширина) покрівлі камери;

$n = 4,0$  - коефіцієнт запасу міцності цілика;

$\gamma_{\text{с}} = 2,12 \cdot 104$  Н / м<sup>3</sup> - об'ємна вага кам'яної солі Брянцевський пласта;

$\gamma_{\text{пр}} = 2,16 \cdot 104$  Н / м<sup>3</sup> - наведена вага порід, що створює привантажувач на покрівлю камер Брянцевський пласта;

$\sigma_{\text{узг}} = 3,33 \cdot 106$  Па - межа міцності кам'яної солі Брянцевський пласта при вигині.

Розрахункове значення потужності запобіжної пачки солі в покрівлі камер відповідає рекомендованому, наведене в таблиці Додатка І «Додатків і змін до» Методичних вказівок ... »[20], тому прийнята потужність запобіжного цілика в покрівлі очисних камер панелі № 11 рівній 4,8 м.

Оформлення оголення покрівлі камер виконується на підставі рекомендацій УкрНПСоль за результатами експлуатаційної розвідки з відбором і подальшим випробуванням кернавого матеріалу.

Потужність запобіжної пачки солі в покрівлі камер контролюється промером глибини контрольних шпурів, пробурених до контакту з породами, що вміщують через кожні 20,0 м.

Цілики в ґрунті очисних камер панелі № 11 проектом визначено згідно з пунктом 6.4.2. [4] і прийняті рівними 3,0 м з боку повстання пласта (середня потужність цілини в ґрунті камер по їх осі складе 3,4 м).

Потужність пачки солі в ґрунті камер контролюється бурінням контрольних шпурів до контакту з породами, що вміщують через кожні 20,0 м з боку повстання пласта.

Визначення потужності міжслоєвої перемички при проведенні міжгоризонтної виробки.

Проектом передбачено проведення міжгоризонтної виробки в панельному цілику між панелями № 10- № 11. Зарізка міжгоризонтної виробки передбачена в районі збійки № 0 гор. - 243 м з виходом її в панельний вентиляційний штрек № 37/38.

З метою забезпечення стійкості вищевказаних і близько розташованих до них гірничих виробок виробляємо розрахунок мінімальних ціликів між ними (міжслоєвої перемички).

Міжслоєва перемичка між ґрунтом вентиляційного штреку № 37/38 і покрівлею междугоризонтної вироблення визначається по формулі 6.20 [4]:

$$h_n = \frac{B + \sqrt{B^2 + C}}{D} =$$

$$= \frac{0,3 \cdot 10^6 + \sqrt{0,3 \cdot 10^{12} + 8,1872 \cdot 10^{12}}}{1665000} = 1,93 \text{ м} \quad (2.23)$$

де В, С, Д - безрозмірні коефіцієнти, які визначаються за формулами, наведеними в табл. 6.6 [4];

$$B = \frac{1}{4} \cdot \ell_{np}^2 \cdot \gamma_c =$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 7,5^2 \cdot 2,12 \cdot 10^4 = 0,3 \cdot 10^6 \quad (2.24)$$

$$C = \frac{6 \cdot P \cdot (\ell_{np} - c)^2}{\ell_{np}} \cdot \frac{\sigma_{изі}}{n} =$$

$$= \frac{6 \cdot 392,0 \cdot 10^3 \cdot (7,5 - 1,9)^2}{7,5} \cdot \frac{3,33 \cdot 10^6}{4} = 8,1872 \cdot 10^{12}; \quad (2.25)$$

$$D = \frac{2 \cdot \sigma_{изі}}{n} = \frac{2 \cdot 3,33 \cdot 10^6}{4} = 1665000; \quad (2.26)$$

$\ell_{np}$  - максимальний проліт в місці перетину виробок визначається за формулою

$$\ell_{np} = \sqrt{\ell_{штр}^2 + \ell_{укл}^2} = \sqrt{6,1^2 + 4,4^2} = 7,5 \text{ м}; \quad (2.27)$$

$\ell_{штр} = 6,1$  м - ширина вентиляційного штреку № 37/38;

$\ell_{укл} = 4,4$  м - ширина міжгоризонтної виробки;

$n = 4$  - коефіцієнт запасу міцності цілика;

$\gamma_3 = 2,12 \cdot 10^4$  Н / м<sup>3</sup> - об'ємна вага кам'яної солі Брянцевський пласта;

$P = 392,0 \cdot 10^3$  Н - половина ваги комбайна «Урал»;

$z = 1,9$  м - відстань між осями гусениць комбайна;

$\sigma_{изі} = 3,33 \cdot 10^6$  Па - межа міцності кам'яної солі Брянцевський пласта при

вигині.

Після округлення мінімальна потужність міжслоєвої перемички між виробками складе 2,0 м.

Визначення потужності склепіння тимчасового цілика над транспортними збійками

Проектом передбачено на заключному етапі відпрацювання очисних камер відпрацювання тимчасових запобіжних ціликів кам'яної солі над транспортними збійками гір. - 243 м, які обладнані стрічковими конвеєрами. Дані тимчасові цілики відпрацьовуються після демонтажу конвеєрів.

Конструктивні параметри тимчасових запобіжних ціликів повинні забезпечувати можливість переїзду через них комбайна «Урал-10КСА» і самохідного вагона 5ВС-15М при виїмці нижніх виїмкових шарів в камерах.

Потужність межслоевой перемички над транспортними збійками, в межах очисних камер, визначається за формулою 6.20 [4]:

$$h_{cn} = \frac{B + \sqrt{B^2 + C}}{D} = \frac{1531700 + \sqrt{1531700^2 + 4,26 \times 10^{13}}}{3330000} = 2,4\text{м} \quad (2.28)$$

де В, С, Д - безрозмірні коефіцієнти, які визначаються за формулами, наведеними в табл. 6.6 [4];

$$B = \frac{1}{4} \cdot \ell_{np}^2 \cdot \gamma_c = \frac{1}{4} \cdot 17,0^2 \cdot 2,12 \cdot 10^4 = 1,53 \cdot 10^6 \quad (2.29)$$

$$C = \frac{6 \cdot P \cdot (\ell_{np} - c)^2 \cdot \sigma_{нзі}}{\ell_{np} \cdot n} = \frac{6 \cdot 318,0 \cdot 10^3 \cdot (7,5 - 1,9)^2 \cdot 3,33 \cdot 10^6}{17,0 \cdot 2} = 4,26 \cdot 10^{13}; \quad (2.30)$$

$$D = \frac{2 \cdot \sigma_{нзі}}{n} = \frac{2 \cdot 3,33 \cdot 10^6}{2} = 3330000; \quad (2.31)$$

де  $\ell_{np}$  - максимальний проліт разом перетину виробок визначається за формулою:

$$\ell_{np} = \sqrt{\ell_{тр.с}^2 + \ell_{к}^2} = \sqrt{6,1^2 + 16,0^2} = 17,0\text{ м}; \quad (2.32)$$

$\ell_{тр.с} = 6,1$  м - ширина транспортної збійки;

$\ell_{к} = 16,0$  м - ширина камери;

$n = 2$  - коефіцієнт запасу міцності цілини;

$\gamma_3 = 2,12 \cdot 10^4$  Н / м<sup>3</sup> - об'ємна вага кам'яної солі Брянцевський пласта;

$P = 318,0 \cdot 10^3$  Н - половина ваги комбайна «Урал-10КСА»;

$z = 1,9$  м - відстань між осями гусениць комбайна;

$\sigma_{\text{риз}} = 3,33 \cdot 10^6 \text{ Па}$  - межа міцності кам'яної солі Брянцевський пласта при вигині.

Мінімальна потужність міжслоєвої перемички між виробками складе 2,4 м.

### 2.3.2 Розкриття шахтного поля

Шахтне поле рудника № 8 розкрите двома вертикальними центрально-здвоєними стовбурами, розташованими в центрі шахтного поля.

Шахтні стовбури пройдені до горизонту 243,7 м і закріплені чавунними тюбінгами і бетоном.

Існуючу схему розкриття залишаємо без змін.

### 2.3.3 Капітальні гірничі виробки

#### 2.3.3.1 Стовбури

Головний стовбур обладнаний двухскіповим підйомом для видачі солі, ємність скіпа - 8 т. Стовбур служить також як запасний вихід з підземних гірничих виробок на земну поверхню. У стовбурі розташовуються також сходове відділення і силові кабелі.

Клітьовий стовбур призначений для спуску-підйому людей, матеріалів і устаткування, а також служить для подачі свіжого струменя повітря в підземні гірничі виробки рудника. Стовбур обладнаний одноклітьових підйомом (кліть з противагою). У стовбурі розташовуються сходове відділення, труби водовідливу, кабелі.

Характеристика стовбурів рудника приведена в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 Характеристика стовбурів

Показники	Клітьовий стовбур	Скіповий стовбур
1. Абсолютна відмітка устя ствола, м	+90,8	+91,0
2. Абсолютна відмітка окоlostвольного двору вентиляційного горизонту, м	-116,1	-116,3
3. Абсолютна відмітка окоlostвольного двору основного горизонту, м	-152,2	-151,4
4. Повна глибина стовбура (включаючи зумпф), м	243,0	247,4
5. Діаметр ствола, мм	4565	4565
6. Площа перетину стовбура в сету, м <sup>2</sup>	16,40	16,40
7. Вид кріплення	чавунні тюбінги, бетон	чавунні тюбінги, бетон
8. Товщина кріплення, мм	400	400
9. Армування стовбура	дерев'яне	дерев'яне

Перетини стовбурів зображені на листі № 1 графічної частини.

### **2.3.3.2 Пристовбурний двір і головні розкриваючі виробки**

Стовбури рудника мають сполучення з двома діючими горизонтами: з відкатним (гор. -243 м) і вентиляційним (гор. -208 м), а також з гор. -152 м, розташованим в Надбрянцевському пласті.

Виробки околоствольних дворів і камер службового призначення пройдені по кам'яної солі без кріплення, за винятком сполучень стовбурів, камери електропідстанції, колишнього складу ВМ і верхньої частини ємнісного бункера у скіпового ствола, які закріплені бетоном.

## **2.4 Паспорта ведення гірничих робіт, проведення та кріплення підземних виробок**

### **2.4.1 Технологія і механізація очисної виїмки очисних камер**

В межах проектованої панелі № 11 проектом передбачається послідовне відпрацювання напівпанелей: спочатку відпрацьовуються очисні камери напівпанелі № 11/1, потім - очисні камери напівпанелі № 11/2.

Технологія очисної виїмки полягає у відпрацюванні очисних камер пошарово зверху вниз виїмковими шарами по висоті камер прохідницько-очисними комбайнами типу «Урал-10КСА», що працюють в комплексі з самохідними вагонами типу 5ВС-15М.

Перший виїмковий шар (верхнє підсікання) відпрацьовується п'ятьма ходами комбайна «Урал-10КСА». Наступні виїмальні шари відпрацьовуються чотирма перекриваючими ходами комбайна «Урал-10КСА». Оформлення покрівлі очисної камери до проектного перерізу проводиться комбайном 4ПП-2М після проходки верхньої підсічки (два шари комбайном «Урал-10КСА»). Відмітка оголень покрівлі очисних камер визначається за результатами експлуатаційної розвідки з відбором і дослідженням керна відповідно до рекомендацій УкрНІСоль.

Технологія очисної виїмки напівпанелі № 11/1 наступна. Очисні камери напівпанелі № 11/1 відпрацьовуються в два етапи.

Перший етап (після проведення верхньої підсічки і оформлення стелин камер) полягає в пошаровому відпрацюванні очисних камер з формуванням похилого з'їзду від транспортної верхньої розсічної виробки до половини висоти камери і зворотного (у напрямку) похилого з'їзду в кінці камери з виходом у вентиляційну збійки № 2 гор. -208 м. Кут нахилу з'їздів  $6^\circ$ .

На другому етапі проводиться погашення похилих з'їздів у транспортній верхній розсічній виробці і формуванням похилих з'їздів у напрямку до головного конвеєрного штреку з виходом на його позначку. Потім здійснюється пошарове відпрацювання камер з погашенням даних з'їздів в напрямку до границі відпрацювання напівпанелі № 11/1. Висота виїмкових шарів при відпрацюванні їх комбайном «Урал-10КСА» - 1,8-1,9 м.

Відпрацювання очисних камер напівпанелей № 11/2 здійснюється наступними двома етапами.

Перший етап (після проведення верхньої підсічки і оформлення стелин камер) полягає в пошаровим відпрацювання очисних камер з формуванням похилого з'їзду від верхньої розсічних вироблення напівпанелей № 11/2 (вентиляційна збійка № 2) до половини висоти камер і зворотного (у напрямку) похилого з'їзду в наприкінці камер з виходом в північну флангову вентиляційну виробку гір. -208м. Кут нахилу з'їздів 6°.

На другому етапі проводиться погашення похилих з'їздів у верхній розсічних вироблення (збійка № 2) і формування похилих з'їздів у напрямку до транспортної збійки № 2 гор. - 243 м (нижня розсічних напівпанелей № 11/2). Потім здійснюється пошарова відпрацювання камер з погашенням даних з'їздів у напрямку до кордону відпрацювання напівпанелей № 11/2. Висота виїмкових шарів при відпрацюванні їх комбайном «Урал-10КСА» - 1,8-1,9 м.

Для транспорту видобутої солі в междукамерних транспортних збійках гір. - 243 м встановлюються стрічкові конвеєри, на які кам'яна сіль надходить з солеспусков. Для охорони междукамерних транспортних сбоек проектом передбачається в межах очисних камер тимчасові технологічні цілики, які погашаються за допомогою комбайнів після демонтажу конвеєрів.

Виїмка очисної камери починається з проходки по верхньому шару розрізного штреку для забезпечення провітрювання камери за рахунок общеруднічної депресії і забезпечення виходу на вентиляційні виробки.

Проведення верхнього виїмкового шару здійснюється шляхом розширення розрізного штреку до проектної ширини камери рівній 16,0 м комбайном «Урал-10КСА» з подальшим оформленням склепіння камери комбайном 4ПП-2М по позначці, визначеної рекомендаціями УкрНІСоль за результатами кернового буріння. Розрізні штреки очисних камер проходяться з дотриманням пачки кам'яної солі між покрівлею штреків і покрівлею Брянцевський пласта рівній 5,5-6,0 м. Перший хід в шарі передбачений по борту очисної камери. Для забезпечення рівномірного навантаження на робочий орган комбайна необхідно чергувати проходку першого ходу то по правому, то по лівому борту камери.

Для забезпечення перегону комбайнів, в разі необхідності, з камери в камеру на рівні будь-якого виїмкового шару проектом передбачається в напівпанелі № 11/2 вентиляційна збійка № 4 - розрізна, тобто збійка знижується в міру відпрацювання шарів.

У міру відпрацювання виїмкових шарів в камерах в їх торцях у флангових вентиляційних і виїмкових розсічних виробок обладнуються запасні виходи. Після відпрацювання очисної камери в її горловинах встановлюються глухі перемички.

Для забезпечення сигналізації між пунктом завантаження солеспуска і конвеєром відкатного горизонту проектом передбачаються технологічні свердловини для прокладки сигнальних кабелів.

Буріння солеспусків проектом передбачено буровою машиною БГА-2М.

Розрахунок продуктивності і визначення необхідної кількості очисних комплексів.

Розрахунок експлуатаційної продуктивності очисного комплексу, який складається з комбайна типу «Урал-10КСА» і самохідного вагона 5ВС-15М вико-

аний відповідно до «Керівництва з проектування технології машинної видобутку кам'яної солі» [6].

Середня технічна продуктивність комбайна при пошаровій виїмці визначається за формулою:

$$Q_k = K_3 \cdot Q_k, \text{ т/хв}, \quad (2.33)$$

де  $K_3$  - коефіцієнт використання площі робочого органу комбайна визначається зі співвідношення

$$K_3 = S/S_{\Pi} \quad (2.34)$$

де  $S$ ,  $S_{\Pi}$  - площі забою відповідно бокового ходу і вироблення повного перетину,  $\text{м}^2$ ;

$$K_3 = 8,0/10,5 = 0,76.$$

$Q_k = 5 \text{ т / хв}$  - технічна продуктивність комбайна «Урал-10КСА» при забої повного перетину.

