

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. СУЧАСНИЙ СТАН ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК.....	10
1.1 Аналіз засобів охорони підготовчих виробок в умовах шахт Донбасу.....	10
1.2 Область застосування різних засобів охорони гірничих виробок	14
1.3 Методи розрахунку раціональних параметрів засобів охорони підготовчих виробок	17
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК НА ШАХТАХ ПАТ«ЛИСИЧАНСЬКВУГІЛЛЯ».....	23
2.1 Гірничо-геологічні умови закладання підготовчих виробок.....	23
2.2 Засоби охорони підготовчих виробок	24
2.3 Стан підготовчих виробок при різних засобах їх охорони	33
3. ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ЗАСОБІВ І ПАРАМЕТРІВ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК	37
3.1 Типізація гірничо-геологічних умов закладання підготовчих виробок.....	37
3.2 Оцінка напружено-деформованого стану навколо підготовчих виробок.....	38
3.3 Встановлення взаємозв'язку між НДС та параметрами засобів охорони підготовчих виробок.....	44
3.4 Рекомендації стосовно раціональних засобів охорони підготовчих виробок і їх параметрів.....	66
3.5 Техніко-економічна ефективність розроблених рекомендацій.....	67
ВИСНОВОК	73
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	74

ВСТУП

Забезпечення стійкості підготовчих та підготовлюючих виробок на шахтах Донбасу є однією з основних проблем розробки вугільних пластів, без вирішення якої неможливо забезпечення безпечності гірничих робіт та підвищення техніко-економічної ефективності експлуатації вугільних шахт.

На теперішній час запропоновано багато засобів охорони підготовчих та підготовлюючих виробок, раціональне застосування яких повинно забезпечувати стійкість цих виробок протягом всього часу їх експлуатації. В той же час на практиці ця мета не завжди досягається і велика кількість гірничих виробок знаходиться у незадовільному стані. Так, наприклад, в умовах шахти імені Г.Г.Капустіна ПАТ «Лисичанськвугілля» людський ухил за час його експлуатації втратив 4м^2 з $10,2\text{м}^2$ свого перетину. При чому деформації кільцевого кріплення були зі сторони покрівлі, що призвело до необхідності перекріплення виробки, а у вантажному уклоні втрата перетину склала $4,4\text{м}^2$ з $10,2\text{м}^2$. Ця виробка свого часу також була перекріплена.

Наведені приклади стосуються підготовлюючих виробок, що ж до підготовчих, то слід відзначити застосування їх погашення слідом за лавою. Це стало можливим внаслідок застосування стовпової системи розробки вугільних пластів на шахтах імені Д.Ф.Мельнікова, Г.Г.Капустіна, «Привільнянська». При цьому для нових лав підготовчі виробки проводилися у присічку до виробленого простору раніш відроблених лав.

Застосування такого засобу використання підготовчих виробок стало доцільним через неможливість повторної їх експлуатації при відробці суміжних лав. В той же час слід відзначити, що проведення підготовчих виробок у присічку призводить до додаткових значних витрат на підготовчі роботи, що в умовах сучасного економічного стану шахт веде до його подальшого погіршення.

Таким чином, основною метою даної магістерської роботи є обґрунтування раціональних в умовах шахт ПАТ «Лисичанськвугілля» засобів охорони гірничих виробок.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати існуючі на даний час засоби охорони гірничих виробок;
- оцінити можливість їх застосування на шахтах ПАТ «Лисичанськвугілля»;
- визначити на підставі розрахунків деформацію кріплення гірничих виробок та відібрати ті засоби охорони, які забезпечують безремонтне використання підготовчих та підготовлюючих виробок;
- оцінити техніко-економічні наслідки розроблених рекомендацій.

1. СУЧАСНИЙ СТАН ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК

1.1 Аналіз засобів охорони підготовчих виробок в умовах шахт Донбасу

Засоби охорони гірничих виробок на шахтах Донбасу можна поділити на дві великі групи – це охорона за допомогою ціликів вугілля та за допомогою штучних охоронних елементів [1-12].

Охорона підготовчих виробок вугільними ціликами свого часу була найбільш розповсюдженою. При її використанні передбачається проведення просіку та печей, які і формують цілики вугілля (рис.1.1, 1,2).

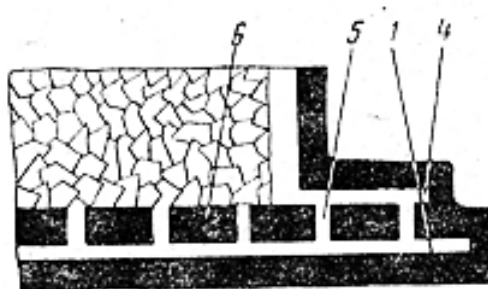


Рис. 1.1 - Охорона транспортного штреку ціликами вугілля при суцільній системі розробки [12]

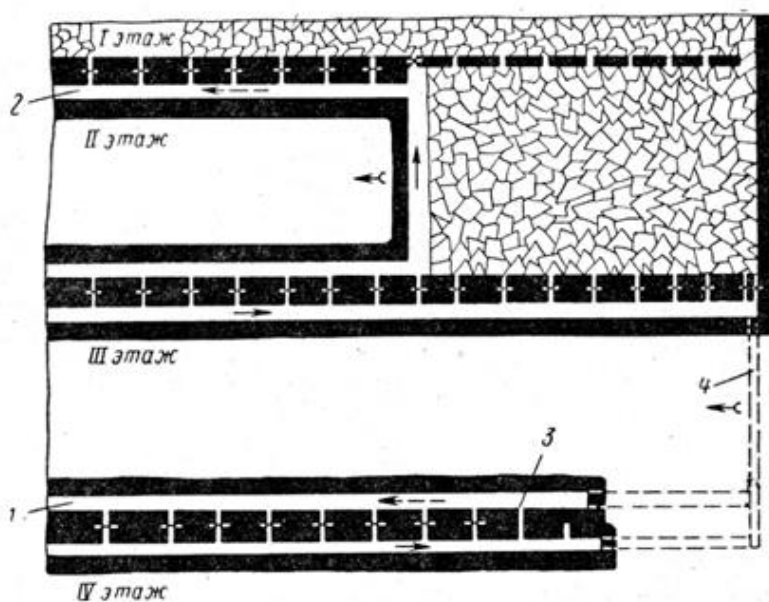


Рис. 1.2 - Охорона транспортного та вентиляційного штреків при стовповій системі розробки [12]

Розміри ціликів приймаються в залежності від умов закладання підготовчих виробок: ширина 20-40м, довжина до 60м. Розміри ціликів для підготовлюючи виробок також залежать від умов закладання ціликів. При цьому довжина ціликів дорівнюється довжині лави, а ширина 20-40м.

Основним недоліком охорони виробок ціликами є витрати вугілля у ціликах, додаткові витрати на проведення просіків та печей, укладання та транспортування вугілля з лави та транспортний штрек.

Серед другої групи способів охорони слід відмітити застосування бутових смуг (рис.1.3).

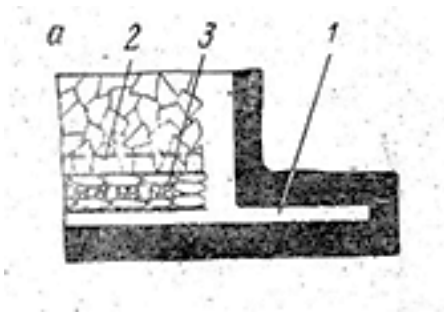
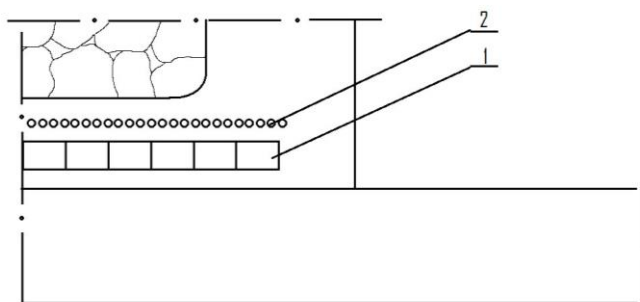


Рис.1.3 - Охорона відкотного штреку бутовою смугою

Ширина бутової смуги залежить від потужності пласта та обсягу породи, що стримуються при проведенні бутового штреку, транспортної або вентиляційної виробки.