тоді

$$Q_k = 0,76 \cdot 5 = 3,8 \text{ т/хв}.$$

Час повного циклу самохідного вагона складе

$$T_u = 2 \times \frac{L_k}{v} + t_p + \frac{q}{Q_k} = 2 \times \frac{105}{105} + 1,2 + \frac{15}{3,8} = 7,1 \text{ хв}, \quad (2.35)$$

де  $L_k$  - середня відстань доставки солі,  $L_k = 105 \text{ м}$ ;

$v$  - еквівалентна швидкість руху самохідного вагона,  $v = 105 \text{ м / хв}$ ;

$t_p$  - час розвантаження самохідного вагона,  $t_p = 1,2 \text{ хв}$ ;

$q$  - вантажопідйомність вагона,  $q = 15 \text{ т}$ .

Середня технічна продуктивність комплексу  $Q_{\text{тсп}}$  визначена за формулою

$$Q_m^{\text{сп}} = \frac{q}{\frac{L_c}{v} + t_p + \frac{q}{Q_k}} = \frac{15}{\frac{90}{105} + 1,2 + \frac{15}{3,8}} = 2,5, \text{ т/хв}, \quad (2.36)$$

де  $L_c = L_k - L_3 = 105 - 15 = 90 \text{ м}$  - середня довжина одного ходу комбайна;

$L_3$  - середня довжина ділянки зарубки,  $L_3 = 15 \text{ м}$ .

Тривалість відпрацювання заходки визначена за формулою

$$T_k = T_3 + T_{\text{нр}} + T_o = 1 + S_L \cdot L_c \cdot \gamma_c / Q_m^{\text{сп}} \cdot t_{\text{см}} \cdot K_{\text{ус}} + L_c / v_n, \text{ змін}, \quad (2.37)$$



де  $T_z$  - час зарубки шару,  $T_z = 1$  зміна;  
 $S_L$  - площа забою заходки,  $S_L = 8,0$  м<sup>2</sup>;  
 $\gamma_c$  - щільність кам'яної солі в масиві,  $\gamma_c = 2,11$  т / м<sup>3</sup>;  
 $t_{cm}$  - тривалість зміни,  $t_{cm} = 360$  хв;  
 $K_{ic}$  - коефіцієнт використання комбайна в зміні,  $K_{ic} = 0,55$ ;  
 $v_n$  - швидкість перегону комбайна,  $v_n = 120$  м / зміну.  
 тоді

$$t_k = 1 + 8,0 \cdot 90 \cdot 2,11 / 2,5 \cdot 360 \cdot 0,55 + 235/120 = 4,8 \text{ змін.} \quad (2.38)$$

Експлуатаційна продуктивність комплексу при відпрацюванні камери визначена за формулою

$$Q_{\text{экс}} = S_k \cdot L_k \cdot \gamma / n \cdot T, \text{ т/зміну} \quad (2.39)$$

де  $S_k$  - площа поперечного перерізу камери,  $S_k = 526,4$  м<sup>2</sup>;  
 $n$  - середня кількість ходів комбайна в камері,  $n = 68$ .

$$Q_{\text{экс}} = 526,4 \cdot 105 \cdot 2,11 / 68 \cdot 4,8 = 357,3 \text{ т/зміну.} \quad (2.40)$$

Проектом прийнято  $Q_{\text{экс}} = 360$  т / зміну.

Експлуатаційна продуктивність 360 т / зміну проектом прийнята також і для комбайна «КПО-10,5А».

Необхідна кількість очисних комплексів визначено за формулою

$$N_k = A_{\text{год}} / Q_{\text{экс}} \cdot n_{cm} \cdot T_{\text{год}}, \text{ шт,} \quad (2.41)$$

де  $A_{\text{год}}$  - річна продуктивність одного проекрованої ділянки,  $A_{\text{год}} = 1000\ 000$  т / рік;

$n_{cm}$  - кількість змін по видобутку солі на добу,  $n_{cm} = 2$  зміни;

$T_{\text{год}}$  - річний фонд роботи комбайна з урахуванням планових ремонтів,  $T_{\text{год}} = 275$  днів.

$$N_k = 1000000 / 360 \cdot 2 \cdot 275 = 5,0 \text{ шт.}$$

Згідно з графіком організації робіт проектом прийнято на видобувних роботах використання: чотири комбайни «Урал-10КСА», що працюють у двозмінному режимі і один комбайн «КПО-10,5А», що працює в однозмінному режимі, які забезпечують проектну виробничу потужність рудника з видобутку солі.

#### 2.4.1.1 Провітрювання дільниці

При виїмці солі комбайнами в атмосферу, крім соляного пилу, не виділяється ніяких шкідливих компонентів.

При роботі одного комбайнового комплексу в камеру необхідно подавати 5 м<sup>3</sup>/с повітря. Тупикові вибої провітрюються примусовою вентиляцією за допомогою вентилятора місцевого провітрювання ВМ-6.

Свіже повітря в гірничі виробки надходить по клітьовому стволу. Частина повітря, провітривши пристовбурний двір і камери загальношахтного призначення, направляється до скіпового стволу. Основна частина повітря через центральний квершлаг і міжгоризонтну сполучну виробку надходить в нижню і проміжну розсічні виробки панелей № 10 і № 11. З нижньої і проміжної розсічних виробок через горловини свіже повітря надходить в очисні камери. Вихідний струмінь повітря з очисних камер надходить у верхню флангову виробку, звідки направляється в головний збірний вентиляційний штрек, збірну вентиляційну виробку і на гор. – 208 м надходить в скіповий ствол.

По мірі відпрацювання очисних камер останні ізолюються від вентиляційної мережі ділянки шляхом установки глухих перемичок в горловинах, що з'єднуються з верхньою фланговою вентиляційною виробкою.

#### **2.4.1.2 Енергопостачання**

Запитка споживачів панелей № 10 і № 11 здійснюється від дільничних пересувних трансформаторних підстанцій які встановлюються в нішах транспортних збіжок гор. – 208 м, через свердловини до фідерних пускачів, встановленим в камері.

Електропостачання дільничних пересувних трансформаторних підстанцій, задіяних для живлення електроприймачів панелей № 10 і № 11, здійснюється від УРП.

#### **2.4.1.3 Промсанітарія**

Всі працівники дільниці, задіяні на видобутку, транспортуванні корисних копалин, ремонті гірничодобувних комплексів і конвеєрів, повинні строго дотримуватися правил виробничої санітарії та особистої гігієни.

У гірничих виробках ділянки встановлюється пересувна підземна вбиральня, а також ящик-контейнер для збору сміття і брудної (промасленої) солі.

Камера повинна протягом всього терміну відпрацювання міститися в чистоті. Забороняється встановлювати і зберігати в видобувних камерах стороннє (незадіяне) обладнання, матеріали, ПММ.

Заборонено куріння в видобувній камері, що відпрацьовується, а також використання в ній скляної тари (посуди).

При веденні пошарового відпрацювання камери збільшується ймовірність забруднення солі маслами гірничих машин. У зв'язку з цим контроль нагляду в цьому відношенні повинен збільшитися. При підвищеної запиленості в камері працівники користуються респіраторами.

#### 2.4.1.4 Техніка безпеки

Дійсний паспорт передбачає ведення гірничих робіт відповідно до вимог «Єдиних правил безпеки при розробці рудних, нерудних і розсипних родовищ підземним способом».

Експлуатація видобувного і транспортного обладнання проводиться відповідно до інструкцій по експлуатації, інструкціям по ТБ і ОП, розробленими в ДП «Артемсіль».

Всі діючі солеспускні свердловини повинні перекриватися запобіжними ґратами з боку камери, а свердловини, що тимчасово не використовуються – металевими листами і пристроями, що перешкоджають їх зміщення.

Прокладка електрокабелів самохідного вагона і комбайна проводиться по різні боки у виробці (різі). Прокладка і впорядкування електрокабельного господарства в камері проводиться при повному відключенні електроенергії, використовуючи засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, боти, килимки).

#### 2.4.1.5 Організація робіт з видобутку солі

Видобуток солі в очисних камерах панелей № 10 і № 11 здійснюється прохідницько-очисними комбайнами «Урал -10» і «Урал -20», що працюють в комплексі з самохідним вагоном 5ВС-15М.

По прибуттю на робоче місце машиніст ГВМ оглядає і перевіряє стійкість покрівлі і стін забою.

При прийомі зміни машиніст ГВМ оглядає механізми: механічну, електричну і гідравлічну частини комбайна, змащує, замінює зламані різці, а також проводить огляд кабелів комбайна і самохідного вагона 5ВС-15М. Перевіряє світлову і звукову сигналізацію з відображенням в бортовому журналі. Після цього перевіряє роботу всіх органів на холостому ході.

Після проведення підготовчих робіт машиніст ГВМ, переконавшись у відсутності людей в зоні роботи комбайна, подає попереджувальний сигнал, включає робочі органи комбайна. Потім подає світловий і звуковий сигнали машиністу ПДМ для під'їзду під завантаження. Після закінчення навантаження самохідного вагона машиніст ГВМ подає звуковий сигнал і машиніст ПДМ від'їжджає від комбайна для розвантаження. Під час роботи комбайна машиніст ГВМ знаходиться біля пульта управління в кабіні, уважно стежачи за роботою окремих органів комбайна і за правильністю напрямку виробки. Проходка здійснюється за направленням, заданому маркшейдером. Під час транспортування солі самохідним вагоном 5ВС-15М машиніст ГВМ здійснює прокладку кабелю, перевіряє напрям виробки, підвішує вентиляційні труби.

Швидкості подачі і різання вибираються в залежності від міцності гірських порід і з таким розрахунком, щоб двигун виконавчого органу працював з постійним навантаженням і не перегрівався.

### 2.4.1.6 Організація робіт по відгону-перегону комбайнів «Урал-10» і «Урал-20» в комплексі з самохідним вагоном 5ВС-15М

Відгін-перегін комбайнів «Урал» є складовою частиною технології видобутку солі.

По прибуттю на робоче місце машиніст ГВМ оглядає і перевіряє стійкість покрівлі і стін забою.

При прийомі зміни машиніст ГВМ оглядає механізми: механічну, електричну і гідравлічну частини комбайна, змащує, замінює зламані різці, а також проводить огляд кабелів комбайна і самохідного вагона 5ВС-15М. Перевіряє світлову і звукову сигналізацію з відображенням в бортовому журналі. Після цього перевіряє роботу всіх органів на холостому ході.

Потім демонтується вентиляційний став, знімаються зйомні бічні щитки, закриваються двері щита огорожі і заготовлюється необхідна кількість пристосовань для відтягнення кабелів.

Для відгону комбайна необхідно:

- закрити двері щита огорожі, при цьому повинні замкнутися контакти блокувальних кнопок;
- встановити на станції управління рукоятку блокувальною кнопки S22 в становище «ВКЛ»;
- поворотом ручки (перемикача) «МЕРЕЖА» в положення «ВКЛ» подати напругу на комбайн;
- подати звуковий сигнал поворотом перемикача «СИГНАЛ»;
- включити перемикачем «НАСОСИ» насосну станцію, при цьому двигун пиловідсмоктування повинен автоматично відключитися;
- встановити перемикач «відбійний» в положення «ВНИЗ» і опустити барабан в транспортне положення;
- встановити перемикачі «РАБ. ОРГ» в положення «ВГОРУ» та підняти бермовий орган на відстань не менше 70 мм від ґрунту;
- опустити хвостову частину конвеєра в транспортне положення;
- підняти щитки бермового органу;
- закрити регулятор потоку;
- встановити перемикачі «ШВИДКІСТЬ», «МАНЕВР» в положення 1 (включено).

Комбайн готовий до відгону з виробки.

Категорично забороняється проводити відгін комбайна або інші маневрові операції в камері без установки рукояті роздаткового редуктора в транспортне положення.

Машиніст ПДМ по команді машиніста ГВМ відганяє самохідний вагон 5ВС-15 на відстань 25 м від комбайна і зачалує першу петлю. Машиніст ПДМ за командою (сигналом) машиніста ГВМ і після початку руху комбайна періодично,

через 3-5 м вибирає петлю.

При збільшенні довжини відтягуємого кабелю до 20 м зачалоється нова петля і триває відгін комбайна в такій же послідовності. Кількість петель визначає відстань відгону-перегону.

Переміщення комбайна слід здійснювати на максимально безпечній швидкості.

Після закінчення переміщення своїм ходом комбайн слід встановити в безпечне місце. Всі перемикачі встановити в нейтральне положення і відключити комбайн від мережі.

Після закінчення відгону-перегону комбайна і знеструмлення рухомих частин комбайна проводиться підвіска (укладання) кабелів згідно ЕПБ і зарезка на новий шар або різ.

#### **2.4.1.7 Організація робіт по проведенню зарубки і виконанню маневрових робіт перед зарізкою комбайна «Урал-10» і «Урал-20»**

Підставою для виконання робіт по зарізці на нову камеру (гірничу виробку) є письмова вказівка (з ескізом) маркшейдера.

По закінченню робіт по перегону комбайна, ланка всім складом впорядковує підвіску (прокладку) електрокабелів комбайнового комплексу, призводять комбайн з транспортного положення в робоче, проводять огляд комбайна і самохідного вагона в установленому порядку.

Зарізка на новий різ (шар) в очисній камері проводиться за вказівкою гірничого майстра.

Перед зарізкою машиніст ГВМ повинен перекопатися, що в зоні роботи комбайна відсутні сторонні предмети, обладнання, матеріали, а також необхідно виконати наступні заходи:

- самохідний вагон відігнати на відстань не менше 25 метрів від комбайна, надійно загальмувати і знеструмити;
- підняти конвеєр комбайна на висоту понад 2 метри;
- огородити небезпечну зону маневрів комбайна на відстані 15 метрів з кожного боку від комбайна;
- проінформувати машиніста самохідного вагона про план виконуваних робіт і ознайомити із заходами безпеки;
- категорично заборонити присутність інших осіб всередині небезпечної зони.

При виконанні будь-яких маневрів і зарубки всередині небезпечної зони має право перебувати тільки машиніст ГВМ.

Обов'язкова присутність за межами небезпечної зони особи технагляду або бригадира комбайнової бригади для контролю за дотриманням вимог техніки безпеки.

- обладнання справно;
- звукова і світлова сигналізації справні;
- освітлення досить;
- небезпечна зона огорожена;
- гнучкий кабель живлення викладений на ґрунті петлею протяжністю не більше 15 метрів таким чином, щоб виключити можливість наїзду машиною, інша частина кабелю повинна бути підвішена до стіни виробки;
- в зоні комбайна знаходиться тільки машиніст ГВМ;
- самохідний вагон відведений на відстань не менше 25 метрів від комбайна і знеструмлений, машиніст ПДМ проінформований про план виконуваних робіт і ознайомлений із заходами безпеки;
- всі працівники використовують засоби індивідуального захисту і ознайомлені з планом виконуваних робіт і заходами безпеки.

Перед початком маневрів машиніст ГВМ зобов'язаний зафіксувати рукоятки виконавчого органу в транспортне положення, підняти бермовий орган від ґрунту.

Розпорядження на початок виконання маневрів і зарубки дає гірничий майстер або бригадир за допомогою голосових команд машиністу ГВМ, перебуваючи за межами небезпечної зони.

Після отримання команди від імені технагляду «початок руху дозволяю», вся відповідальність за безпечне виконання маневру лежить на машиністі ГВМ.

При відгоні комбайна після виїмки другого і наступних різів машиніст ГВМ розташовує комбайн у виробці з урахуванням, що відстань від найбільш виступаючих частин обладнання і стінкою виробки становить не менше одного метра.

Маневри для виставлення комбайна на маркшейдерський напрямок для зарізання на новий різ або шар необхідно проводити на сполученні виробок.

Після закінчення маневрів для виставлення комбайна на маркшейдерський напрямок машиніст ГВМ обезструмлює рухомі органи комбайна.

Повторне включення комбайна без дозволу особи технагляду (бригадира) і повторного виконання зазначених вище заходів заборонено.

Після закінчення маневру і знеструмлення рухомих частин комбайна машиніст ГВМ переводить рукоятки виконавчого органу з транспортного положення в робоче і оповіщає гірничого майстра (бригадира) про завершення операцій.

Гірничий майстер (бригадир) спільно з машиністом ГВМ перевіряють правильність виставлення комбайна згідно маркшейдерського напрямка.

У разі точного виставлення комбайна гірничий майстер або бригадир дає дозвіл продовжувати роботи по зарізці на новий різ або шар.

Далі виконуються наступні заходи:

- знімається огорожа з небезпечної зони;
- машиніст самохідного вагона інформується про план виконуваних робіт і про заходи безпеки;

- гнучкий кабель живлення комбайна упорядковується на ґрунті петлею протяжністю не більше 15 метрів таким чином, щоб виключити можливість наїзду машиною, інша частина кабелю повинна бути підвішена до стіни виробки.

Після виконання даних заходів гірничий майстер (бригадир) залишає зону роботи комбайна і самохідного вагона.

Машиніст ГВМ, переконавшись у відсутності людей в зоні роботи комбайна, подає дозволяючий сигнал, включає робочі органи комбайна. Потім подає світловий і звуковий (два довгих) сигнали машиністу ПДМ для під'їзду під завантаження. Після закінчення навантаження самохідного вагона машиніст ГВМ подає звуковий сигнал (три коротких) і машиніст ПДМ від'їжджає від комбайна для розвантаження.

При зарізці необхідно дотримуватися «Інструкції з ОП і ТБ для машиніста ГВМ», «Інструкції з ОП і ТБ для машиніста ПДМ», «Інструкції по експлуатації заводів-виготовлювачів обладнання».

При цьому необхідно стежити за кутом руху комбайна у вертикальній площині, показаннями амперметрів (світлодіодів), не допускаючи перевантаження електродвигунів.

Забороняється під'їжджати самохідному вагону 5ВС-15 до навантажувального органу комбайна правою передньою частиною.

#### **2.4.1.8 Заборонені прийоми роботи**

Забороняється:

- приступати до роботи не провівши огляд робочого місця.
- приступати до роботи при пошкоджених кабелях комбайна і самохідного вагона.
- працювати на комбайні і самохідному вагоні без освітлення.
- працювати на комбайні і самохідному вагоні при неробочій звуковій і світловій сигналізації.
- виробляти рух однієї гусениці при переміщенні комбайна з маневровою швидкістю. Включення тільки однієї гусениці призведе до різкого повороту комбайна і може привести до поломки гідромотора гусеничного ходу.
- при русі комбайна по ухилу вгору або вниз проводити перемикання кінематичної передачі в редукторі гусеничного ходу циліндра одночасно. Це може привести до розриву кінематичного ланцюга мотор-зірка і втрати керуваності комбайном.
- управляти комбайном з кабіни в положенні стоячи.
- передавати керування вагоном іншій особі.
- перебувати в кузові при роботі конвеєра.
- їздити спиною в сторону руху.

- перевозити людей в кузові вагона або на вільному сидінні водія.
- відключати електродвигуни при русі під ухил.
- проводити будь-які роботи з піднятим конвеєром без упору.
- виробляти роботи при несправній системі блокування.
- перебувати у виробці без саморятівників або на відстані більше 3 метрів від них.
- включати механізми до перевірки наявності та роботи захисту від витоку струму.
- залишати самохідний вагон на ухилах без гальмівних башмаків.
- проводити роботи з обслуговування, ремонту обладнання та заміні зубків на комбайні без відключення і блокування електрообладнання.

#### 2.4.1.9 Техніко-економічні показники роботи камери

Кількість робочих відрядників в зміні 3 людини, один МГВМ 6-го розряду, один МГВМ 5-го розряду, один машиніст самохідного вагону 4-го розряду.

Кількість робочих повременщиків в зміні 2 людини, електрослюсар і черговий слюсар.

Визначаємо штат робочих відрядників і почасовиків:

$$N_{\text{від}} = N_{\text{зд}} \cdot N_{\text{зм}} = 3 \cdot 3 = 9 \text{ (чол)} \quad (2.43)$$

$$N_{\text{повр}} = N_{\text{зм}} \cdot (N_{\text{деж. сл}} + N_{\text{ел. сл.}}) + N_{\text{рем. см}} = 3 \cdot 2 + 3 = 9 \text{ (чол)} \quad (2.44)$$

$$N_{\text{яв}} = N_{\text{зд}} + N_{\text{повр}} = 9 + 9 = 18 \text{ (чол)} \quad (2.45)$$

Продуктивність праці робочих складе:

$$P_{\text{т.сд}} = \frac{A_{\text{сут}}}{N_{\text{зд}}} = \frac{1622,1}{9} = 180,2 \text{ т/вих.} \quad (2.46)$$

Продуктивність праці ділянки здобичі визначаємо по формулі:

$$P_{\text{т.доб.уч}} = \frac{A_{\text{сут}}}{N_{\text{яв}}} = \frac{1622,1}{18} = 90,11 \text{ т/вих.} \quad (2.47)$$



Таблиця 2.6 - Розрахунок трудомісткості робіт на зміну

Вид роботи	Одиниці виміру	Встановлена норма виробки	Об'єм роботи за зміну	Потребуєма кількість людей	Тарифна ставка	Торбавитрат на зміну	Розцінка за 1 т, грн
Виймка солі комплексом в т.ч.	т	540,7	540,7	9	24,40	330,24	0,340
Машиніст ГВМ бр.	т	540,7	540,7	1	-	75,70	0,140
Машиніст ГВМ 5р.	т	540,7	540,7	1	-	59,48	0,110
Машиніст ПДМ 4р.	т	540,7	540,7	1	-	48,66	0,090
Ел.слюсарь	год	-	6	1	4,70	28,20	-
Чер.слюсарь	год	-	6	1	4,70	28,20	-
Машиніст ГВМ бр.	год	-	6	1	5,60	33,60	-
Ел.слюсарь	год	-	6	1	4,70	28,20	-
Рем.слюсарь	год	-	6	1	4,70	28,20	-

## 2.4.2 Підготовчі роботи

### 2.4.2.1 Схема проведення виробок, перетин виробок

Підготовчі і капітальні виробки проводяться в монолітному масиві кам'яної солі пласта. Згідно методичних вказівок [4], залежно від фізико-механічних властивостей кам'яної солі кріплення виробок не проводиться. Для оберігання виробок від впливу вмещаючих порід в покрівлі і ґрунті виробок, залежно від їх розташування (вентиляційний або відкатний горизонти) залишаються запобіжні цілики. Виробки пройдені в масиві соляного пласта мають не обмежений термін служби (більше 300 років), термін служби для кожної виробки встановлюється залежно від її призначення при проведенні гірничих робіт.

Для запобігання можливому впливу очисних робіт на капітальні гірничі виробки з великим терміном служби, між ними встановлюються запобіжні целіки: для виробок вентиляційного горизонту не менше 5 м і виробок відкатного горизонту не менше 15 м [4].

По габаритах вибраного транспортного обладнання і необхідним за правилами безпеки зазорам на рівні верхньої кромки транспортного обладнання визначаємо необхідну ширину виробок:

$$B_{\text{пр}} = a + b + m + c + l_{\text{п}}, \quad (2.48)$$

де  $a$  - мінімальна, за правилами безпеки, ширина зазора між кріпленням і конвейером, мм;

$b$  - мінімальна, за правилами безпеки, ширина конвейера, мм;

$m$  - мінімальна за правилами безпеки ширина зазору між стаціонарним обладнанням і рухомим складом, мм;

$c$  - ширина самохідного транспортного обладнання для доставки матеріалів і устаткування, мм;

$l_{\text{п}}$  - мінімальна ширина для проходу людей, мм.

$$B_{\text{пр}} = 400 + 1200 + 400 + 1700 + 700 = 4400 \text{ мм.}$$

Даній умові задовольняють овально-арочна форма перетину виробок перетином  $20,2 \text{ м}^2$ .

Для проведення допоміжних і капітальних виробок використовуємо прохідницько-очисний комбайн Урал-20.

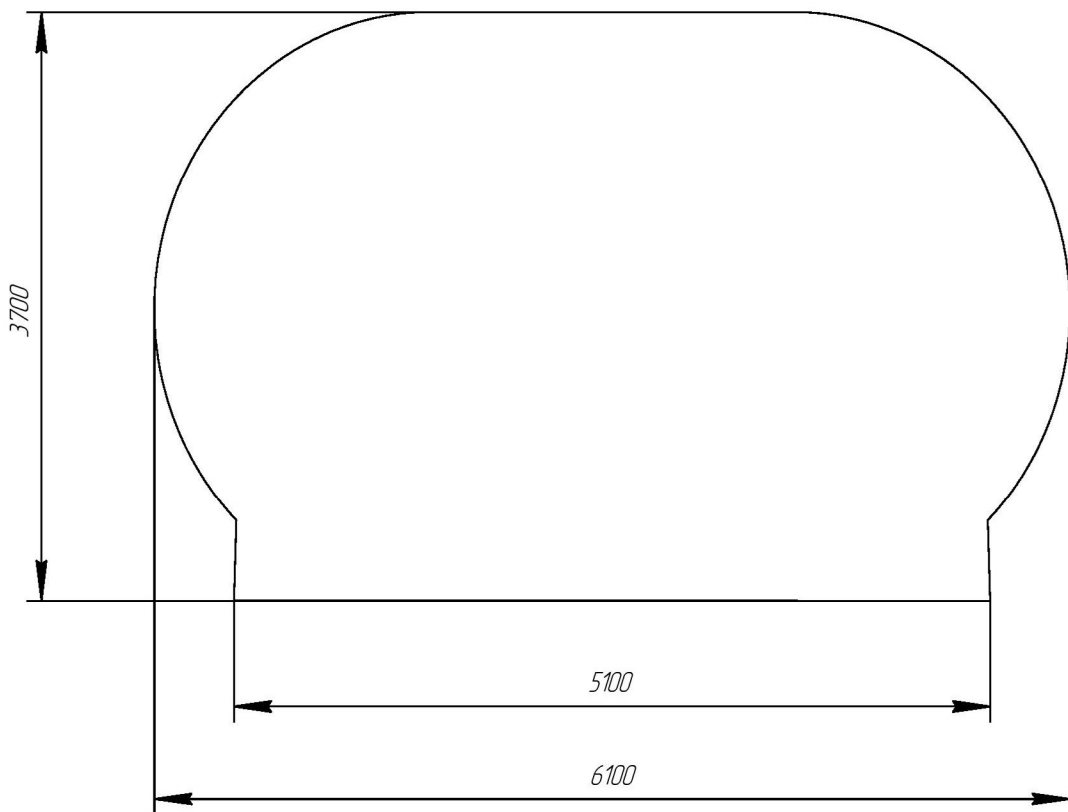


Рисунок 2.1 – Схема перетину виробок

### 2.4.2.2 Кріплення виробок

Враховуючи відсутність постійного кріплення при проведенні виробок, визначаємо мінімальні запобіжні пачки солі в ґрунті і покрівлі пласта.

При розробці Брянцевського пласта мінімально необхідна потужність запобіжної пачки солі в покрівлі гірничих виробок визначається із умови міцності за-снованої на принципі розрахунку по допустимих напруженнях на вигин жорстко закріпленої на кінцях балки.

$$\frac{M}{W} = \frac{\sigma_{\text{изг}}}{n}, \quad (2.49)$$

де  $M$  – момент, що максимально вигинає, Н м;

$W$  – момент опору, м<sup>2</sup>;

$\sigma_{\text{изг}}$  – прибудова міцності при вигині потолочини балки, Па;

$n$  – коефіцієнт запасу міцності.

$$M = 3 \cdot l_n^2 \cdot \gamma_c, \quad (2.50)$$

$$W = 8 \cdot h, \quad (2.51)$$

$$\frac{3 \cdot l_n^2 \cdot \gamma_c}{8 \cdot h} = \frac{\sigma_{\text{изг}}}{n}, \quad (2.52)$$

де  $h$  – потужність запобіжної пачки солі, м;

$\gamma_c$  – питома вага солі, Н/м<sup>2</sup>;

$l_n$  – ширина прольоту виробки, м.

Отже:

$$h = \frac{3 \cdot l_n^2 \cdot \gamma_c \cdot n}{8 \cdot Q_{\text{изг}}} = \frac{3 \cdot 6,1^2 - 2,1 \cdot 10^4 \cdot 3}{8 \cdot 3,5 \cdot 10^6} = 0,25 \text{ м.} \quad (2.53)$$

Згідно [3] мінімальна запобіжна пачка солі в покрівлі і ґрунті гірничих виробок допускається не менше 1 метра.

### 2.4.2.3 Спосіб виїмки солі, вибір прохідницького

Залежно від коефіцієнта кам'яної солі  $f=3$ , приймаємо комбайновий спосіб виїмки гірських порід. Як прохідницьке приймаємо прохідницько-очисний комплекс "Урал-20", що складається з комбайна і самохідного вагону 5ВС-15М. Комбайн використовується як для проходки горизонтальних і похилих, до  $15^\circ$ , капітальних і підготовчих виробок, так і на очисних роботах.

Електричні самохідні вагони типу 5ВС-15М використовуються для доставки солі із забою до солеспуску або перевантажувальних пунктів.

Технічна характеристика прохідницького обладнання приведена в таблицях 2.7 та 2.8.

Таблиця 2.7 – Технічна характеристика комбайна Урал – 20

Найменування	Показник
1	2
Технічна продуктивність (паспортна), т/мин	5,0
Форма перетину	Овально-арочна
Площа перетину, м <sup>2</sup>	20,2
Ширина низом, м	6,1
Висота, м	3,7
Довжина, м	11,5

Таблиця 2.8 – Технічна характеристика самохідного вагону 5ВС – 15М

Найменування	Показник
1	2
Вантажопідйомність, кН	150
Місткість кузова, мі	9,0
Швидкість руху без вантажу, км/ч	9,0
Найбільший ухил шляху, градус	15
Висота розвантаження - регульована, м	0,45 – 1,465
Довжина, м	8,2
Ширина, м	2,5
Висота, м	1,64

#### 2.4.2.4 Складання паспорта проведення виробок

Розрахунок експлуатаційної продуктивності очисного комплексу, що складається з комбайна "Урал – 20" і самохідних вагонів 5BC-15М виконаний згідно методичних вказівок [4] по схемі 2б.

Продуктивність комбайна при виїмці повним перерізом складає 5 т/хв.