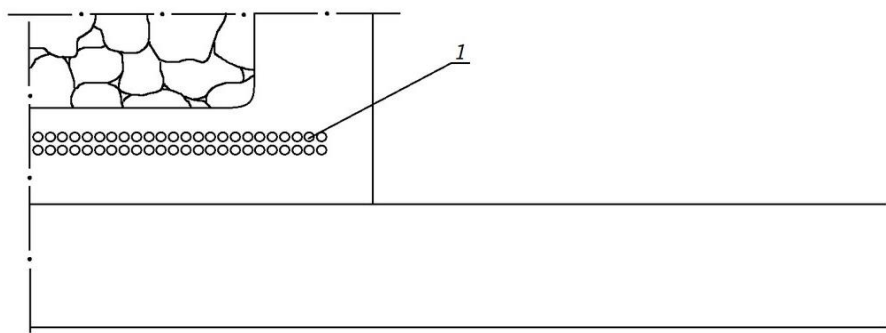
Недоліком цього способу охорони є: висока трудомісткість спорудження бутової полоси, підвищена деформація порід покрівлі, складність контролю якості викладання полоси та витіки повітря через вироблений простір.

Серед інших способів охорони виробок штучними спорудами слід визначити: смуги із залізобетонних блоків (БЗБТ), костри, буто-костри, накатні костри, органічні ряди, кущі дерев'яних стояків, деревино-бетонні блоки (БДБ), литі смуги (рис.1.4-1.10).



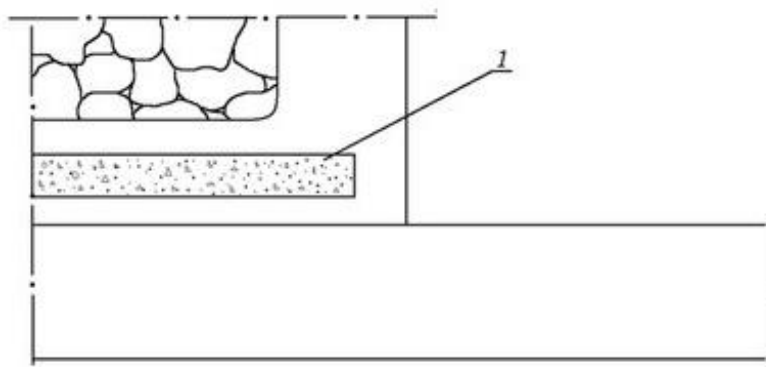
1 – БЗБТ; 2- органний ряд

Рис. 1.4 - Охорона виробки БЗБТ



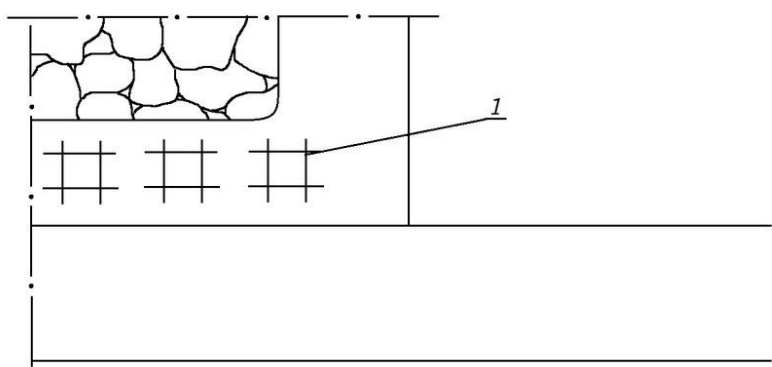
1 – органний ряд

Рис. 1.5 - Охорона виробки органічним рядом



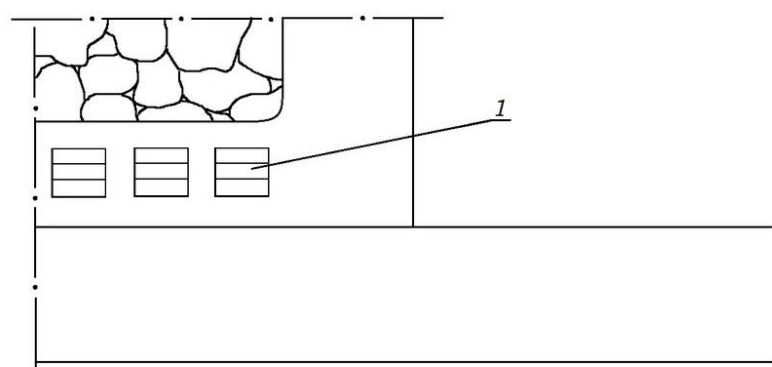
1 – літа смуга

Рис. 1.6 - Охорона виробки літою смугою



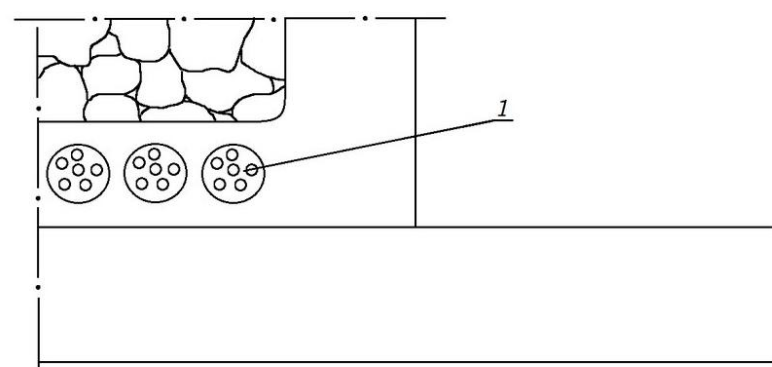
1 – костри

Рис. 1.7 - Охорона виробки кострами



1- накатні костри

Рис. 1.8 - Охорона виробки накатними кострами



1- БДБ

Рис. 1.9 - Охорона виробки дерев'яно-бетонними блоками

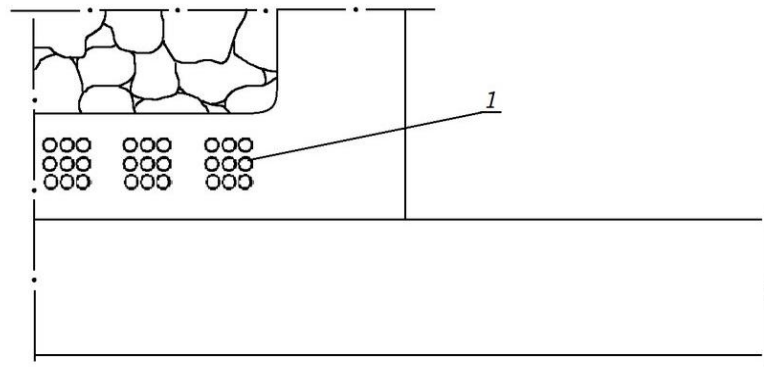


Рис. 1.10 - Охорона виробки дерев'яними кущами

Основною перевагою розглянутих штучних опор є відносно низька трудомісткість та виключення вугілля у ціликах.

1.2 Область застосування різних способів охорони гірничих виробок

Розглянуті вище способи охорони гірничих виробок мають конкретні умови їх застосування.

Охорона виробок за допомогою ціликів вугілля не рекомендується при підробці пластів, які схильні до samozаймання, небезпечні за гірничими ударами, викидам вугілля і газу, та складних за тектонікою умовах які передбачають застосування безціликових способів.

Бурові смуги рекомендуються при підробці пластів потужністю до 1,5м, з кутом падіння до 35°, середнє і важкообвалюваних порід при будь-якій опірності на одновісний стиск порід підшви [6].

Область застосування інших штучних охоронних елементів наведена у таблиці 1.1 [6].

Охоронні елементи з БДБ мають ту ж область застосування, що і БЗБТ. Однак їх основною перевагою є значно менша трудомісткість зведення,

оскільки самі блоки значно легкі ніж БЗБТ [13,14]. Окрім цього ці блоки можна застосувати на важкообвалюваних покрівлях.

Таблиця 1.1

Умови застосування штучних охоронних елементів

Штучна охорона	Потужність пласта,м	Кут нахилу пласта, град	Тип покрівлі	Опірність стиску порід подошви, мПа
1	2	3	4	5
Органний ряд	до 2,5	до 35	легко і середньо-обвалювана	більше 10
Тумби БЗБТ з дерев'яними прокладками	до 1,5	до 18	те ж	більше 30
Костри з круглого лісу або шпального бруса	до 3,5	до 35	те ж	люба
Буто-костри	те ж	те ж	важкообвалювана	те ж
Легка смуга зі швидкотвердіючих матеріалів	до 2,5	те ж	середньо- і важкообвалювана	більше 30

Проведення присічних виробок рекомендується за трьома схемами [6].