Визначаємо критичну відстань доставки солі самохідним вагоном від комбайна до солеспуска, по формулі:

$$L_{кр} = \frac{V}{2} \cdot \left[ \frac{q}{Q_k} - t_p \cdot (1 - K_n) \right], \quad (2.54)$$

де  $V$  – еквівалентна швидкість руху самохідного вагону 5BC-15М, м/хв;

$q$  – вантажопідйомність самохідного вагону, т;

$Q$  – технічна продуктивність комбайна, т/хв;

$K_n$  – коефіцієнт простою комбайна;

$t_p$  – час розвантаження самохідного вагону, хв.

$$L_{кр} = \frac{115}{2} \cdot \left[ \frac{15}{5} - 1,2 \cdot (1 - 0,5) \right] = 201 \text{ м.}$$

Відстань між солеспусками  $L_c = 200$  м, з цього виходить що  $L_c < L_{кр}$ , технічна продуктивність комплексу  $Q_T$  не залежить від відстані доставки і середня технічна продуктивність комплексу по всьому етапу проходки виробок даної довжини знаходиться по формулі:

$$Q_T^{cp} = Q_T = \frac{q}{\frac{L}{V} + \frac{q}{Q_k} + K_n \cdot t_p} = \frac{15}{\frac{200}{115} + \frac{15}{5} + 0,5 \cdot 1,2} = 3 \text{ т/хв.} \quad (2.55)$$

Змінна швидкість проведення виробок комбайном визначається по формулі:

$$V_{cm} = \frac{Q_{cm}}{\gamma \cdot S} \cdot K_n, \quad (2.56)$$

де  $Q_{cm}$  – змінна продуктивність комплексу, т/зм;

$\gamma$  – щільність кам'яної солі, т/м<sup>3</sup>;

$S$  – площа поперечного перетину прохідної виробки, м<sup>2</sup>;

$$V_{\text{см}} = \frac{756}{2,10 \cdot 20,2} = 17 \text{ м/змін.}$$

Час проведення міжкамерної конвейерної збійки визначаємо по формулі:

$$V_{\text{вир}} = \frac{L_{\text{вир}}}{V_{\text{см}}}, \quad (2.57)$$

де  $L_{\text{вир}}$  – довжина виробки, м.

$$V_{\text{вир}} = \frac{185}{17} = 10,8 \text{ змін} \quad (2.58)$$

Відомості про проведення решти виробок зведені в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 – Проведення виробок

Найменування гірничих виробок	Коеф. міцнос- ті	Довжи- на, м	Перетин, м <sup>2</sup>		Об'єм, м <sup>3</sup>	
			У світлі	У проход- ці	У світлі	У проходці
1	2	3	4	5	6	7
Головний конвейє- рний штрек	3	192	20,2	20,2	3878,4	3878,4
Північний венти- ляційний панель- ний штрек 3 яруса	3	1200	20,2	20,2	24240	24240
Міжкамерні кон- вейєрні збійки па- нелі №9	3	185*5	20,2	20,2	18685	18685
Західний вентиля- ційний штрек	3	185	20,2	20,2	3737	3737
Виємочна розсічна I ярусу	3	192	20,2	20,2	3878,4	3878,4

Північний вентиляційний штрек 1 ярусу	3	1200	20,2	20,2	24240	24240
Вентиляційні збіжки панелі №9	3	185*2	20,2	20,2	18685	18685
Західний вентиляційний штрек 1 ярусу	3	185	20,2	20,2	3737	3737
Розрізний штрек камери	3	200	20,2	20,2	4040	4040
РАЗОМ		5404			93910	93910

#### 2.4.2.5 Техніка безпеки

Прохідницька ланка, задіяна на проходженні підготовчих виробок, складається з трьох чоловік.

Перед початком роботи ланковий оглядає забій. Перед приведенням забію в безпечний стан ланковий дає дозвіл машиністу на огляд комбайна і приведення його в безпечний стан.

Забороняється:

- 1 проводити роботи особам без знання паспорта проведення виробок під розпис;
- 2 проводити управління комбайном особам, що не мають посвідчення комбайнера;
- 3 проводити роботи при відставанні вентиляційних труб вище за норми, згідно ПБ відповідно 8 м від забою;
- 4 проводити роботи без знання типової інструкції по безпечних методах робіт для прохідників;
- 5 під час відкатки пересування людей по виробкам.

#### 2.4.2.6 Інші роботи прохідницького циклу

До інших робіт прохідницького циклу відносяться: роботи по прокладці вентиляційних труб, кабельних ліній: силових, освітлювальних і телефонних, доставка матеріалів до забою.

Для кріплення вентиляційного става в виробки за допомогою механічної бурової установки на базі електросвердла СЕР-1М буряться шпури діаметром 42 мм і глибиною 200 мм з кроком 1 м. У шпури забиваються дерев'яні клини, до яких кріплять вентиляційний рукав  $l = 20$  м, для нарощування – 10 м.

Аналогічно проводиться прокладка кабелів. У стінці виробки за допомогою електросвердла СЕР-1М проводиться буріння шпурів з кроком не більше 6 м, забиваються дерев'яні клини і до них кріплять металеві кліпси для кріплення освітлювальних і силових кабелів. Окремо від силових і освітлювальних кабелів прокладається кабель телефонного зв'язку. Дані роботи здійснює машиніст комбайна 5 розряду паралельно виробництвом кам'яної солі.

Доставка матеріалів до забою (вентиляційні труби, ріжучі зубки, матеріали і інше) здійснюється самохідною установкою для доставки матеріалів, типу 1В0М-1.

#### 2.4.2.7 Техніко-економічні показники проведення виробок

Кількість прохідників в змінній ланці визначається наступне: один МГВМ 6-го розряду, один МГВМ 5-го розряду, машиніст самохідного вагону 4-го розряду. Приймаємо 3 людини.

Явочний склад комплексної добової бригади визначаємо по формулі:

$$n_{\text{я}} = n_{\text{см}} \cdot n_{\text{пр}} = 3 \cdot 3 = 9 \text{ чол.} \quad (2.59)$$

де  $n_{\text{зм}}$  – кількість змін по прохідницьких роботах;

$n_{\text{пр}}$  – кількість прохідників в зміні, що приймається, чол.

$$n_{\text{я}} = 3 \cdot 3 = 9 \text{ чол.}$$

С склад добової бригади визначаємо по формулі:

$$n_{\text{сс}} = n_{\text{я}} \cdot K_{\text{сп}}, \quad (2.60)$$

е  $K_{\text{сп}}$  – коефіцієнт складу.

$$n_{\text{сс}} = 9 \cdot 1,17 = 11 \text{ чол.}$$

Комплексну норму виробітку визначаємо по формулі:

$$K_{\text{нв}} = \frac{V_{\text{см}}}{n_{\text{пр}}} = \frac{17,0}{3} = 5,6 \text{ м/чол.зміну.}$$

Продуктивність прохідника на вихід визначаємо по формулі:

$$(2.61)$$



$$\Pi = K_{\text{нв}} \cdot K_{\text{сп}} = 5,6 \cdot 1,17 = 6,5 \text{ м/вихід.}$$

Місячна швидкість проходки виробітки визначаємо по формулі

$$V_{\text{мес}} = \frac{T_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}}}{T_{\text{ц}}} \cdot V_{\text{см}} \cdot n_{\text{д}}, \quad (2.62)$$

де  $n_{\text{д}}$  – кількість діб проходки виробки в місяць, дн.

$$V_{\text{мес}} = \frac{6 \cdot 3}{6} \cdot 17,0 \cdot 25 = 1275 \text{ м/міс.}$$

Розраховуємо час і складаємо графік організації робіт.  
Час виїмки маси комбайном визначається по формулі

$$t_{\text{в}} = \alpha \cdot T_{\text{см}}, \quad (2.63)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує час прийому-здачі зміни і резерву часу.

$$\alpha = \frac{T_{\text{см}} - t_{\text{пс}} - t_{\text{р}}}{T_{\text{см}}} = \frac{360 - 20 - 10}{360} = 0,917. \quad (2.64)$$

де  $t_{\text{пс}}$  – час прийому-здачі зміни, хв;

$t_{\text{р}}$  – резервна година, хв.

$$t_{\text{в}} = 0,917 \cdot 360 = 330 \text{ хв.}$$

Графік організації робіт по проведенню виробок комбайном Урал-20 представлений на листі 4 графічної частини.

Таким чином, при швидкості проведення  $V_{\text{зм}} = 17,0$  м/зм виробку плануємо провести за:

$$t_{\text{в}} = \frac{L}{V_{\text{сут}}} = \frac{5404,0}{51,0} = 106 \text{ днів.} \quad (2.65)$$

### 2.4.3 Транспортування солі

Доставка солі від комбайна до солеспуска по камері здійснюється електричним самохідним вагоном типу 5BC-15M на пневматичному ході.

Сіль самохідним вагоном доставляється до солеспуска. Транспортування солі по солеспускам на конвейер здійснюється під дією власної ваги. Завантажувальний пристрій на конвейер виконаний у вигляді прямокутної труби, конвейери мають гасителі швидкості потоку солі, що в свою чергу значно зменшує пилеутворення при завантаженні солі на конвейер. Завантажувальний пристрій є продовженням солеспуска і кріпиться до покрівлі конвейерної виробки анкерами.

Після системою конвейерів сіль транспортується в бункер скіпового стовбура, звідки скіпами доставляється на поверхню рудника.

До допоміжного устаткування відносяться машини для доставки матеріалів і устаткування, засоби для перевезення робочих і цехового персоналу, підйомно-транспортне і інше устаткування.

Для транспортування матеріалів і устаткування по гірничим виробкам проектом передбачене використання машини типу 1ВОМ.

Для перевезення робочих по гірничим виробкам проектом передбачене використання машини для перевезення людей типу 1ВЛГ.

Для монтажу, демонтажу і ремонту устаткування в спеціально пристосованих місцях проектом передбачене використання автомобільного крана.

Опис підземного транспорту:

Дійсним проектом для транспортування здобутої солі з панелі № 9 передбачена комбінована схема підземного транспорту.

З очисних і підготовчих забоїв I і III яруса доставка солі до солеспусков передбачається за допомогою самохідних електричних вагонів типу 5ВС–15. По солеспускам (діаметром 500 мм) самопливом здобута сіль перепускається на стрічкові конвейери, встановлені в гірничих виробках відкатного горизонту.

З очисних і підготовчих забоїв III ярусу сіль від комбайнів доставляється самохідними вагонами 5ВС–15 безпосередньо до пунктів перевантаження конвейерного транспорту і солеспуска, пробуреного з міжкамерної конвеєрної збірки панелі № 9.

По магістральним транспортним виробкам здобута сіль транспортується стрічковими конвейерами в бункер, далі в бункер скіпового стовбура і по скіповому стовбуру в скіпах видається на земну поверхню на солепереробний комплекс.

#### **2.4.3.1 Допоміжне устаткування**

До допоміжного устаткування відносяться машини для доставки матеріалів і устаткування, засоби для перевезення робочих і цехового персоналу, підйомно-транспортне і інше устаткування.

Для транспортування матеріалів і устаткування по гірничих виробках проектом передбачене використання машини типу 1ВОМ.

Для перевезення робочих по гірничим виробкам проектом передбачене використання машини для перевезення людей типу 1ВЛГ.

Для монтажу, демонтажу і ремонту устаткування в спеціально пристосованих місцях проектом передбачене використання автомобільного крана.

Таблиця 2.10 – Технічна характеристика машини для доставки матеріалів і устаткування 1 ВОМ

Параметри	Одиниці вимірювання	Паказники
Вантажопідйомність	т	4
Вантажопідйомність крана	т	1,6
Найбільша висота підйому вантажу	м	5
Кут повороту стріли	градус	200
Тягове зусилля лебідки	кН	не більше 150
Привід		дизельний
Потужність двигуна	кВт	55
Швидкість руху	Км/ч	20
Дорожній просвіт	мм	260
Габаритні розміри		
довжина	м	7,2
ширина		1,672
висота		2,0
Маса	т	8,5

Таблиця 2.11 – Технічна характеристика машини для перевезення людей 1ВЛГ

Параметри	Одиниці вимірювання	Паказники
Місткість кузова	чол	25
Вантажопідйомність	т	30
Привід		дизельний
Потужність двигуна	кВт	55
Швидкість руху	км/ч	20
Дорожній просвіт	мм	260
Габаритні розміри		
довжина	м	8
ширина		1,672
висота		2,1
Маса	т	7,9

### 2.4.3.2 Схема транспорту

Сіль транспортується від комбайнового комплексу по камері самохідним вагоном 5BC-15 до солеспуску ( $d = 500$  мм) через який сіль поступає на стрічковий конвейєр 1Л-100, розташований в міжкамерній конвейєрній збійці, з нього сіль поступає на стрічковий конвейєр 1ЛУ-120, розташований в транспортному штреку, з нього сіль поступає в магістральну транспортну виробку на стрічковий конвейєр 1ЛУ-120, звідки сіль системою стрічкових конвейєрів транспортується до конвейєрного ходку по якому конвейєром 1ЛУ-120 доставляється в бункер скіпового стовбура.

### 2.4.3.3 Техніка безпеки

Основні правила по техніці безпеки є: інструктаж персоналу; використання транспорту тільки за призначенням; дотримання заходів по боротьбі з пилом; усунення несправностей тільки після зупинки устаткування; забезпечення передбачених правилами проходів; захист знімними огорожами всіх частин приводу і на-тяжної станції, перевантажувальних пунктів, місць проходження траси, що обер-таються; надійне заземлення (або занулення); наявність у пульта управління гу-мових килимків і рукавичок; пристрій містків в місцях переходу людей [7].

## 2.4.4 Провітрювання дільниці

Розрахунок витрати повітря для провітрювання рудника виконаний у відпо-відності до інструкції з розрахунку вентиляції гірничих виробок рудників Арте-мівського родовища кам'яної солі [21].

Витрата повітря для провітрювання очисних вибоїв камер проводиться по:

- пиловому фактору;
- найбільшій кількості людей;
- мінімальній швидкості руху повітря в гірничих виробках.

### 2.4.4.1 Розрахунок витрати повітря, необхідного для провітрювання виймкових ділянок

Розрахунок витрати повітря, необхідного для провітрювання виймкових ділянок робимо по:

- найбільшій кількості людей;
- мінімальній швидкості руху повітря в гірничих виробках;
- пиловому фактору.

### 2.4.4.1.1 Розрахунок необхідної кількості повітря для провітрювання прохідницьких тупикових виробок в межах виїмкової дільниці панелі

Витрати повітря по найбільшій кількості людей:

$$Q_{з.п} = 6 \cdot n_{з.п}, \text{ м}^3/\text{хв}; \quad (2.63)$$

де  $n_{з.п}$  – максимальна кількість людей, які перебувають в привибійній зоні виробки, чол. За проектом приймаємо  $n_{з.п} = 6$  чол.

$$Q_{з.п} = 6 \cdot 6 = 36 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Витрати повітря по мінімальній швидкості повітря у виробці:

$$Q_{з.п} = 60 \cdot V_{п \text{ min}} \cdot S, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (2.64)$$

де  $V_{п \text{ min}}$  – середня мінімально допустима швидкість руху повітря в виробці, м/с. Приймаємо відповідно до ПБ  $V_{п \text{ min}} = 0,15$  м/с;

$S$  – площа поперечного перерізу тупикової виробки, проведеної комбайном "Урал-20КС",  $\text{м}^2$ ,  $S = 20,2 \text{ м}^2$ .

$$Q_{з.п} = 60 \cdot 0,15 \cdot 20,2 = 181,8 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Витрати повітря по пиловому фактору:

$$Q_{з.п} = 60 \cdot V_{\text{min}} \cdot S, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (2.65)$$

де  $V_{\text{min}}$  – середня мінімально допустима швидкість руху повітря в виробці для ефективного виносу соляного пилу, м/с. Приймаємо відповідно з діючими ПБ  $V_{\text{min}} = 0,25$  м/с.

$$Q_{з.п} = 60 \cdot 0,25 \cdot 10 = 150 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Кількість повітря для провітрювання прохідницьких тупикових виробок в межах виїмкової дільниці панелі № 8 приймаємо по найбільшому значенню  $Q_{з.п} = 181,8 \text{ м}^3/\text{хв}$ . Тоді необхідна продуктивність ВМП буде дорівнювати:

$$Q_{в} = K_{\text{ут.гр}} \cdot Q_{з.п}, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (2.66)$$

$$Q_{в} = 1,21 \cdot 181,8 = 220,0 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Розрахунок необхідної кількості повітря для наскрізного провітрювання чотирьох камер панелі № 8.

По найбільшій кількості людей, що працюють в камері з урахуванням бригади слюсарів:

$$Q_k = 6 \cdot n_{3,п}, \text{ м}^3/\text{хв}; \quad (2.67)$$

де  $n_{3,п}$  – максимальна кількість людей, що працюють в камері з урахуванням бригади слюсарів, чол. Приймаємо  $n_{3,п} = 7$  чол.

$$Q_k = 6 \cdot 7 = 42 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

По мінімальній швидкості руху повітря в камері:

$$Q_k = 60 \cdot V_{п \text{ min}} \cdot S_{к,с}, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (2.68)$$

де  $V_{п \text{ min}}$  – середня мінімально допустима швидкість руху повітря в виробці, м/с. Приймаємо відповідно до ПБ  $V_{п \text{ min}} = 0,15$  м/с;

$S_{к,с}$  – площа поперечного перерізу комбайнового шару. При ширині камери 16 м і висоті виймаємого шару 1,8 м  $S_{к,с} = 28,8 \text{ м}^2$ .

$$Q_k = 60 \cdot 0,15 \cdot 28,8 = 259,2 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

По пиловому фактору:

$$Q_k = 18,4 \cdot \sqrt{A_{п,к} \cdot S_{к,с}}, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (2.69)$$

де  $A_{п,к}$  – технічна продуктивність комбайна, т/год. Для "Урал-20КС"  $A_{п,к} = 7$  т/год.

$$Q_k = 18,4 \cdot \sqrt{7 \cdot 28,8} = 261,3 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Кількість повітря для провітрювання чотирьох камер панелі № 8 приймаємо за найбільшим значенням:

$$\sum Q_k = 4 \cdot 261,3 = 1045,2 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Розрахункові сумарні витрати повітря для провітрювання виїмкових ділянок складе:

$$\sum Q_{\text{діл}} = Q_v + \sum Q_k, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (2.70)$$

$$\sum Q_{\text{діл}} = 220,0 + 1045,2 = 1265,2 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

#### **2.4.4.2 Розрахунок витрати повітря для провітрювання тупикового забою виробки**

Оскільки розрізні штреки ярусних камер, що готуються, проектом передбачено проходити комбайном "Урал-20 КСА", то розрахунок витрати повітря для

забою тупикої виробки виконаний для забою комбайна "Урал-20 КСА", площа поперечного перетину якого дорівнює  $20,2 \text{ м}^2$ .