Схема А (рис.1.11) передбачає повну присічку до виробки, що погашається без залишання між ними якої-небудь смуги вугілля, у тому числі за можливістю часткового збереження старої виробки. Ця схема застосовується при наявності у покрівлі легкообвалюваних і швидкозлежуваних після обвалювання порід на глибинах менше 600м.

Схема Б(рис.1.12) передбачає залишення між виробкою і обваленими породами смуги (стілки) вугілля шириною 2-4м. Цю схему застосовують при наявності обвалених покрівель, переважно на безпечних за самозайманням

пластах при здійсненні заходів по попередженню возгорання вугілля згідно з діючою інструкцією.

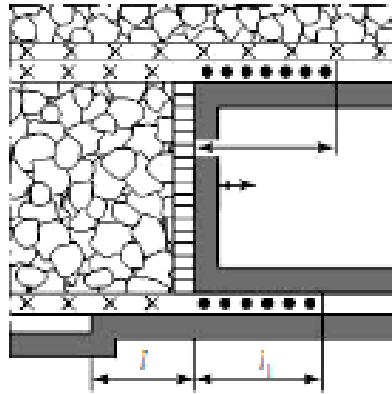


Рис. 1.11 - Повна присічка

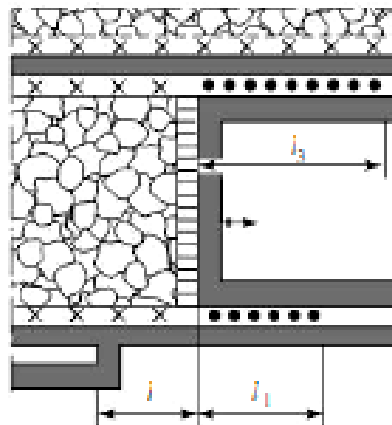


Рис. 1.12 - Часткова присічка за схемою Б

Схема В (рис 1.13)– присічка до ізолюючий смузі, яка створюється при підробці попереднього стовпа. Цю схему можна застосовувати на пожежонебезпечних пластах [6].

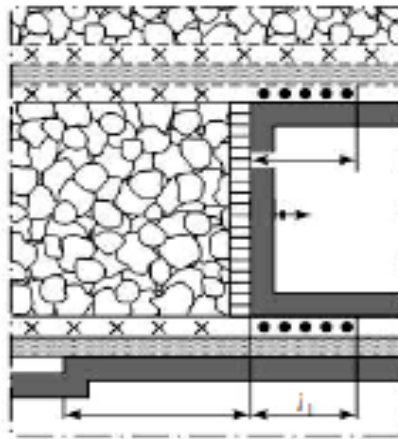


Рис.1.13 - Присічка за схемою В

1.3 Методи розрахунку раціональних параметрів способів охорони підготовчих виробок

При охороні виробок ціликами необхідно в першу чергу розрахувати ширину цілика. Для підготовлюючи виробок, які проводяться по пласту, що розробляється та закріплюються жорстким кріпленням, ширину цілика приймають не менше ніж розмір зони шкідливого впливу опорного тиску від очисних робіт [6]. Значення цього розміру на пластах с кутом падіння до 35° приймається за табл.16[6]. В залежності від глибини та спротиву порід тиску на контурі виробки воно змінюється в межах 20-120м.

Якщо у виробці застосовується податливе кріплення з податливою не менше 300мм, то ширина цілика може зменшуватися на 25%, а при податливості 500мм – на 35% у порівнянні з ціликами для жорсткого кріплення.

При визначенні ширини цілика враховується також і категорія обвалюваності порід. При легкообвалюваних породах коефіцієнт їх впливу дорівнює 0,8.

При середньообвалюваних – 1, а при важкообвалюваних – 1,2.

У роботі [15] наведено електричну формулу, яка дозволяє розрахувати орієнтовну ширину цілика.

$$b=0,04mH+6, \text{ м} \quad (1.1)$$

де: b – ширина цілика, м;

m – потужність пласта, м;

H – глибина розробки, м.

Згідно з цією формулою ширина цілика зростає зі зростанням глибини розробки, що не протирічить даним роботи [6], але в цій формулі не враховується міцність порід та податливість кріплення виробок.

При застосуванні бутових смуг їх ширину визначають в залежності від категорії обвалюваності порід та місця розташування породних смуг [11] (табл.1.2)

Таблиця 1.2

Рекомендовані значення ширини бутової полоси

Місце розташування	Ширина бутової полоси при покрівлі		
	легкообвалювана	середньообвалювана	важкообвалювана
З боку масиву	4	5	6
З боку вироблено простору	6	7 але ≤ 10	8 але ≤ 10

При застосуванні штучних опорних елементів розраховують слідуючи основні параметри:

1. Для органних стояків розраховують кількість стояків, які встановлюються в 1-2 ряди на 1м виробки n [6]

$$n = \frac{P}{P_{\text{орг}}} (1.2)$$

де: P – розрахункове навантаження, кН/м; приймається за даними табл. 45[6];

P – несуча здатність однієї стойки органки, кН, приймається для дерев'яних стояків діаметром 20см при довжині: 1м – 300кН; 1-2м – 250кН; 2-2,5м – 200кН [6].

За даними роботи [11] n розраховується по формулі:

$$n = 1,5 \frac{P}{P_{орг}}; \quad (1.3)$$

При потужності пласта 1-2м стояки органного кріплення слід встановлювати під брус товщиною 15см, а при потужності 2-2,5м - під брус та на лежак товщиною 15см.

При наявності несправжньої або нестійкої покрівлі на пластах тонких і середньої потужності по бровці між штрековим кріпленням та органним кріпленням необхідно викладати дерев'яні костри.

Стояки органного кріплення на тонких та середньої потужності необхідно встановлювати на зачищену підшову пласта по нормалі до нашарування порід на відстані 0,5-1,5м від кріплення виробки, що охороняється. Чим слабше підшовка тим вказана відстань повинна бути більшою.

При міцності порід підшови менше ніж 20МПа стояки органного кріплення слід встановлювати на поздовжні лежаки.

При легкообвалюваній покрівлі та стійкій підшві, як правило, слід застосовувати комбіноване органне кріплення, яке складається з 1-2 рядів органного кріплення і ряди пересувного металевих кріплення типу КПО-4, КПО-5, конструкції КузНДУі.

На пластах з нестійкою покрівлею слід застосовувати дерев'яне органне кріплення з «карманами» - нішами. При цьому двохрядне органне кріплення на тонких та середньої потужності встановлюють у виробленому просторі в 1,2-2м від виробки, а перпендикулярно органному кріпленню після виймання кожної полоси вугілля (0,8м) під дерев'яні бруси

прибивають ряди стояків діаметром 12-16см. В «карманах що з'являються при необхідності розміщують породу від підривки подошви у виробці, яка підтримується позаду очисного вибою.

2. Для забезпечення надійної роботи кострів, бутокострів та їм подібних штучних огорожень необхідно виконувати слідуєчі вимоги:

- розміри кострів у площині пласта слід приймати не менше ніж 2м. Відстань між кострами приймають 1-3м в залежності від стійкості покрівлі. Чим слабше покрівля, тим менше вказана відстань;

- костри слід встановлювати при потужності пласта до 2,5м в один ряд, при потужності 2,5-3,5м – в два ряди;

- на пластах з важкообвалюваною покрівлею, наряду з бутокострами слід застосовувати кушечкостри, опірне породне кріплення, комбіновані костри та інші подібні конструкції з підвищеною несучою здібністю і жорсткістю;

- при використанні комбінованих кострів, де в якості жорстких елементів застосовують бетонні шпали, а в якості податливих елементів – дерев'яні шпали, для забезпечення зв'язності деформує мого бетону необхідно застосовувати елементи поперечного підсилення (дерев'яні прокладки). При розміщенні дерев'яних прокладок в комбінованому кострі слід перемінно змінити напрям їх довгих вісей.

3. Для забезпечення надійної роботи штучних огорож з залізобетонних тумб (БЗБТ) та деревино-бетонних блоків (БДБ) виконувати слідуєчі вимоги:

- кількість БЗБТ з дерев'яними прокладками, які встановлюють у 1-2 ряди на 1м виробки n , слід визначати по формулі (1.4)

$$n = \frac{P}{P_{\Gamma} F} \quad (1.4)$$

де: P – розрахункове навантаження кН/м на залізобетонні тумби (табл.46[6];

R – нормативна міцність матеріалу тумби, kH/m^2 ;

F - площа тумби, m^2 .

Сумарна товщина дерев'яних прокладок в тумбах БЗБТ або блоків інших конструкцій приймається 10-15% потужності пласта.

Тумби БЗБТ в залежності від умов слід встановлювати:

- при легкообвалюваній покрівлі в один цільний рядна відстані від бровки штреку 1,2-1,5м, при нестійкій покрівлі (у випадку застосування системи розробки довгими стовпами зі зворотнім порядком відробки стовпів) – у розбіжку;

- при середньообвалюваній покрівлі перший ряд – суцільний, третій ряд з першим через одну тумбу.

- при важкообвалюваній покрівлі – у два суцільних ряду, а товщина дерев'яних прокладок між покрівлею і тумбами слід збільшити в 1,5 рази.

Для блоків БДБ параметри охорони виробок, що використовують повторно, слід приймати згідно таблиці 1.3[13].

4. Для забезпечення надійної роботи литих смуг з швидкотвердіючих матеріалів необхідно виконувати наступні вимоги:

- в якості матеріалу литої смуги слід використовувати суміші на угленістій, гіпсовій, ангідритовій і фосфогіпсовій основі з різними інертними наповнювачами;

Таблиця 1.3

Рекомендовані параметри охорони виробок, що використовують повторно за допомогою БДБ

Тип основної покрівлі за обвалюванням	Стійкість підшви на вдавлювання	Виймальна потужність пласта,м	Кількість тумб БДБ, на 1 пог.м, шт.	Виступ стояків над обоймою блоку,мм
середньообвалювана	стійка	<1,2	1,1	15
	стійка	>1,2	1,5	10
	слабка	<1,2	1,5	15
	слабка	>1,2	2,0	10

важкообвалювана	стійка	<1,2	2	15
	стійка	>1,2	2,5	10
	слабка	<1,2	2,5	15
	слабка	>1,2	3,0	10

Ширина литої смуги \mathbf{b} розраховується за формулою

$$\mathbf{b} = \frac{P}{P_{лс}} (1.5)$$

де: P – розрахункове навантаження на литі смуги, приймається згідно з табл. 47 [6], кН/м;

$P_{лс}$ – нормальна стійкість швидкотвердіючих матеріалів через добу після зведення литої смуги, кН/м².

Мінімальне значення \mathbf{b} повинно складати 1м.

Відстань від контуру виробки до смуги (ширина берми) при стійкій покрівлі повинна бути не менше висоти нижньої підривки, при нестійкій покрівлі литу полосу слід зводити безпосередньо за контуром виробок.

При проведенні виробок у присічку до виробленого простору визначають слідувачі параметри: потрібне відставання вибою виробки, що проводиться від очисного вибою, необхідний розрив у часі між відробкою лави і проведенням виробки на пластах не схильних та схильних до самозаймання.

Значення цих параметрів визначається за табл. 39[6].

При підробці обводнених пластів стовпами по простяганню вентиляційні штреки слід проводити вприсічку до виробленого простору з верхньою підривкою порід, а конвеєрну – з нижньою.

Ізолюючі смуги вприсічку до яких проводяться виробки на пластах схильних до самозаймання вугілля, повинні створюватися у розсічці шириною 1-2м. В розсічці розміщують чуракову стінку, промазану глиною, або закладку з породи, в яку нагнітають розчин з в'язучих матеріалів або швидкотвердіючий матеріал.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК НА ШАХТАХ ПАТ «ЛИСИЧАНСЬКВУГІЛЛЯ»

2.1 Гірничо-геологічні умови закладання підготовчих виробок

В теперішній час шахти ПАТ «Лисичанськвугілля» ведуть гірничі роботи переважно на пластах k_8^H , l_2' , l_6 .

Безпосередня покрівля пл. k_8^H представлена алевролітом (89,9%), аргілітом (10%) і пісковиком (0,1%).

Алевроліт темно-сірий, слюдяний, шаровий. Шаровість хвиляста або горизонтальна, обумовлена чергуванням шарів, які розрізняються фарбою і розміром обломкового матеріалу. Зчеплення між шарами сильне. На площині напластування відмічені відбитки пиритозованої флори. Межа міцності на стискання 15,2-42,7мПа, середнє - 33мПа, після водопоглинання 2,2-27,4мПа, середнє - 13,1мПа.

Алевроліт є малостійким B_3 , а при обводненості вельми нестійким B_1 .

Аргіліт сірий, слабкої міцності, шаровий.

По площині нашарування, особливо в нижній частині шару, спостерігається велика кількість відбитків вуглефіцірованої флори, що послабляють міжшаровий зв'язок. Межа міцності на стиск в природному стані 17,1-29,9мПа, середнє – 22,7мПа; після водопоглинення – 6,5-9,1мПа, середнє – 7,7мПа.

Потужність пласта 1,1-1,35м.

Пласт l_2^1 . В безпосередній покрівлі залягає вапняк L_3 , який має невидержану потужність. Він має шарову структуру. Товщина шарів 0,1-0,5м, спаяність між шарами середня, тріщинувата. Міцність на стискання 57мПа, коефіцієнт міцності f_8 , середньообвалюваний A_2 , середньо стійкий B_4 . Товщина до 1,5м.

На окремих ділянках в безпосередній покрівлі залягає аргіліт – щільний, шаровий від 0,1 до 0,4м, що сприяє утворенню не справжньої покрівлі B_1 (B_3).

Міцність на стискання 23мПа, товщина 3,5-5,0, легкообвалюваний A_1 .

В безпосередній підшві залягає аргіліт рихлий, перем'ятий, з грудкуватою текстурою. Міцність на стиск 190мПа, товщина 0-0,70м, нестійкий P_1 .

Вугільний пласт l_2^1 має потужність 1,3-1,4м.

Вугільний пласт l_6

У безпосередній покрівлі залягає алевроліт товщиною до 1,1м.

Міцність на стискання 26мПа, малостійкий $B_3(B_1)$, середньої обвалюваності $A_2(A_1)$. Основна покрівля представлена аргілітом товщиною до 7,0м, міцність – 20мПа. Нестійкий $B_2(B_1)$, середньої обвалюваності $A_2(A_1)$. Безпосередня підшва надана аргілітом товщиною до 1,5м, міцністю 19мПа, нестійкий P_1 .

Товщина пласта 0,78-1,0м.

Гірничі роботи по вказаним пластам ведуться на глибинах 640-885м.

2.2 Способи охорони підготовчих виробок

Раніш було відмічено, що на шахтах ПАТ «Лисичанськвугілля» переважно застосовувались стовпові системи розробки з погашенням підготовчих виробок за лавою і проведенням присічних виробок для нових

лав. Так на шахті імені Г.Г.Капустіна при підробці пласта k_8^H починаючи з 1979 року транспортні виробки погашались слід за лавами, а вентиляційні проводились вприсічку до транспортних. При цьому не залишались між виробками смуги з ціликів невеликої ширини.

Відсутність ціликів між присічною виробкою і тією, що погашається, пояснюється тим, що пласт k_8 є небезпечним з точки зору самозаймання.

Такий порядок відробки пл. k_8^H існував до 2006 року при веденні очисних робіт у західному та східному крилах шахтного поля.

У 1986-1988 роках 66 західна лава була підготовлена до виробки з залишенням цілика вугілля між нею і 65-ю західною лавою шириною 50м.

Вентиляційна виробка цієї лави проводилась уже не вприсічку, а в масиві вугілля (рис.2.1).

При відробці пл. k_8^H потужністю 2,3-2,5м 1-ю південною лавою шахти ім. Д.Ф.Мельникова вентиляційна і транспортна виробки погашаються слід за лавою. При цьому на бровці конвеєрного штреку встановлюється органний ряд з дерев'яних стояків діаметром 12-18см довжиною 2,5м під дерев'яний брус, потім викладається 1 ряд кострів з дерев'яних стояків 12-18см. Розмір кострів по падінню 1,0м, по простяганню 1,0м. Костри викладаються всуцільну.

На конвеєрному штреку з нижнього боку пласта викладається ряд кострів з дерев'яних стояків діаметром 12-18см. Розмір кострів по падінню 2,0, по простяганню – 2,0м. Шаг викладки кострів 2м.

На вентиляційному штреку, вище останньої в ряду секції, встановлюється органний ряд з дерев'яних стояків довжиною 2,5м. Вище органного ряду викладається 1 ряд кострів з дерев'яних стояків довжиною 1,5м, діаметром 12-18см.