Витрата повітря для провітрювання забою тупикової виробки по чиннику мінімально допустимої швидкості руху повітря по виробці визначаємо по формулі:

$$Q_{\text{зп}} = 60 \cdot V_{\text{мін}} \cdot S_{\text{в}} = 60 \cdot 0,15 \cdot 20,2 = 181,8 \text{ м}^3 / \text{мин} = 3,03 \text{ м}^3 / \text{с}. \quad (2.71)$$

Витрата повітря для провітрювання забою тупикої виробки по пиловому визначаємо по формулі:

$$Q_{\text{зп}} = 60 \cdot V_{\text{мін.эф}} \cdot S'_{\text{в}}, \quad (2.72)$$

де  $V_{\text{мін.эф}}$  – мінімальна швидкість повітря для ефективного винесення соляного пилу із забою;

$S$  – різниця між повним перерізом виробки і площею, займаною в призабойній зоні,  $\text{м}^2$ .

$$S'_{\text{в}} = S_{\text{в}} - S_{\text{об}} = 20,2 - 7 = 13,2 \text{ м}^2 \quad (2.73)$$

$$Q_{\text{зп}} = 60 \cdot 0,25 \cdot 13,2 = 198 \text{ м}^3 / \text{хх} = 3,3 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Витрата повітря для провітрювання тупикового забою по найбільшій кількості людей, присутніх в забої, визначаємо по формулі:

$$Q_{\text{зп}} = 6 \cdot n_{\text{л}} = 6 \cdot 6 = 36 \text{ м}^3 / \text{мин} = 0,6 \text{ м}^3 / \text{с}. \quad (2.74)$$

де  $n_{\text{л}}$  – найбільша кількість людей, присутніх в забої, чол.

Витрата повітря для провітрювання забою тупикої виробки прийнята максимальний розрахунковий по пиловому і складає  $Q_{\text{т}} = 3,3 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

#### **2.4.4.3 Розрахунок необхідної подачі вентилятора місцевого провітрювання**

Розрахунок і вибір вентилятора місцевого провітрювання виконаний згідно руководству [9].

Необхідна подача вентилятора місцевого провітрювання визначена по формулі:

$$Q_{\text{ВМП}} = K_{\text{ут.тр}} \cdot Q_{\text{т}}, \quad (2.75)$$

де  $K_{\text{ут.тр}}$  – коефіцієнт витоків повітря через трубопровід.

При довжині трубопроводу 400 м і діаметрі 0,8 м  $K = 1,18$  [9].

$$Q_{\text{ВМП}} = 1,18 \cdot 3,3 = 3,9 \text{ м}^3/\text{с} = 234 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

#### 2.4.4.4 Розрахунок необхідного тиску вентилятора місцевого провітрювання

Тиск вентилятора, що працює на гнучкий вентиляційний трубопровід (депресія трубопроводу)  $h$  визначається по формулі:

$$h = R_{\text{тр}} \cdot \left( \frac{0,59}{K_{\text{ут.тр}}} + 0,41 \right) \cdot Q_{\text{ВМП}}^2, \quad (2.76)$$

де  $R_{\text{тр}}$  – аеродинамічний опір трубопроводу,  $\text{Па} \cdot \text{с}/\text{м}$ .

Для трубопроводу з гнучких вентиляційних труб  $R$  визначається з виразу:

$$R_{\text{тр}} = r \cdot (l_{\text{тр}} + 20 \cdot d_{\text{тр}} \cdot n_1 + 10 \cdot d_{\text{тр}} \cdot n_2), \quad (2.77)$$

де  $r$  – аеродинамічний опір трубопроводу,  $\text{Па} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6$ , при діаметрі трубопроводу 0,8 м  $= 0,158 \text{ Па} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6$ ;

$n_1$  – число поворотів трубопроводу на  $90^\circ$ ;

$n_2$  – число поворотів трубопроводу на  $45^\circ$ .

$$R_{\text{тр}} = 0,158 \cdot (400 + 20 \cdot 0,8 \cdot 1 + 10 \cdot 0,8 \cdot 0) = 65,7 \text{ Па} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^6;$$

$$h = 65,7 \cdot \left( \frac{0,59}{1,18} + 0,41 \right) \cdot 3,9^2 = 909,4 \text{ Па}.$$

Орієнтовно для даних розрахунків ( $Q_{\text{ВМП}} = 3,9 \text{ м}^3/\text{с}$  і  $h = 909,4 \text{ Па}$ ) приймаємо вентилятор ВМ-6.

Остаточний вибір вентилятора проводиться шляхом нанесення розрахункового режиму його роботи ( $Q_{\text{в}}$ ,  $h_{\text{в}}$ ) на графік аеродинамічних характеристик вентилятора (рис. 2.2, А). Для провітрювання слід приймати вентилятор, аеродинамічна характеристика якого проходить через розрахункову ( $Q_{\text{в}}$ ,  $h_{\text{в}}$ ) або лежить вище за неї.



Таблиця 2.12 – Значення депресії залежно від витрати повітря

$Q_B$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	3,9	4,2
$h$	6	13,5	23,9	37,4	53,8	73,2	90,9	105,5

З рис. 2.2 видно, що фактична витрата повітря  $Q_{B,p}=4,15\text{ м}^3/\text{с}$ , а фактична депресія  $h_{B,p}=102\text{ дПа}$ .

В цьому випадку витрата повітря всава ВМП, розташованого у виробці, що провітрюється за рахунок загальної депресії, повинна задовольняти наступній умові:

$$Q \geq 1,43 \cdot Q_{BMP}, \quad (2.78)$$

$$Q \geq 1,43 \cdot 4,15 = 5,9\text{ м}^3/\text{с}.$$

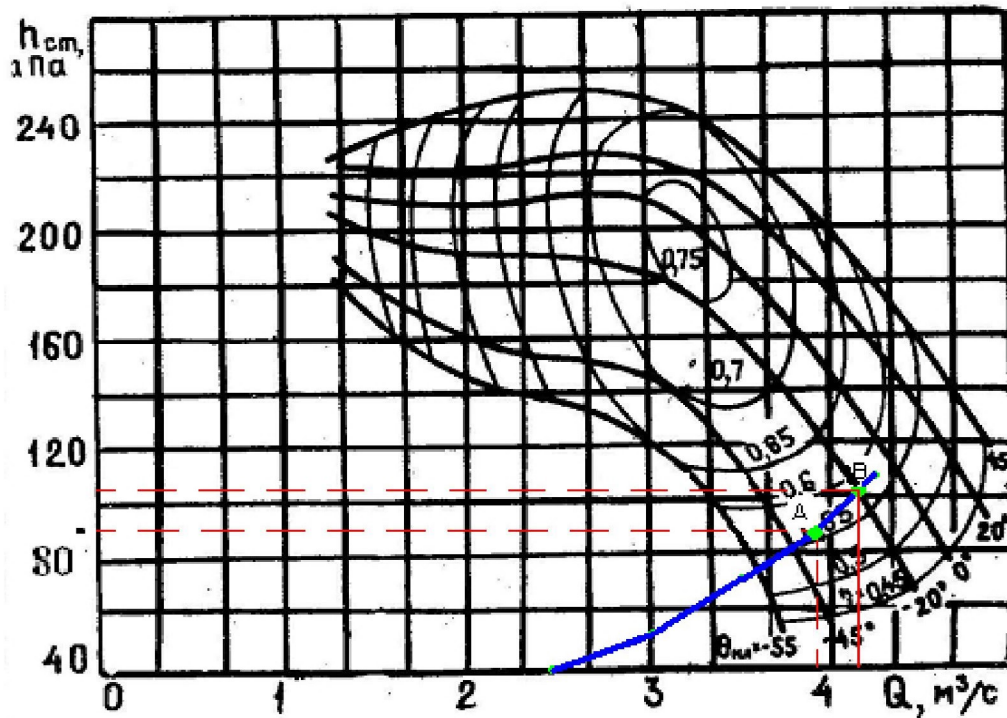


Рисунок 2.2 – Аеродинамічна характеристика вентилятора ВМ-6 при вуглі нахилу лопаток –  $20^\circ$

### 2.4.5 Енергопостачання

Електропостачання підземних дільничних пересувних трансформаторних підстанцій, задіяних для живлення електроприймачів панелі № 11, здійснюється від ЦПП-6 кВ гор. -208 м і гор. -243 м і УРП № 1 гор. -208 м і УРП гор. -243 м.

Живлення споживачів панелі № 11 здійснюється від пересувних дільничних трансформаторних підстанцій, встановлених у межах очисних камер і в панельно-му відкатувальному штреку № 41/42 гор. -243 м, поблизу приводів стрічкових конвеєрів.

Розрахункова потужність трансформатора  $S_p$  (кВА) визначається за формулою:

$$S_p = \frac{K_c \cdot P_{\text{ном } \Sigma}}{\cos \varphi_{\text{ср}}}, \quad (2.79)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт попиту, враховує к.к.д. мережі, одночасність роботи електродвигунів, ступінь їх завантаження та їх ККД .;

$P_{\text{ном}}$  – сумарна встановлена потужність електроприймачів, підключених до підстанції, кВт;

$\cos \varphi_{\text{ср}}$  – середньозважений коефіцієнт потужності електроприймачів при фактичній їх навантаженні.

Коефіцієнт попиту визначається за емпіричною формулою:

- для комбайнів

$$K_c = 0,29 + 0,71 \frac{P_{\text{ном max}}}{P_{\text{ном } \Sigma}}$$

- для інших споживачів

$$K_c = 0,29 + 0,71 \frac{P_{\text{ном max}}}{P_{\text{ном } \Sigma}},$$

де  $P_{\text{ном max}}$  - номінальна потужність, споживана найбільшим електроприймачем, що живиться від підстанції.

Досвід експлуатації показав, що трансформаторні підстанції, потужність яких визначена за вищевказаною формулою, недовантажені, тобто потужність їх завищена. Для корекції розрахунку рекомендується розділити розрахункову потужність  $S_p$  на коефіцієнт можливого використання шахтних дільничних підста-

нцій  $k = 1,25$  і за уточненою таким способом розрахункової потужності  $S_p$  вибрати трансформаторну підстанцію.

$$S_H \geq S_p' = \frac{S_p}{1,25}$$

або

$$S_H \geq \frac{K_c \cdot P_{\text{ном} \Sigma}}{1,25 \cdot \cos \varphi_{\text{ср}}}$$

Результати розрахунку потужності трансформаторних підстанцій, задіяних при відпрацюванні панелі № 11, наведені в таблиці 3.1.

Для живлення електроприймачів напругою 0,66 кВ приймаємо шість трансформаторних підстанцій типу ТСШВП-630/6 та шість трансформаторних підстанцій типу ТСШВП-250/6 (ТСШВП-400/6).

#### Заземлення.

Відповідно до «Єдиних правил безпеки ...» заземленню підлягають металеві частини електротехнічних пристроїв, що не знаходяться під напругою, але які можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції, а також трубопроводи, сигнальні троси та ін., розташовані в виробках, в яких є електричні установки та проводки.

Заземлення повинно виконуватися відповідно до «Інструкції по влаштуванню, огляду і вимірювання опору шахтних заземлень».

Збірні заземлюючі шини виконуються із сталеві штаби Сечені третьому не менше 25x4 мм і з'єднуються з існуючим контуром заземлення. Місцеві заземлювачі в умовах соляних шахт не виконуються.

Кожен агрегат, що підлягає заземленню, приєднується до загального контуру заземлення за допомогою окремого відгалуження зі сталі перерізом не менше 50 мм<sup>2</sup> або міді перерізом не менше 25 мм<sup>2</sup>. Для пристроїв зв'язку та сигналізації допускається приєднання апаратів до контуру сталевим або мідним дротом перерізом відповідно не меншим 12 і 6 мм<sup>2</sup>.

Заземлення корпусів пересувних механізмів, приєднаних до се-ти гнучкими кабелями, здійснюється за допомогою заземлюючих жил кабелю.

При відпрацюванні камери за допомогою відгалужень з подальшим приєднанням до існуючого контуру заземляються пересувні трансформаторні підстанції. Решту обладнання заземлюється за допомогою заземлян жив гнучких кабелів, якими вони підключаються до трансформаторним підстанцій.

Загальний перехідний опір мережі заземлення не повинен перевищувати 2 Ом, а електричний опір заземлюючого проводу між пересувним механізмом і місцем його приєднання до загальної заземлюючих-щей мережі не повинно перевищувати 1 Ом.

## 2.5 Охорона праці

### 2.5.1 Комплексне знепилювання

Прийняте проектом розташування вентилятора на вихідному струмені після рассолосборника сприяє максимальному насиченню рудникового повітря вологою, а значить, і максимальному його очищенню від соляного пилу.

Таким чином, прийнята проектом схема провітрювання гірничих виробок ділянок сприяють поліпшенню умов їх провітрювання і видалення соляного пилу з підготовчих і очисних вибоїв.

Знепилююча дія вентиляції визначається двома спільно діючими факторами: розрідженням пилової хмари чистим повітрям під дією турбулентної дифузії і виносом пилу з провітрюємого простору.

Враховуюче, що значна запиленість атмосфери приурочена до зон дії джерел пилоутворення, на руднику передбачені заходи щодо підвищення ефективності провітрювання цих зон.

При проведенні виробок тупиковим забоєм комбайнами передбачена схема знепилюючого провітрювання за допомогою вентиляторів місцевого провітрювання, що працюють на нагнітання за рахунок ефективної швидкості руху струменя повітря в привибійній зоні по фактору "пил" відповідно до «Інструкції з розрахунку вентиляції гірничих виробок рудників Артемовського родовища кам'яної солі» [21].

Боротьба з пилом в очисних вибоях здійснюється за допомогою наскрізного провітрювання за рахунок загальношахтної депресії, веденням гірничих робіт в напрямліні руху свіжого повітря і забезпечення ефективної швидкості його руху по фактору "пил".

Крім того, на руднику передбачено використання засобів пиловідсмоктування, пиловловлювання та ізоляції привибійного простору, якими обладнані комбайни «Урал-10КСА» і «КПО-10,5А».

### 2.5.2 Питне водопостачання

Робітники забезпечуються питною водою від питної точки, розташованої на вентиляційному стовбурі або індивідуальними флягами з газованою водою. Індивідуальні фляги повинні бути забезпечені ременями для носіння, мати ємність не менше 0,75 л і заповнюватися водою централізовано на питній станції або в адміністративно-побутовому корпусі.

Бачки з газованою водою колективного користування доставляються в підземні виробки персоналом станції приготування газованої води. Бачки з газованою водою і ящики з двома відділеннями для чистих і використана паперових стаканчиків, встановлюються в місцях інтенсивного руху робітників.

Бачки повинні не рідше одного разу на тиждень промиватися та дезінфікуватися.

### 2.5.3 Асенізація

В гірничих виробках пристовбурного двору передбачена установка пересувний збірної підземної вбиральні з двома прийомними судинами ємністю 80 л кожна.