Наведений спосіб охорони виробок був свого часу змінений згідно з даними, наведеними на рис.2.2-2.3 для ділянок пласта, на яких у

безпосередній покрівлі залягає вапняк, який є її підсилення основною покрівлею.

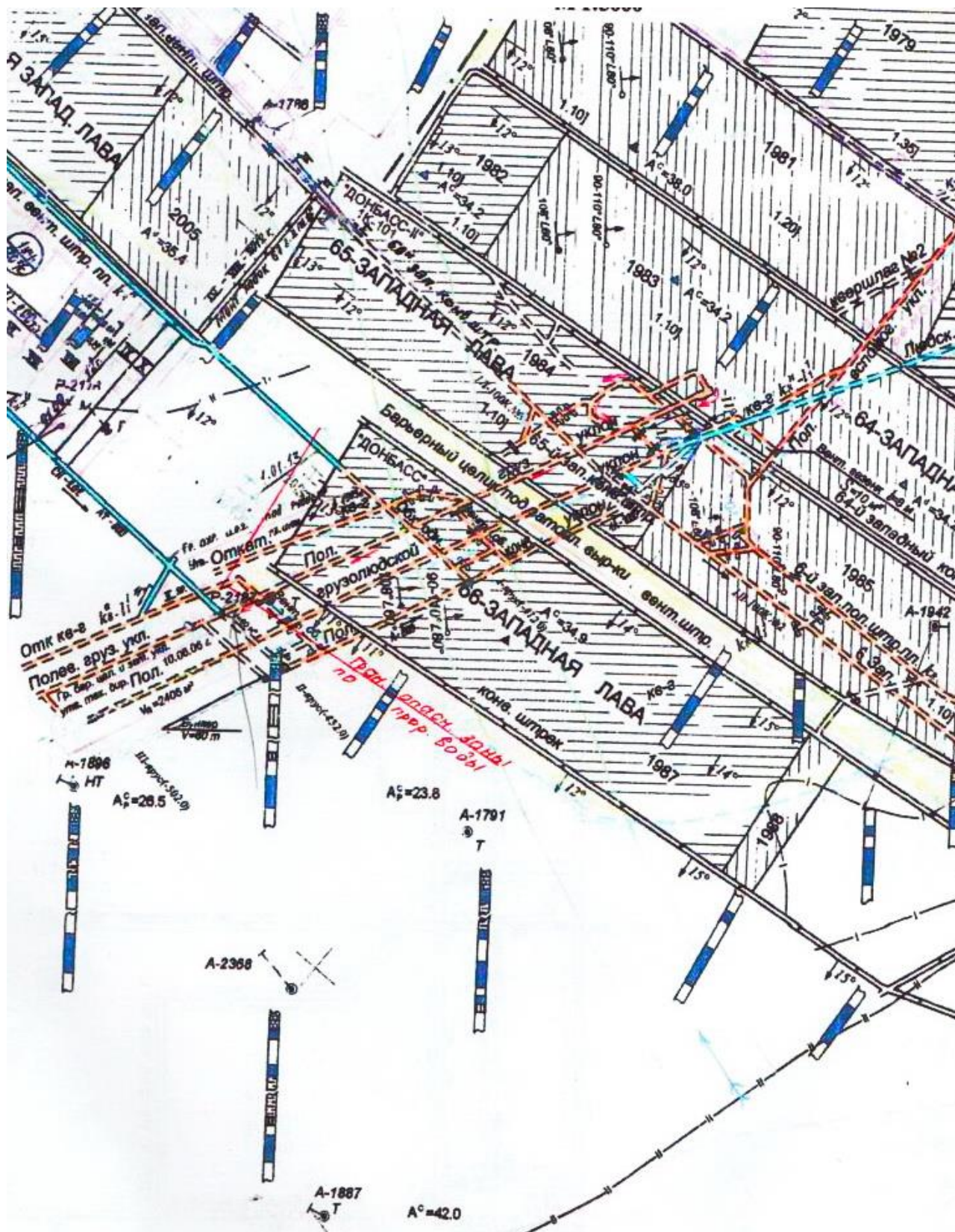


Рис.2.1- Викопіювання з пласту гірничих виробок по пл. k_8^H шахти імені Г.Г.Капустіна

Рис. 2.2 – Сполучення 1-ї південної лави пл. k_8 гор.885м з 1-м південним конвеєрним штреком.

Рис. 2.3 – Сполучення 1-ї південної лави пл.к₈ гор. 885м з 12-м південним вентиляційним штреком г. 820м.

Згідно з рис. 2.2-2.3 на бермі 1-го південного конвеєрного штреку пробивається однорядна органка, а над приводом скребкового конвеєра споруджується інвентарне кріплення. Для підсилення кріплення штреку на ділянці його сполучення з лавою встановлюється кріплення підсилення, що становить собою спарені відрізки спец профілю СВП-27 довжиною 4,0м, під які встановлюються чотири стояки 12 СУГМ.

На всій ділянці сполучення лави зі штреком довжиною не менше 20м попереду вибою і не більше 10м позаду вибою під верхняки встановлюють дерев'яні стояки підсилення діаметром 0,18-0,20м.

По мірі посування лави конвеєрний штрек погашається.

Сполучення лави з 12-м вентиляційним південним штреком гор.820м, який проводиться слід за лавою, на бровці лави споруджується чуракова стінка на глині з чураків довжиною 1м. Під нею встановлюють спеціальне кріплення посилення, яке становить собою стояки діаметром 0,08-0,12м посилення, які стягнуті між собою за допомогою металевих обручів.

Нижче за падінням викладають один ряд кострів з дерев'яних стояків 0,18-0,20м у діаметрі розміром 2x1.2м, а на межі з виробленим простором лави виконують установа органного ряду з дерев'яних стояків діаметром 0,18-0,20м з несучою спроможністю на рівні останнього ряду кріплення у лаві.

На ділянці сполучення штреку з лавою встановлюють кріплення посилення, конструкція якого не відрізняється від конструкції для конвеєрного штреку.

Вентиляційний штрек служить протягом всього часу відробки виїмкової ділянки. Тому, для його охорони використовуються більш надійні і серйозні конструкції кріплення.