Щодня вбиральня повинна дезінфікуватися, а прийомні судини регулярно очищатися на зливній станції, розташованій на поверхні. Зливна станція повинна бути обладнана хлораторною установкою, внутрішнім водопроводом і підключена до мереж госпфекальної каналізації.

### 2.5.4 Медична допомога та санітарно-побутові умови

На руднику організований медичний пункт, в якому повинні обслуговуватися підземні робочі.

Всі підземні робітники повинні бути забезпечені індивідуальними перев'язувальними пакетами в міцній водонепроникній оболонці. Особи технічного нагляду повинні мати при собі під час роботи не менше двох таких же індивідуальних перев'язувальних пакетів.

Підземні робітники, особи технічного нагляду повинні бути навчені наданню першої долікарської допомоги.

Аптечки першої допомоги повинні знаходитися в пристовбурних дворах, в складі ПММ, в камері ремонту машин, в камері стоянки машин, біля перевантажувальних пунктів, на вентиляційному горизонті біля солеспусків.

У пристовбурних дворах повинні бути носилки, пристосовані для установки їх в машині швидкої допомоги.

Санітарна характеристика виробничих процесів відповідно до СНіП 2.09.04-87 "Адміністративні і побутові будівлі» відносяться до групи 1в – процеси, що викликають забруднення речовинами 3 і 4-го класів небезпеки тіла і спецодягу, що видаляється з застосуванням спеціальних миючих засобів.

Для цієї групи потрібна установка:

- душа з розрахунку 5 осіб на 1 сітку;
- умивальника з розрахунку 20 осіб на 1 кран;
- роздільного гардероба вуличного і робочого одягу;
- хімчистки або прання спецодягу.

Робочі ПВГП як і всі робочі підземних ділянок користуються побутовими приміщеннями, наявними на руднику.

Температура повітря в гірничих виробках постійна і становить + 14-16°C.

Для забезпечення безпечних умов експлуатації обладнання і поліпшення умов праці передбачається, при необхідності, підігрів струменя повітря, що надходить через вентиляційний стовбур, калориферним пристроєм, що забезпечує підтримання температури повітря нижче 5 м сполучення каналу калорифера зі стволом шахти не менше + 20°C. Теплоносій на калорифер подається від котельні.

## 2.6 Спеціальна частина проекту. Розробка заходів щодо боротьби з пилом у виробках видобувної дільниці

Масштабне вживання машинної (комбайновою) технології видобутку кам'яної солі на копальнях ДП «Артемсіль», що повністю виключає буропідривно відбійку, відноситься до 1985-1987 рр. Одночасно з цим виникла серйозна проблема боротьби з пилом в комбайнових вибоях.

Основними джерелами пилоутворення на соляних рудниках при машинній технології є: робочі органи комбайна, що руйнують кам'яну сіль; пункти перевантаження солі з комбайна в бункер-перевантажувач і в самохідний вагон (зона очисного забою); місце вивантаження солі з вагону в солеспускну свердловину (горизонт виймального шару в камері); місце випуску солі зі свердловини на конвеєр виробки (транспортний горизонт) і далі по ланцюжку конвеєрних ліній – пункти перевантаження з конвеєра на конвеєр.

Першочергова увага приділяється робочим місцям привибійних зон очисних і підготовчих вибоїв, а також перевантажувальним пунктам, де обслуговуючий персонал знаходиться протягом всієї зміни.

Проведення підготовчих і нарізних (перший хід верхнього шару камери) виробок тупиковим вибоєм супроводжується найбільш високою запиленістю рудникової атмосфери. На руднику № 7 при роботі комбайна «Урал-20КС» вона складала в середньому  $210 \text{ мг/м}^3$  при роботі вентилятора місцевого провітрювання на нагнітання. При роботі комбайна типу 4ПП-2М запиленість в середньому складала в тих же умовах провітрювання  $\sim 1400 \text{ мг/м}^3$  (граничні значення –  $20-6026 \text{ мг/м}^3$  залежно від висоти виконавчого органу).

Вимірювання запиленого повітря в зоні роботи виконавчого органу комбайнів типа «Урал» за захисним щитком показало, що концентрація пилу досягає  $4300-4500 \text{ мг/м}^3$ .

При завантаженні солі в самохідний вагон за комбайном «Урал-10КС» на цьому руднику, на робочому місці машиніста вагону середня запиленість повітря складала  $530 \text{ мг/м}^3$ , тобто була вище в 2,5 рази, чим на робочому місці машиніста комбайна. Слід зазначити, що при веденні очисних робіт проти напрямку руху свіжого струменя різко (до 2 разів) збільшується запиленість на робочих місцях привибійної зони [1].

Дані вимірів запиленості повітря в очисних вибоях камер рудників ДП «Артемсіль» приведені в [1]. Згідно з «Єдиними правилами безпеки при розробці рудних, нерудних і розсипних родовищ підземним способом» [2], куховарська сіль може бути віднесена до інших видів мінерального і рослинного пилу що не містить  $\text{SiO}_2$  і домішок токсичних речовин, і її гранично-допустима концентрація (ГДК) складає  $10 \text{ мг/м}^3$ ; ця величина прийнята і для розрахунків пов'язаних з вентиляцією і знепиленням. Проте за даними Донецького науково-дослідного інституту гігієни праці і професійних захворювань ГДК соляного пилу в повітрі робочих зон не повинна перевищувати  $5 \text{ мг/м}^3$ .

З аналізу даних таблиці і норм ГДК соляного пилу можна зробити наступні висновки:

- концентрація пилу, що поступає з повітряподавальної виробки в гирлі ка-

мер в 2-6, а інколи в 11 разів перевищувало ГДК ( $\text{ГДК} = 10 \text{ мг/г}^3$ );

- запиленість на робочому місці машиніста комбайна перевищувала норму ГДК в 13,3-29 разів при напрямі роботи комбайна по свіжому струменю;

- при роботі комбайна проти руху свіжого струменя перевищення ГДК досягало 60 разів;

- в місцях перевантаження солі з комбайна в самохідний вагон або бункер-перевантажувач ГДК перевищувалася в 35-46, а інколи до 75 разів.

Порівнюючи концентрацію пилу в зоні роботи виконавчого органу комбайнів типу «Урал» за захисним щитком і перед ним можна зробити висновок про те, що наявність обгороджування значно покращує пилову обстановку в очисних вибоях при сквозному провітрюванні.

Багатолітня практика роботи в умовах соляних виробництв не зареєструвала жодного випадку професійного захворювання робітників пневмоконіозами. В той же час вважати соляний пил нешкідливим, як доводить ряд джерел [3, 4, 5, 6], не можна.

Встановлено [5], що концентрація соляного пилу у виробничій атмосфері до  $38 \text{ мг/м}^3$  не викликає суб'єктивного роздратування слизистих оболонок. Дія ж високої концентрації пилу на робітників викликає роздратування слизистих оболонок носа, рота, очей, жадаю, поніженням апетиту, печію і ін. Є данні [5], що аерозоль  $\text{NaCl}$  відкладається при вдиханні пилу не в легенях, а в бронхах. При вдиханні соляний пил розчиняється і потрапляє в кров. Підвищення концентрації солі в крові викликає відтік води з тканин, який супроводжується відчуттям спраги, що приводить до ясного вжитку води. Постійне розбавлення шлункового соку рефлекторно компенсується його гіперпродукцією, що може привести до захворювання гастритом. Постійний вжиток солі більше 15-25 г за добу (при допустимому вжитку для здорової людини до 10 г/добу) може привести до гіпертонічної хвороби [4].

У роботі [4] приведений статистичний аналіз захворюваності робітників на калійних рудниках. Показано, що в робітників, пов'язаних з постійним перебуванням в запиленій атмосфері (машиністи комбайнів, бурильники і так далі) показник захворюваності (грип, ангіна, катар верхніх дихальних шляхів, бронхіт, флегмони, туберкульоз органів дихання, запалення легенів) в середньому в 1,95 разу вище, ніж в трудящих з епізодичним перебуванням в запиленій атмосфері. Найбільш високий відсоток захворюваності хронічним бронхітом спостерігається у машиністів комбайнів – 17,5 %, для порівняння – у електрослюсарів – 3,5 %.

Трудовтрати через загальну захворюваність закономірно зростають з підвищенням запиленості на робочих місцях. В умовах з підвищеною запиленістю число випадків і тривалість трудовтрат істотно зростає зі збільшенням стажу роботи.

Приведені короткі дані про вплив соляного пилу на організм людини і несприятлива пилова обстановка на соляних рудниках із застосуванням машинної технології, свідчать про необхідність розробки і впровадження технологічних і технічних заходів щодо зниження запиленості в комбайнових вибоях і, особливо, на робочих місцях машиністів.

В результаті багатолітньої роботи, пов'язаної з вивченням і вирішенням

проблеми боротьби з соляним пилом було розроблено багато різних способів і заходів по знепиленню. Проф. І.І. Медведєв [4] розділяє всі способи знепилювання на дві групи: активні і пасивні.

Активні способи діляться на дві підгрупи: способи мокрого пилопридушення і відсмоктування з подальшим уловлюванням. Остання підгрупа, у свою чергу, підрозділяється на способи мокрого пиловловлювання в різних апаратах або у фільтрах з рідким середовищем і сухі способи пиловловлювання в циклонах, на фільтрах різного типу або з відведенням пилу у вироблений простір.

Способи мокрого пилопридушення включають: зрошування водою; гасіння повітряно-механічною піною; водоповітряне душировання; вживання пару низьких температур і, для певних геологічних умов, нагнітання води в масив.

Пасивні способи зниження запиленості реалізуються організаційними заходами. Це – герметизація (укриття) місць пилопридушення; протипилова вентиляція, тобто забезпечення виробок і робочих місць достатньою кількістю повітря з ефективною швидкістю його руху; локалізація основних очагів пиловиділення повітряною завісою, що не дозволяє поширенню пилової хмари в зону робочих місць; удосконалення технологічних процесів і ін.

До активних способів боротьби з пилом відносяться безпосередня дія на пил з метою запобігання утворенню витаючого пилу і уловлювання пилу, що вже утворився, в рудниковій атмосфері.

Проведемо аналіз деяких з них.

Гасіння повітряно-механічною піною. Цей спосіб характеризується: високою змочуючою здатністю; значно меншою в порівнянні з іншими способами витратою рідини; екрануючою дією; здатністю ефективнішої локалізації мілкодисперсного пилу. Вживання цього способу в умовах кам'яносоляних шахт неприемлемо в даний час, оскільки всі відомі піноутворювачі токсичні.

Зрошування водою з використанням форсунок механічної дії. Цей спосіб використовується в серійних зрошувальних системах комбайнів, що випускаються для вугільної промисловості. Потрібна витрата води складає 20-50 л/хв на 1 т корисної копалини. Такі великі витрати води в умовах агресивного сольового середовища приводять до перезволоження видобутої солі, що приводить до того, що сіль злежується і створюються складнощі при подальшій переробці, підвищеного корозійного зносу обладнання, цементації посадочних гнізд під різці та інш.

Пневмогідрозрошення (ПГЗ). Цей спосіб найбільш розроблений і випробуваний на соляних рудниках при машинній технології видобутку. Суть способу заключається в тому, що розпиляють воду форсунками з використанням стислого повітря. Дана система володіє порівняно низькою витратою води 1,3-1,7 л/хв і високою ефективністю пилопридушення 85-95 %. Не дивлячись на явні переваги ПГЗ, ні на одному з солерудників ця система не використовується. Це, раніше всього, пояснюється організаційними труднощами, пов'язаними із забезпеченням комбайнових вибоїв водою і стислим повітрям. Крім того, даній системі прісущі недоліки вищеперелічених систем, зв'язані із застосуванням води в агресивних умовах сольового середовища.

Пилеподавлення паром низьких температур. Випробування дослідних зразків систем пилопридушення з парогенераторами різних конструкцій на калійних



рудниках показали їх найбільш високу ефективність (до 98 %) порівняно з іншими способами при витраті води для пароутворення до 1,5 л/хв. В той же час, через відсутність виробництва парогенераторів і тих же організаційних складностей, що і при використанні ПГЗ, цей спосіб доки не набув широкого поширення на рудниках.

Сухе знепилювання. В даний час всі прохідницькі і прохідницько-очисні комбайни оснащені пилевідсмоктувальними установками. Але ефективність їх роботи в умовах соляних рудників вельми низька. Причиною цього являється неповне уловлювання пилу по перетину виробки через обмеження спектру всмоктування. Спектр всмоктування вентиляторів не перевищує 1,5-2,0 діаметра його приймального отвору, що складає 0,7-1,0 м [4]. Оскільки розміри пиленесущих вихорів значно перевищують розміри спектру всмоктування, забір запиленого повітря в одній точці не може вирішити проблему відсмоктування всього пилу, що утворюється біля робочого органу комбайну і інших джерел запилення. Через низьку ефективність (20-30 %) і високий шум при роботі вентиляторів відсмоктування робітники їх відключають, що ще більш посилює обстановку в вибоях.

Таким чином, проблема пилопридушення при машинному видобутку кам'яної солі в даний час є вельми актуальною. Вирішенням даної проблеми могло б бути створення досконаліших способів пилопридушення, в яких в максимально можливій мірі враховувалися б фізико-хімічні властивості кам'яної солі в умовах родовища рудників ДП «Артемсіль», а також не мали місця недоліки, властиві способам, описаним вище.

Боротьба з пилом в транспортних виробках.

Хімічне зв'язування пилу в транспортних виробках рудників.

Для боротьби з вторинним пилоутворенням в транспортних виробках зазвичай використовується зрошення ґрунту виробок водою за допомогою поливальних машин. Однак ефективність зрошення невелика, особливо в холодну пору року. Тому, що земля виробок погано очищена від соляної дрібниці, а глибина проникнення води в неї не перевищує 1-2 см, то вже через 2-3 години при русі автотранспорту знову відбувається інтенсивне взметивання пилу.

Для більш ефективної боротьби з вторинним пилоутворенням застосовують спосіб хімічного зв'язування пилу шляхом введення відповідних хімічних добавок в воду, що використовується для поливу ґрунту виробок. Дослідно-промислові випробування способу хімічного зв'язування пилу були проведені на головному транспортному штреку південно-східного напрямку гор. -430 м рудника РУ-1 РУП ПО «Білоруськалій» [25]. Випробування проводилися на ділянці з найбільш несприятливими пиловими умовами (східного ходку, між збійками 13 і 14, 14 і 15). Довжина контрольної ділянки становила близько 200 м. Відстань ділянок вимірів від воздухопадаючого стовбура становила 3,5 км. Головною метою випробувань було зниження вмісту пилу в транспортних виробках за рахунок більш ефективного поливання ґрунту виробок, що забезпечується введенням спеціально підібраних сполучних добавок в воду для поливання. Оцінювалася ефективність пилоподавлення при використанні наступних розчинів:

- звичайної води;

- відходів нафтопродуктів, отриманих після миття автотранспорту в підземному гаражі (концентрація нафтопродуктів 80 мг/дм<sup>3</sup> або 0,8%);
- 5%-вого водного розчину хлориду натрію (NaCl);
- 5%-вого водного розчину хлориду натрію з добавкою поверхнево-активної речовини - ПАР (1% -ного розчину оксанола ОС-18, що використовується при флотації шламів).

Витрата води (розчинів) був звичайним для рудника: 1 л на погонний метр.

Для створення підвищеної запиленості повітря на ділянках вимірів перед кожною серією вимірів протягом 3-6 хв вироблялося штучне погіршення пилової обстановки за допомогою 4-кратного прогону по досвідченому ділянці поливальної машини ТАМ-80 Т 50.