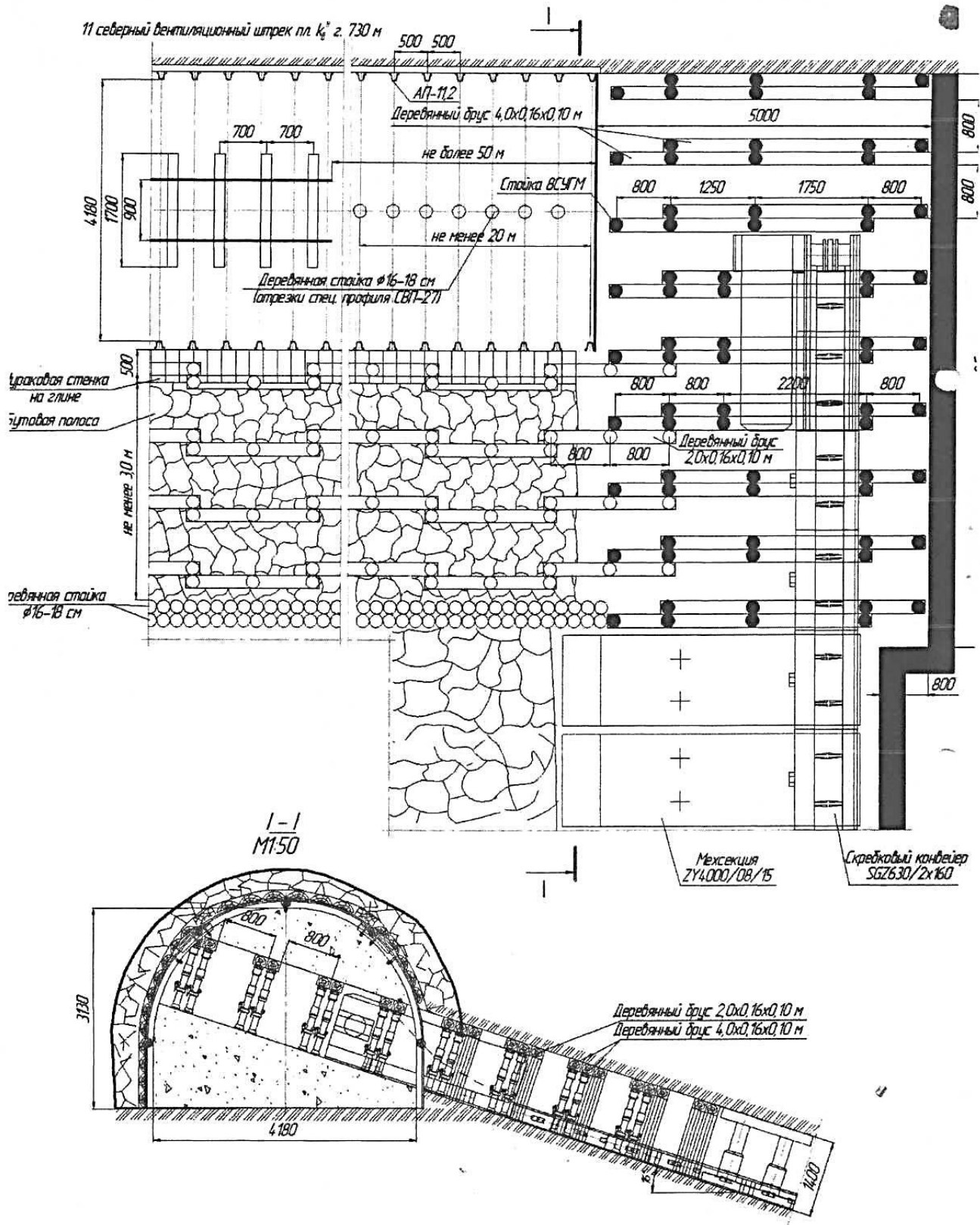


Рис.2.4 – Сполучення 122 північної лави пл. k_8^H гор.820м з 11-м північним вентиляційним штреком пл. k_8^H гор.730м.

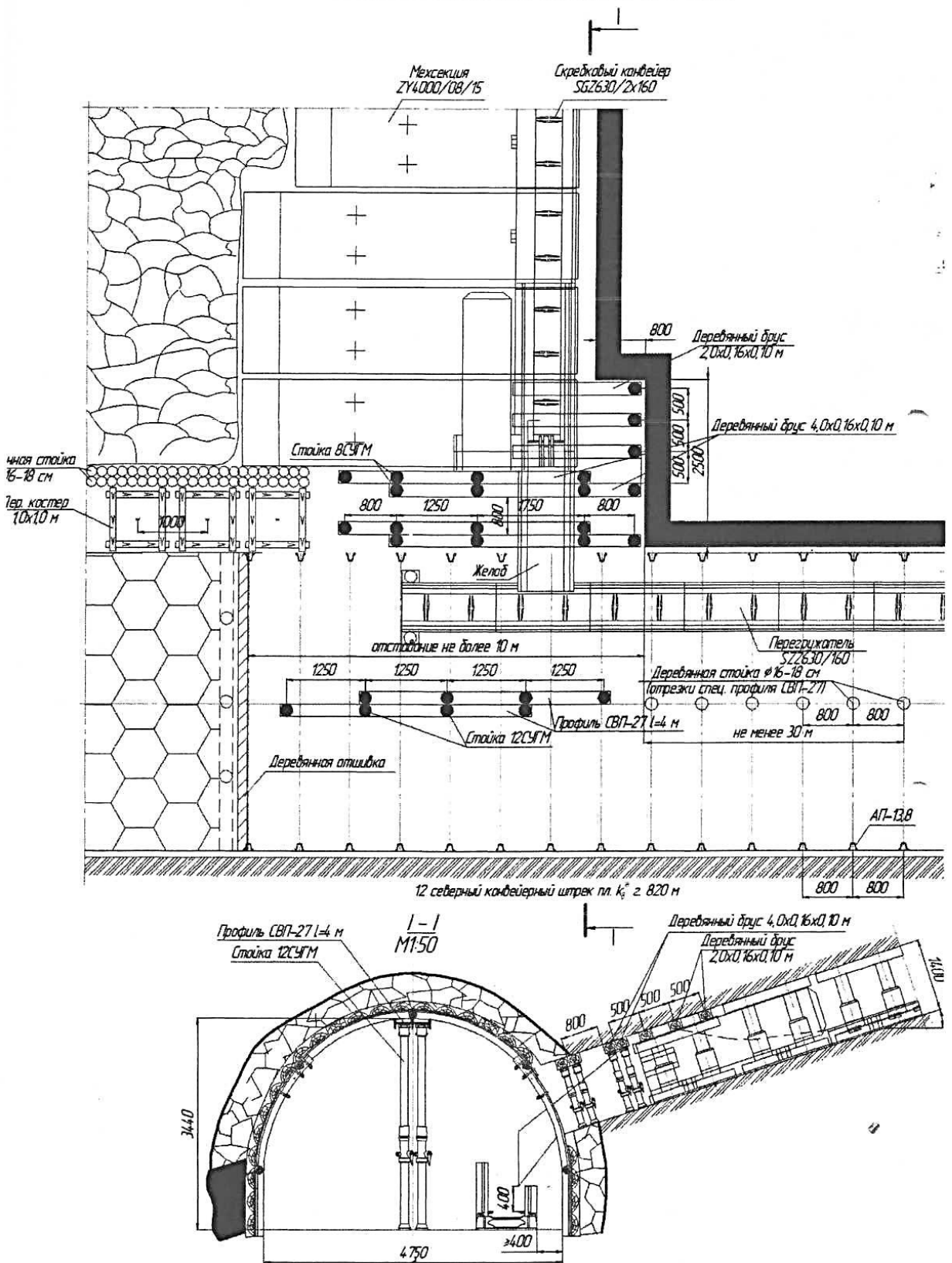


Рис. 2.5 – Сполучення 122 північної лави пл. k_8^H гор.820м з 12-м північним конвеєрним штреком гор.820м.

При відробці 122 північної лави пл.К₈ гор.820м на шахті ім. Д.Ф.Мельникова застосовують механізований комплекс 2У 4000/08/15 виробництва КНР. На відмітку від 1-ї південної лави в цій лаві у покрівлі залягав алевроліт, який обвалювався зразу за пересуванням секцій механізованого кріплення з шагом 0,63м. Основна покрівля обвалювалася з шагом 6÷12м.

Охорона 11 північного вентиляційного штреку гор.730м здійснювалася за схемою наведеною на рис. 2.4, а 12-го північного конвеєрного штреку гор.820м – рис. 2.5.

Згідно з наведеними рисунками для охорони 11-го північного вентиляційного штреку у верхній частині лави викладають чуракову полосу на глині. Нижче цієї полоси викладаються бутова полоса шириною не менше 4,0м, а на межі з виробленим простором пробивається двохранна органка.

На сполученні штреку з лавою встановлюється підсилююче кріплення з дерев'яних стояків діаметром 0,16-0,18м.

На сполученні 122 північної лави з 12-м північним конвеєрним штреком гор.820м на межі з виробленим простором пробивається двохранна органка зі стояків діаметром 0,16-0,18м, нижче якої викладаються костри розміром 1х1м з шагом 1,0м.

По мірі посування лави штрек погашається, а на ділянці довжиною до 40м встановлюється підсилене кріплення.

На шахті ім. Г.Г.Капустіна при відробці 7-ї східної лави пл.к₈^н охорона 7-го східного вентиляційного штреку (рис.2.6) здійснювалася бутовою половою шириною не менше 5м. На межі з виробленим простором пробивалася дерев'яна органка, а на верхній бермі лави викладалася чуракова перемичка на глині.

Охорона 7-го східного конвеєрного штреку пл.к₈^н здійснювалася бутовою половою шириною не менше 5м. На межі з виробленим простором пробивалася дерев'яна органка. На нижній бермі лави викладалася

чураковаперемичка. Таким чином, спосіб охорони цього штреку такий же як і вентиляційного.

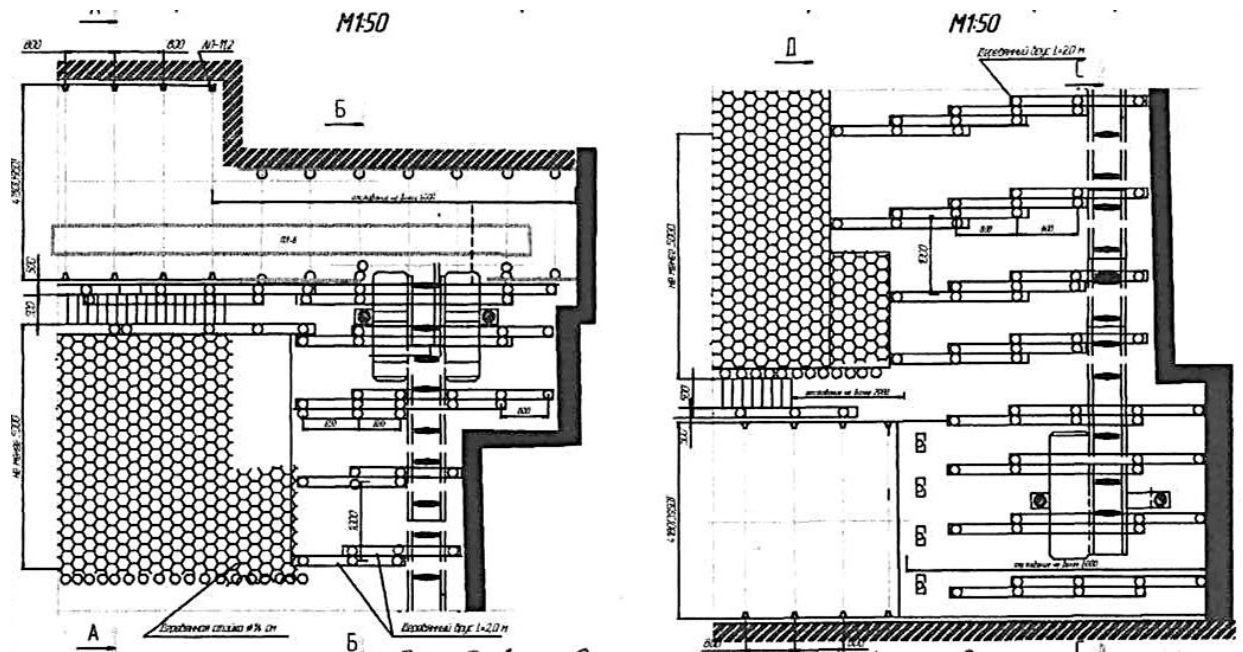


Рис. 2.6 – Сполучення 7-ї східної лави пласта k_8^H на шахті ім. Г.Г.Капустіна

2.3 Стан підготовчих виробок при різних способах їх охорони.

Застосування вказаних вище способів охорони підготовчих виробок не дало можливості їх зберігання у задовільному стані на весь період відробки виїмкових ділянок. Тож не зважати на те, що 11-й північний вентиляційний штрек проводився слід за лавою, його треба було перекріпляти (рис.2.7; 2.8).

Згідно з рис. 2.7 і 2.8 стан цієї виробки був вкрай незадовільним. Верхняк був сильно деформований. При чому втрата висоти склала більш 1,13м, що відповідало допустимій податливості рами АПЗ із спец профілю СВП 22.

Перекріплення цього штреку здійснювалось у ремонтну зміну ланкою робітників у кількості 3-х чоловік.

Після встановлення нових арок над ними у місцях вивалів покрівлі викладались дерев'яні кліті.

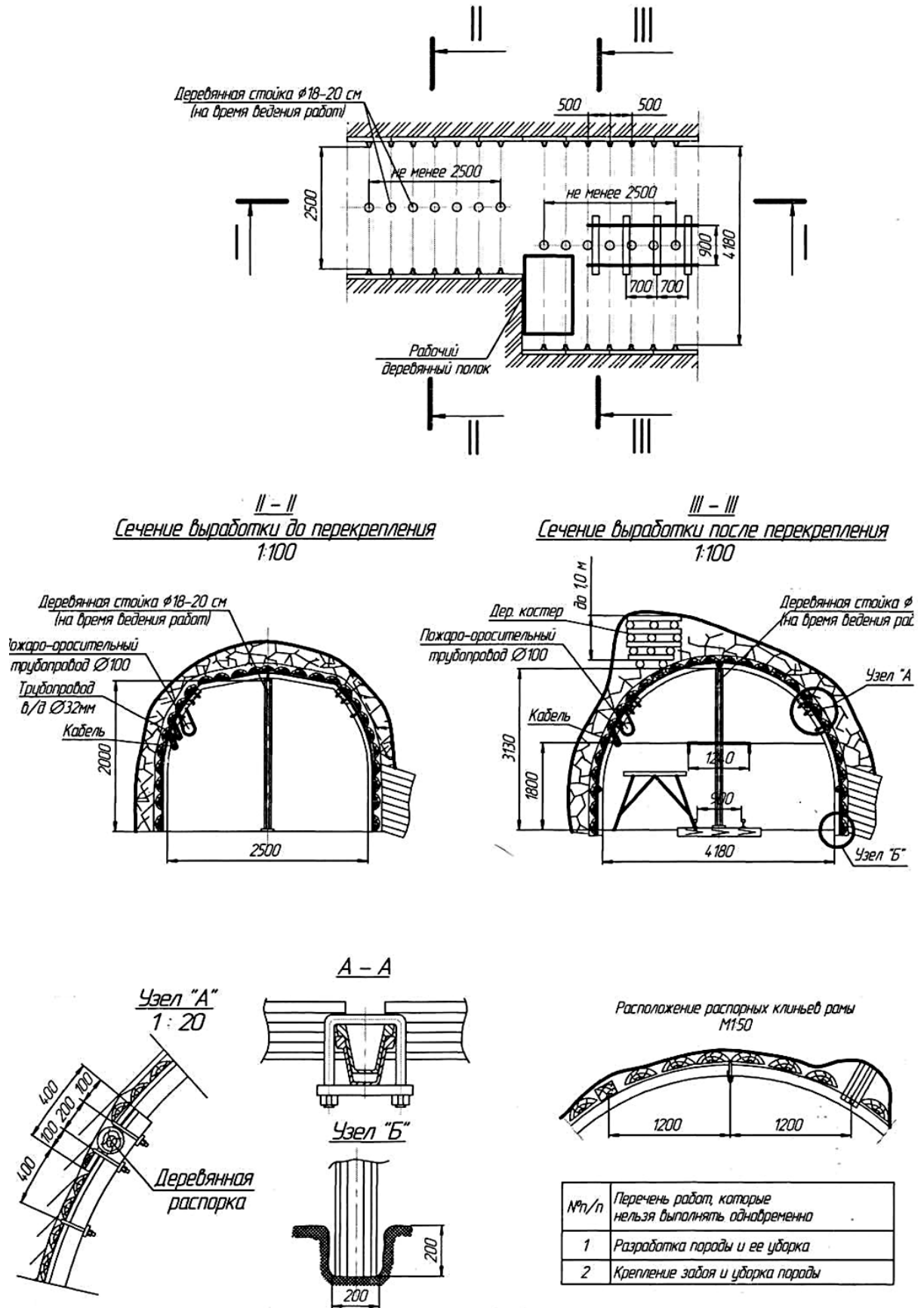
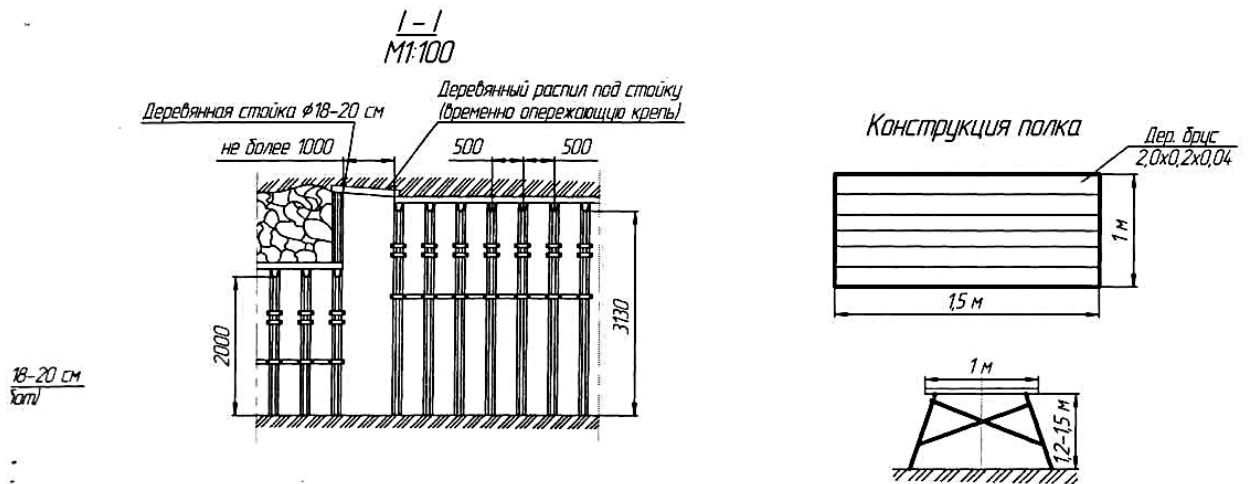


Рис. 2.7 – Перекрепления 11-го північного вентиляційного штреку
пл.к₈^н гор.730м шахти ім. Д.Ф.Мельникова.