В цілому був проведений 121 замір запиленості повітря. Результати вимірів запиленості повітря при поливанні ґрунту транспортного штреку різними розчинами наведені в табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Результати вимірів запиленості повітря при поливанні ґрунту транспортного штреку різними розчинами

Характер обробки ґрунту вироблення	Зміст пилу, кг / м <sup>3</sup> (середнє)						%
	Час відбору проб після поливання, ч						
	фон	0	1	2	3	24	
Після поливання ґрунту водою	41,6	14,16	8,0	45,6	53,3		
Після поливання відходами нафтопродуктів	58,3	9,16	16,5	16,3	-	34,0	67,4
	62,0	21,0	29,9	21,3	-	-	61,2
Після поливання 5% -ним розчином NaCl	493,3	38,0	25,5	42,5	-	69,2	92,2
	594,3	18,5	25,0	25,9	-	44,4	95,2
Після поливки 5%-ним розчином NaCl і 1%-ним розчином ПАВ	179,3	9,5	11,1	13,0	—	-	93,8
	249,4	13,0	18,8	71,4	-	-	86,2

Необхідність оцінки ефективності пилоподавлення таким способом викликана дуже великою різницею початкового рівня запиленості повітря в різні дні і на різних ділянках траси і некоректністю користування в зв'язку з цим абсолютної різницею величин пилосодержання. У різні дні замірів кількість повітря, що проходить по східному ходку головного південно-східного штреку варіювалося від 329,4 до 1026,2 м<sup>3</sup>/хв, вологість повітря становила 40-41%. Аналіз даних табл. 3.1 показує, що ефективність боротьби з пилом при використанні для поливання різних розчинів складала:

- звичайна вода - 13,9 %;
- вода з нафтопродуктами - 61,2-67,4 %;
- вода з хлоридом натрію - 92,2-95,2 %;
- вода з хлоридом натрію і ПАВ - 86,2-93,8 %.

Незважаючи на високі показники ефективності боротьби з пилом при використанні 5%-ного водного розчину хлориду натрію (мабуть, через дуже високого початкового вмістом пилу), найбільш переважно, на наш погляд, застосування розчинів з ПАР і з відходами нафтопродуктів. Навіть візуально ґрунт ділянок штреку, оброблена водою з хлоридом натрію і ПАР, має більш темний (маслянистий) вид протягом декількох днів після поливання. Пил, змочена водою із залиш-

ками нафтопродуктів і ПАР, має вигляд великих досить міцних гранул, в той час як пил, оброблена водою або водним розчином хлориду натрію, являє собою тонку скоринку (пластинки), які руйнуються при русі автотранспорту та людей по виробці. Таким чином, використання спеціально підібраних хімічних речовин (сполучних), що додаються в воду для поливання ґрунту транспортних виробок, забезпечує різке зниження вмісту пилу в атмосфері виробок. Вже через 2 години після поливання виробок звичайною водою вміст пилу досягає початкового (фонового) рівня, дія ж водних розчинів з добавками має місце практично протягом цілої доби.

Навіть якщо оцінювати зниження вмістом пилу протягом двох годин після поливання, то при застосуванні звичайної води ставлення  $= 1,8$ , при застосуванні води із залишками нафтопродуктів зниження рівня запиленості становить 3,4, водного розчину 5% -ного хлориду натрію - 19,8, водного розчину NaCl з добавкою ПАР - 11,6. Іншими словами, навіть за 2-годинний інтервал часу ефективність пилоподавлення при використанні води з добавками вище в порівнянні зі звичайною водою в 1,9-11,0 раз.

Оцінюючи складність приготування різних розчинів і ефективність їх застосування, слід рекомендувати наступне:

- на віддалених від повітроподавальних стовбурів ділянках шахтних полів з важкої пилової обстановкою необхідно постійне додавання в'язучих речовин для поливання ґрунту виробок;

- найбільш простим і досить ефективним є використання води із залишками нафтопродуктів, яка в досить великих кількостях (до 3 м<sup>3</sup>) постійно накопичується в місці замивання автотранспорту;

- застосування води із залишками нафтопродуктів, водних розчинів хлориду натрію з добавкою поверхнево-активних речовин (оксанола, емульсолів і ін.) Або змочувача типу ДБ вимагає обладнання спеціальної станції заправки поливальних машин, що включає ємність для води і реагентів, механічний перемешиватель і насос для подачі водних розчинів в баки поливальних машин;

- для більш ефективного поливання ґрунту виробок доцільно зміна конструкції зрошувачів, що встановлюються на машинах типу ТАМ-80Т50: крайні бічні форсунки повинні бути розгорнуті (або додані до наявних) таким чином, щоб водою прибивають пил в пристеночній частині виробки. При існуючій розстановці форсунок ця несмоченная пил постійно здійснює при русі автотранспорту, навіть незважаючи на добре политу проїжджу частину вироблення.

Пилопридушення на комбайні.

Пилопридушення з використанням пара.

Суть методу полягає в подачі в зону пиловиділення водяної пари, що виробляється в парогенераторній установці [26]. При взаємодії водяної пари з витають гігроскопічними частинками калійної руди відбувається активне вологонасичення частинок, що супроводжується процесами конденсаційного і коагуляційного зростання частинок з подальшим випаданням їх з повітря в осад з прискоренням сили тяжесті.

Система пилоподавлення паром (рис. 2.3) стосовно до комбайна «Урал-

20КСА» включає парогенератор, що подає пар по паропроводах 11 через форсунки 3, встановлені на щиті 2, в зону виконавчого органу 1. Вода в парогенератор б подається з бака 8 за допомогою насосної установки 9. Для управління установкою застосовані станція управління 4, сигнальна сирена 5 і блок управління 10, встановлений на пульті управління комбайна. Парогенератор б, бак для води 8 з насосною станцією 9, станція управління 4 і сирена 5 розташовані на бункері-перев жателе 7, що працює в комплексі з комбайном.

Парогенератор складається з металевого корпусу з теплоізолюваними стінками, в нижній частині якого встановлені електричні нагрівальні елементи. Заливка води в парогенератор здійснюється через спеціальну горловину, а відвід пару до місць пилоподавлення - через вентиль. Для безпечної роботи парогенератор обладнаний запобіжним клапаном, манометром, датчиком температури і водомірним склом. При ємності парогенератора 0,2 м<sup>3</sup> загальна потужність нагрівальних елементів становила 24 кВт, що забезпечувало випаровування 0,5 л води в хвилину. Підведення пара до джерел пилоутворення проводився за допомогою трубопроводів у вигляді дюрітових шлангів діаметром 25 мм. Експериментальні дослідження способу пилопригнічення за допомогою пари на комбайнах типу «Урал-20КС» показали його високу ефективність. При зниженні рівня пилу на робочому місці машиніста до рівня, близького до вимог санітарних норм, питома витрата води для утворення необхідної кількості пара склав 0,42 л / т, т. Е. Є найменшим порівняно з іншими розглянутими способами. При такому витраті води нормальна робота пилоприбивної системи протягом зміни забезпечується за рахунок установки ємностей для води безпосередньо на комбайні або бункері-перевантажувач з періодичної їх заправкою.

Пилопридушення при бурінні солеспусків.

Пилопридушення на бурових каретках.

При роботі бурових кареток джерелом пилоутворення є гирло шпуру, з якого в процесі буріння видається бурова дрібниця. Практика і дослідження показали, що в цих випадках, в залежності від режимів буріння кута нахилу шпурів і свердловин, конструкції бурових машин і застосовуваних способів видалення бурової дрібниці, запиленість на робочому місці бурильника перевищує санітарні норми в десять і більше разів. Найбільша запиленість (до 1500 мг / м) спостерігається при бурінні з продувкою шпурів і свердловин стисненим повітрям, а найменша - при бурінні спрямованих вниз шпурів з використанням шнекового способу видалення бурової мілочи.

До середини 60-х рр. ХХ століття все бурові машини, що застосовуються для буріння шпурів і свердловин в калійних рудниках СРСР, які не були обладнані засобами для боротьби з пилом. Перші спроби застосування засобів пилоподав-

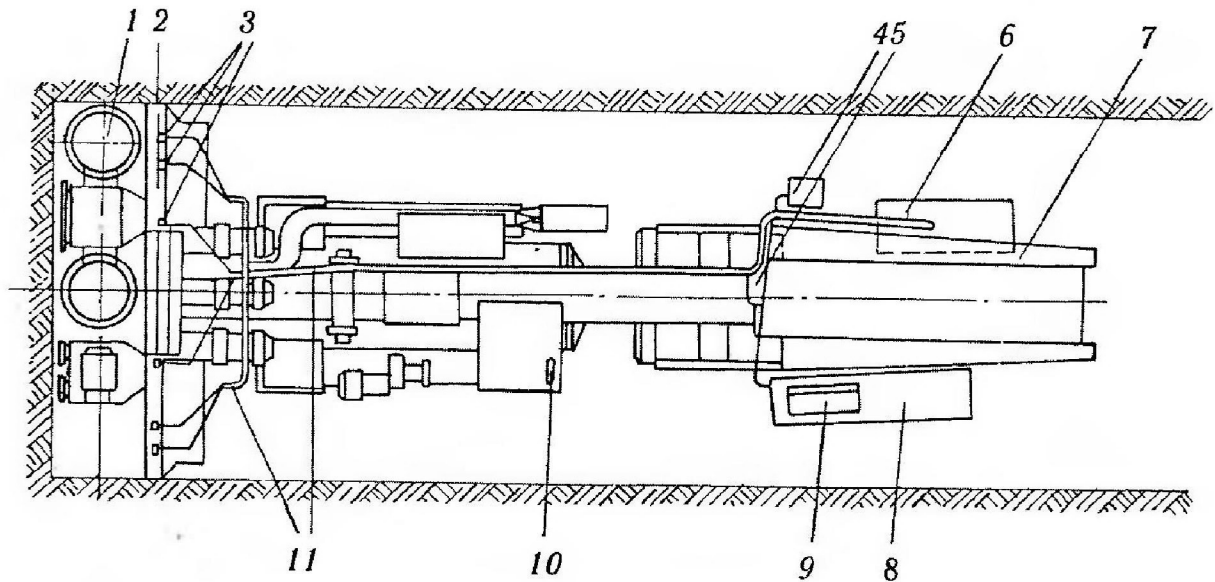


Рисунок 2.3 – Система пилопридушення паром на комбайні Урал-20КСА:

- 1 – робочий орган;
- 2 – щит комбайна;
- 3 – форсунки;
- 4 – станція управління;
- 5 – сигнальна сирена;
- 6 – парогенератор;
- 7 – бункер-перевантажувач;
- 8 – бак для води;
- 9 – насосна установка;
- 10 – блок управління;
- 11 – паропровід

лення були зроблені в 1965-67 рр. на бурових каретках типу КБС-3 і БК-2, які застосовувались на Верхнекамських рудниках. В якості засобів боротьби з пилом були застосовані пилоуловлювальні ковпаки, виготовлені за кресленнями ВостНІІ і призначені для збору бурової дрібниці у гирла шпурів і відведення її за гумовотканинному шлангу на grunt вироблення. Проведені випробування показали їх дуже малу ефективність. Дослідження, проведені в наступні роки фахівцями Тбіліського науково-дослідного інституту охорони праці (ВНІОТ), Пермського політехнічного інституту, Уральського філії ВНИИГ (ВАТ «галургії»), інституту «Пермгіпрогормаш» і ін., Дозволили виявити найбільш ефективні способи боротьби з пилом при бурінні калійних солей і створити промислові пилоприбивні установки.

В якості найбільш ефективних способів були рекомендовані наступні:

- буріння з сухим пиловловленням;
- буріння з продувкою водовоздушною сумішшю.

Знепилююча установка ОК-ЕБГ (рис. 2.4) була розроблена у ВНІСТГ в 1971 року для оснащення колонкових свердел типу ЕБГ і ЕБГП, що застосову-

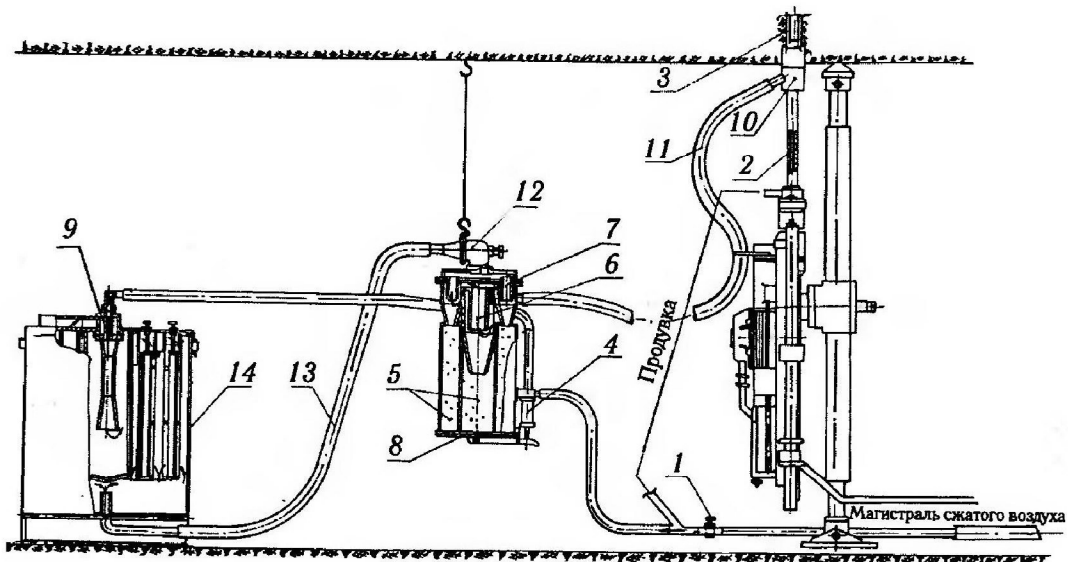


Рисунок 2.4 – Знепилююча установка ОК-ЕБГ:

- 1 – кран повітряний;
- 2 – канал бурової штанги;
- 3 – шпур;
- 4 – пневмоциліндр;
- 5 – бункер;
- 6 – циклон;
- 7 – мультициклон;
- 8 – заслінка;
- 9 – ежектор;
- 10 - пилеприймник;
- 11 – шланг;
- 12 – коліно;
- 13 – шланг;
- 14 – тканинний фільтр

ються для буріння шпурів глибиною до 35 м з продувкою в умовах рудників Стебніковського калійного родовища.

Робота установки здійснюється наступним чином. Перед початком буріння відкривається кран 1, після чого стиснене повітря надходить: а) в канал бурової штанги 2 і, виходячи далі через отвір в різці, видуває бурову дрібницю з шпuru 3; б) в пневмоциліндр 4, що закриває заслінкою 8 бункер 5, з розташованими в ньому циклоном 6 і мультициклонного 8; в) в ежектор 9, що подає запилений повітря в систему пиловловлювача. ітряна суміш, що виходить з шпuru, проходить через пилепріємником 10 і відсмоктує шланг 11 і надходить в циклон 6, в якому проводиться очищення запиленого повітря від великих і середніх часток пилу. Вловлена циклоном пил' збирається в бункері 5. Повітря з циклону надходить в мультициклони 7, облягати в бункер більш дрібні частинки пилу. Повітрі дрібнодисперсного пилом з мультициклонів через коліно 12 і шланг 13 надходить в камеру

тканинного фільтра 14, в якому швидкість повітря знижується до 0,016 м / с, в результаті чого частина пилинок осідає на дно камери. Остаточне очищення повітря здійснюється фільтрує тканиною. Очищене повітря по каналу потрапляє в конфузори ежектора 9 і викидається через шумозаглушаючу камеру ежектора в атмосферу. Розвантаження бункерів відбувається при нарощуванні штанг після закриття крана 1. У цей час подача стисненого повітря в пневмоциліндр 4 припиняється, тиск у ньому падає, і поршень пневмоциліндра під дією пружини піднімається і відкриває заслінку 8, забезпечуючи випуск пилу на ґрунт вироблення. Установки ОК-ЕБГ забезпечували зниження запиленості повітря на робочому місці бурильника до  $7 \text{ мг/м}^3$ , тобто нижче допустимої санітарної норми.

Промислове використання установок ОК-Ебк в умовах калійних рудників Стебніковського родовища показало їх високу ефективність. Запиленість повітря на робочому місці бурильника становить  $7-9 \text{ мг/м}^3$ , тобто нижче допустимої санітарної норми.

Знепилююча установка для кареток з крученими штангами.

Впровадження бурових кареток типу БК-2, БК-2м і КБП, як бурового інструменту для яких застосовуються кручені бурові штанги, вимагало вирішення питань боротьби з пилом на цих машинах. З цією метою в інституті Пермгіпрогормаш свого часу були проведені пошукові роботи по створенню та дослідженню різних конструкцій пиловідсмоктуючих установок.

Стисле повітря від компресорної станції 1 через кран 2 надходить в циліндр 3, змішувач 4 верб бачок з водою 5. У змішувачі 4 відбувається змішання стисненого повітря з водою, в результаті чого виходить повітряно-водяна суміш, яка надходить далі до ежектору 9. Бурова дрібниця, видається з устя шпуру крученим ставом, вловлюється пилоприємником 6, закріплюється на рамі бурильної машини 7, і по отводящему трубопроводу відсмоктується в пиловловлювач 8, в якому осідають великі частини бурової дрібниці. Дрібні частинки пилу засмоктуються з пиловловлювача 8 ежектором 9, змочуються при змішуванні з повітряно-водяний сумішшю, втративши швидкість в гасителів швидкості 10, падають на ґрунт вироботкі. Для контролю за тиском стисненого повітря встановлений манометр 11. Уда-ня великих часток бурової дрібниці з пиловловлювача 8 відбувається кожний раз при закритті крана 2, коли тиск в робочій порожнині циліндра 3 падає і заслінка пиловловлювача відкривається. Таким чином, схема забезпечує сухий пиловідсмоктувач бурової мелочі с улавливанием і бункерізацією великих часток, і відведенням в атмосферумелкіх частинок, зволжених повітряно-водяний сумішшю. Експериментальні дослідження установки показали, що вона забезпечує запиленість нижче рівня санітарних норм. Пилопригнічення повітряно-водяний сумішшю. Суть методу полягає в тому, що по каналу в бурової штанге к буровому різцю подається повітряно-водяна суміш, яка впливає на пил в місці її освіти, а потім виносить її з шпуру. Повітряно-водяна суміш «склеює» між собою тонкі частинки і ускладнює частинки видимої крупності. При добре отрегулюванні співвідношенні стисненого повітря і води в суміші вся бурова дрібниця падає на ґрунт у устя шпуру, не утворюючи пильного хмари.

Боротьба з пилом при транспортуванні стрічковими конвеєрами.

Ежекційний рециркуляційний пиловідсмоктувач призначений для бороть-

би з пилом на перевантажувальних пунктах стрічкових конвеєрів при транспортуванні вугілля.

Переваги ежекційного рециркуляційного пиловідсмоктувача перед зрошенням: висока ефективність (95,5 – 99 %), вугілля що транспортується, не перезволожується, не потрібно регулювання витрати води. Технічні дані:

- довжина – 3,5-4 м;
- ширина – до 1,2 м;
- тиск води – 1,0-1,5 МПа;
- діаметр ежекційної камери – 0,5-0,6 м;
- витрата води 10-20 л/хв.

Пристрій містить у собі укриття 1, 2 з ущільненням верхнього і нижнього конвеєрів, ежекційну камеру 3, трубу 4, закритий жолоб-тічку 5.

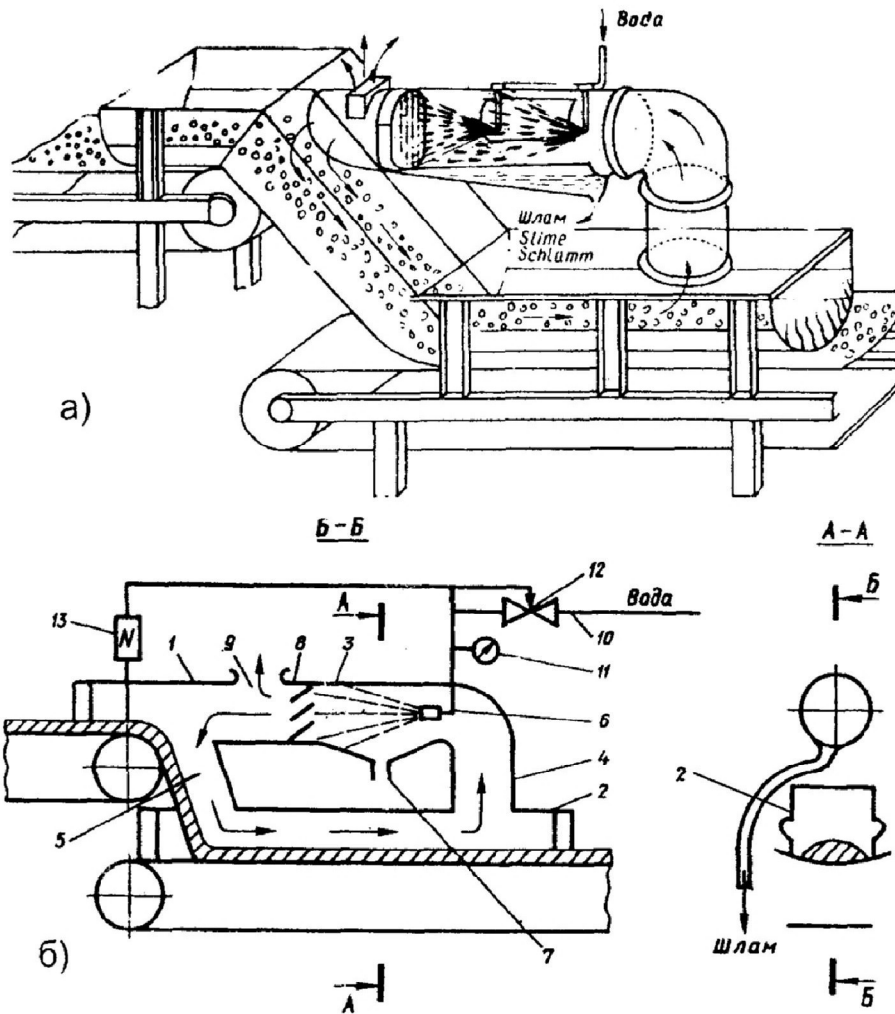
При роботі конвеєра і форсунки 6 у замкнутому каналі, утвореному укриттям ежекційної камерою 3 і трубою 4, створюється рух повітря за рахунок ежекційного ефекту факелів диспергованої води і матеріалу, що подається. Швидкість циркуляції повітря залежить від тиску води перед форсунками і кількості вантажу, що транспортується.

Пил, що виділяється при перевантаженні, направляється через трубу 4 у ежекційну камеру, де вона уловлюється краплями факела, виділяється з повітряного потоку в жалюзійному каплеуловлювачі 8 і віддаляється самопливом через патрубок 7.

Після жалюзійного каплеуловлювача повітряний потік розділяється на дві частини, одна з яких виводиться в шахтну атмосферу через вікно 9, а інша направляєте в зону падіння матеріалу, тобто на рециркуляцію. Величина повітрообміну можна регулювати перетином вікна 9 чи тиском води перед форсунками.

Схема ежекційного рециркуляційного пиловідсмоктувача представлена на рис. 2.5.





- 1 – укриття
- 2 – ущільнення
- 3 – ежекційна камера
- 4 – труба
- 5 – закритий жолоб-течка
- 6 – відцентрова форсунка
- 7 – шлаковідвідний патрубок
- 8 – жалюзійний краплеуловлювач
- 9 – вікно
- 10 – трубопровід для підвода до форсунки
- 11 – манометр
- 12 – кран
- 13 – засіб для автоматизації включення води

Рисунок 2.5 – Схема ежекційного рециркуляційного пиловідсмоктувача

## ВИСНОВОК

У дипломному проекті описана геологічна будова шахтного поля, розраховані запаси солі, визначені виробнича потужність і режим роботи рудника. Virішені питання підготовки пласту і вибору системи розробки, а також механізації очисних і підготовчих робіт. В якості підготовки залишено прийняту на руднику панельну підготовку. В якості системи розробки вибрана камерна система розробки високими камера з розташуванням очисних камер по простяганню пласта.

Для механізації очисних робіт прийняті прохідницько-очисні комбайни "Урал-10КСА" та "Урал-20КСА", що працюють в комплексі з бункер-перевантажувачами БП-3А та самохідними вагонами типу 5ВС-15М. Оформлення верхніх підсічок камер здійснюється комбайном 4ПП-2М. Проходка горизонтальних і похилих гірничих виробок передбачається за допомогою комбайнів типу "Урал-20КСА", що працюють в комплексі з бункер-перевантажувачами типу БП-3А і самохідними вагонами типу 5ВС-15М. Проектом допускається проходка гірничопідготовчих виробок комбайнами типу "Урал-10КСА", а також розширення виробок комбайном типу 4ПП-2М.

Провітрювання тупикових забоїв виробок передбачено за допомогою вентиляторів місцевого провітрювання типу ВМ-6.

Для перепуску видобутої солі на відкатний горизонт передбачаються солеспуски, що буряться буровою машиною типу БГА-2М. Також цією машиною буряться вентиляційні та технологічні свердловини.

В спеціальній частині вирішені питання, пов'язані з розробкою заходів щодо боротьби з пилом у виробках видобувної діляниці. Запропоновано наступні заходи: зрошення водою при комбайновому вийманні в місцях пересипу з комбайну в бункер-перевантажувач і в самохідний вагон, пилопридушення паром низьких температур в робочій зоні виконавчого органу комбайна, на пересипах запропоновано застосування рециркуляційних пиловідсмоктувачів.

Результати виконаної роботи рекомендуються до використання технічним, технологічним і економічним службам рудника № 8 при розробці програми розвитку гірничих робіт та складанні бізнес-планів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Горный закон Украины от 06.10.1999 г., № 1127-XIV. "Голос України" № 209.
2. Кодекс Украины о недрах. Постановления Верховного Совета Украины от 27.07.1994 г.
3. Доразведка разрабатываемого Артемовского месторождения каменной соли. Отчет геолого-поисковой партии о результатах геолого-поисковой партии о результатах геологоразведочных работ, проведенный в 1987-1991 гг. В 14 книгах. Книга 1. Текст. ПГО «Донбассгеология». Артемовская ГРЭ. Артемовск, 1991.
4. Указания по охране зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных работ и рудников от затопления для условий Артемовского месторождения каменной соли. УкрНИИсоль. Артемовск, 2008.
5. Инструкция по определению и учету потерь каменной соли при добыче подземным способом на рудниках ДПО «Артемсоль». УкрНИИсоль. Артемовск, 2000.
6. Правила безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом, затверджено наказ міністерства соціальної політики України від 23.12.2016 № 1592, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 30 січня 2017 р. за № 129/29997.
7. Проект. Розкриття і підготовка західної ділянки шахтного поля і реконструкція конвейерного транспорту руднику № 7 ДПО "Артемсіль". ТОВ "Надра". Артемівськ, 2001.
8. Методическим указаниям по расчету параметров системы разработки свиты пластов каменной соли Артемовского месторождения, разработанные УкрНИИсоль, Артемовск, 1997.
9. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. М.: Недра, 1977. – 223 с.
10. Рудник № 4. Корректировка рабочего проекта участка № 3 панелей 6, 7. УкрНИИсоль, – Шифр 0847-00-ПЗ; ГИП П.И. Черевко, – Артемовск, 2004 г., – 90 с.
11. Инструкция по безопасному применению самоходного (нерельсового) оборудования в подземных рудниках. М., Недра, 1973.
12. Руководство по проектированию технологии машинной добычи каменной соли. УкрНИИсоль. Артемовск, 1990.
13. Інструкція по організації і проведенню спостережень за проявами гірського тиску і зсuvуванням земної поверхні при розробці Артемівського родовища кам'яної солі. УкрНІСіль, Артемівськ, 2000.
14. Доповнення і зміни до методичних вказівок по розрахунку параметрів системи розробки свити пластів кам'яної солі Артемівського родовища.

УкрНДІсіль, Артемівськ, 2001.

15. Санитарные правила для предприятий по добыче и переработке поваренной соли. М., 1991 г.

16. Вказівки по охороні споруд і природних об'єктів від шкідливого впливу підземних гірських вироблень на Артемівському родовищі кам'яної солі. УкрНДІсіль, Артемівськ, 1997.

17. Единые правила охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. М., Недра, 1985.

18. Инструкция по расчету вентиляции горных выработок рудников Артемовского месторождения каменной соли. УкрНИИсоль. Артемовск, 1995.

19. Кодекс Украины об охране труда от 14.10.1992г № 2694-ХП.

20. Санитарные правила для предприятий по добыче и переработке поваренной соли. М., 1991 г.

21. Справочник «Рудничная вентиляция» под редакцией проф. К.Э. Ушакова. М.: «Недра», 1988 г.

22. Инструкция по расчету вентиляции горных выработок рудников Артемовского месторождения каменной соли. УкрНИИсоль. Артемовск, 1995 г.

23. Пигида Г.Л., Будзило Е.А., Горбунов М.И. Аэродинамические расчеты по рудничной аэрологии в примерах и задачах: Учебное пособие. К.: УМК ВО, 1992. – 400 с.

24. Отчет о воздушно-депресссионной съемке рудника № 4 ГП „Артемсоль”. УкрНИИсоль, Артемовск, 2009.

25. Ярембаш И.Ф., Пырин С.Н., Ещенко С.А. Состояние и перспектива развития системы разработки и технологии добычи каменной соли на рудниках ГПО «Артемсоль» // Наук. пр. Донецького національного технічного університету. Серія гірничо-геологічна. – Випуск 72 / Редкол. Башков Є.О. (голова) та ін. – Донецьк, ДонГТУ, 2004. – С.128-132.

26. Питаленко Е.И., Ермаков В.Н., Семенов А.П. Определение оптимальных размеров барьерных целиков // Сб. трудов «Известия Донецкого горного института». – Донецк: ДГИ. – 2000. – №2. – С.17-22.

27. Стаматиу М. Расчет целиков на соляных рудниках. – М.: Госгортехиздат, 1963. – 108 с.

29. Шевяков Л.Д. О расчетах прочных размеров и деформаций целиков. – Известия АН СССР, ОТН, №7-9, 1941.

30. Пеньков А.М., Вopilкин А.А. Расчет опорных целиков при добыче каменной соли. – Киев: Наукова думка. – 1950. – 58 с.

31. Методические указания по расчету и применению жестких естественных целиков различного назначения на калийных месторождениях. – Л.: ВНИИГ. – 1978. – 170 с.

32. Авершин С.Г. Вопросы определения параметров камерных систем разработки полезных ископаемых // В кн.: Методы определения размеров

опорных целиков и потолочин. – М.: Недра. – 1962. – С.9-16.

33. Слесарев В.Д. Определение оптимальных размеров целиков различного назначения. – М.: Углетехиздат. – 1948. – 193 с.

34. Отчет "Определение уровня запыленности на подземных рабочих местах и выбросов соляной пыли в атмосферу земной поверхности на рудниках ГПО "Артемсоль", разработка и согласование с контролирующими органами научно-обоснованных рекомендаций по расчету необходимого расхода воздуха по пылевому фактору": / Руководитель Ещенко А.Н. УкрНИИсоль, - Артемовск, 2003. – 160 с.

35. Отчет "Определение влияния природных и технологических факторов на интенсивность пылевыделения при машинной добыче каменной соли и разработка комплекса мероприятий по улучшению санитарно-гигиенических условий труда подземных рабочих и уменьшению выбросов в атмосферу": / Руководитель Ещенко А.Н. УкрНИИсоль, - Артемовск, 1994. – 71 с.

36. Медведев И.И., Красноштейн А.Е. Борьба с пылью на калийных рудниках. - М.: Недра, 1977 – 192 с.

37. Отчет "Токсиколого-гигиеническое обоснование предельно допустимых концентраций тиодифениламина и пыли хлористого натрия": / Руководители Суханов В.В., Образцова Т.Г., ДонНИИгигиены труда и профзаболеваний. - Донецк, 1978.

38. Леонард М., Вигер С. Методика определения соляной пыли и оценка ее возможного воздействия на рабочих. Перевод ВНИИГ, Ленинград, 1986. – 10 с.

39. Проветривание тупиковых выработок при нормальных и аварийных режимах /Б.И.Медведев, В.П.Сухоруков, В.Л.Кондрацкий и др. – К.:Тэхника, 1991. – 152 с.

40. Феськов М.И., Буянов А.Д., Давиденко В.А, Форсуночное обеспыливание и охлаждение воздуха в тупиковых забоях глубоких шахт. – Алчевск, 1994. – 172 с.