График организации работ

№ пп	Наименование работ	Ед. изм.	Число рабочих	Объем, цикл/сут	График работ																							
					I смена						II смена						III смена						IV смена					
					часы смены																							
					1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Прием-сдача смены	час		0,4																								
2	Разработка породы	м ³	3	3,0																								
3	Уборка породы	м ³	3	3,0																								
4	Демонтаж старой рамы	рам.	3	1,0																								
5	Постановка новой рамы	рам.	3	1,0																								
6	Выкладка дер. костров	м ³	3	0,45																								
7	Затяжка новой рамы	м ³	3	0,42																								
8	Доставка материалов	т	3	1																								



Характеристика забоя

Тип крепи	Сечение, м ²		Ширина, м		Высота, м		Тип затяжки	Расстояние между рамами
	в проходке	в свету	в проходке	в свету	в проходке	в свету		
АП-112	13,0	10,3	4600	4180	3340	3130	дерева	500

Мероприятия по ТБ

1. Разрешается удалять одновременно не более 1-ой рамы. Не менее 5-х рам, находящихся впереди и сзади извлекаемой, должны быть усилены деревянными распорками и ремонтниками.
2. При разработке, уборке породы и снятии старых рам рабочие должны находиться под защитой постоянной крепи.
3. Для предотвращения обрушений пород кровли должна устанавливаться опережающая временная крепь, один конец которой опирается на верхнюю набой, установленной рамы, а другой - на старый конец, устанавливается деревянная стойка из крепкого лема $\phi 18-20$ см.
4. После постановки набой рамы, она должна быть затянута дер. затяжкой всплошную, а участки забучены породой.

Рис. 2.8 - Организация работ по перекреплению 11-го северного вентиляционного штреку пл. k_8^H гор.730м шахты ім. Д.Ф.Мельникова

В цілому перекріплення пов'язано з виконанням небезпечних та важких робіт, а також витратами додаткових лісоматеріалів.

На шахта «Привільнянська» постійно виконувались роботи по перекріпленню вентиляційного штреку 8 східної лави пл. k_8^H . При цьому втрати перетину виробки досягли майже 30-40 відсотків від паспортного.

Наведені приклади свідчать про те, що способи охорони підготовчих виробок на шахтах ПАТ «Лисичанськвугілля» не забезпечують задовільний стан підготовчих виробок і тому потребують удосконалення.

3. ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СПОСОБІВ І ПАРАМЕТРІВ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК

3.1 Типізація гірничо-геологічних умов закладання підготовчих виробок

У розділах 1 та 2 був даний аналіз області застосування різних способів охорони гірничих виробок, а також геологічні умови залягання пластів пл. k_8^H , пл. l_2^1 і l_6 . На підставі аналізу цих даних можна виділити основні типові умови закладання гірничих виробок.

Ці умови вміщують в себе дані про тип та потужність вуглевміщуючих порід, їх міцність на одновісний стиск, категорію стійкості, та обвалювання, потужність пласта та кут його падіння.

Пласт k_8^H має в безпосередній покрівлі переважно алевроліт потужністю 1,5-2,0м. Цей алевроліт має міцність у середньому 33мПа. Він малостійкий (Б₃). Потужність пласта переважно 1,1-1,35м на окремих ділянках до 2,0м. Підшва пласта представлена пісковиком до 11м.

Над алевролітом залягає пісковик потужністю 7-12м та міцністю за М.М.Протод'яконова – 8. Цей пісковик має категорію А₃ за обвалюваністю.

Таким чином, типові геологічні умови цього пласта представлені алевролітом в безпосередній покрівлі, пісковиком у основній покрівлі та підшві, потужністю пласта 1,1-1,35 і на окремих ділянках до 2,0м.

Міцність порід 33мПа (алевроліт) і 80мПа (пісковик).

Пласт пл. l_2^1 має потужність 1,3-1,4м. У безпосередній покрівлі залягає вапняк потужністю 2-3.3м з міцністю 57мПа, середньообвалюваний (А₂) та середньо стійкий (Б₄).

На окремих ділянках під вапняком залягає аргіліт з міцністю 23 мПа та товщиною 3,5-5,0м. Він є легкообвалюваний (А₁), вельми нестійкий (Б₁).

В безпосередній підшві залягає аргіліт міцністю 19мПа, нестійкий П₁.

Таким чином, по пл. l_2^1 можна виділити два типи умов. Перша – це у безпосередній покрівлі вапняк і друга – аргіліт.

Пласт l_6 має потужність 0,78-1,0м. У безпосередній покрівлі залягає алевроліт товщиною до 1,1м середньої обвалюваності A_2 . Основна покрівля представлена аргілітом товщиною до 7,0м і міцністю 20мПа, середньою обвалюваності A_2 .

Безпосередня підшва надана аргілітом товщиною до 1,5м, міцністю 19мПа, нестійким $П_1$.

Узагальнюючи наведені дані можна зробити висновок, що в цілому по пластам k_8^H , l_2^1 і l_6 можна виділити чотири типи умов, для яких і слід підібрати раціональні способи охорони гірничих виробок і їх параметри.

3.2 Оцінка напружено-деформованого стану навколо підготовчих виробок

Оцінка напружено-деформованого стану була виконано для кожного типу геологічних умов для базових способів охорони виробок, а також запропонованих згідно з рекомендаціями [6]. При цьому розраховувались тільки деформації порід покрівлі і підшви для виробок, які проводились за лавою у присічку до раніш погашеної виробки. Це стосується перш за все вентиляційних виробок 1-ї південної та 122-ї північної лави шахти ім. Д.Ф.Мельникова а також 7 східної лави шахти ім. Г.Г.Капустіна.

Для 1-ї південної та 122 північної лав проведення вентиляційних штреків слід за лавами здійснювалось за типовою схемою «б» (рис.30[6]), а для 7-ї східної лави – за схемою «в» (рис.30[6]).

Розрахунок загального зміщення порід для присічних виробок здійснюємо за формулою:

$$U_{\text{заг}} = (U_{\text{пр}}^1 + U_1^{\text{ост}} + U_1^1 k_{\text{кр}}) K_s K^1, \quad (3.1)$$

де: $U_{\text{пр}}^1$ – зміщення порід під впливом проведення виробки (мм);

$U_1^{\text{ост}}$ – зміщення порід у зоні залишкового тиску (мм);

U_1^1 – зміщення порід у зоні тимчасового тиску очисного вибою (мм);

$k_{\text{кр}}$ – коефіцієнт, що враховує категорію обвалювань порід (для $A_3, K_{\text{кр}}=1,2$);

K_s – коефіцієнт, що враховує площу перетину виробки у світлі 1,05);

K^1 – коефіцієнт, який враховує місце розміщення виробки відносно виробленого простору (0,7).

$$U_1^{\text{ост}} = k_{\text{ох}} \cdot m + v_1 \cdot t_1 \quad (3.2)$$

де: $U_1^{\text{ост}}$ – коефіцієнт, що враховує конструкцію штучних елементів. Для комбінацій з костьми та спеціальної конструкції охоронних елементів з костьми стояки яких стягнуті металевими обручами ($k_{\text{ох}} = 0,4$).

v_1 – швидкість зміщення порід у зоні залишкового тиску (мм/мк);

t_1 – час підтримання виробки у зоні залишкового тиску (міс);

$$U_{\text{заг}} = (240 + 640 + 750 \cdot 1,2) \cdot 1,05 \cdot 0,7 \approx 1300 \text{ мм};$$

$$U_1^{\text{ост}} = 0,4 \cdot 1250 + 20 \cdot 7 = 640 \text{ мм}$$

Зміщення покрівлі становить:

$$U_{\text{пок}} = U_{\text{заг}} \cdot k_{\text{пок}} \quad (3.3)$$

де: $k_{\text{пок}}$ – коефіцієнт, що враховує долю зміщення покрівлі (0,9);

$$U_{\text{пок}} = 1300 \cdot 0,9 = 1170 \text{ мм}$$

Зміщення підшви становить 130мм.

На шахтах ім. Д.Ф.Мельникова та Г.Г.Капустіна у зоні сполучення виробок з лавами застосовують підсилюючі кріплення. При цьому встановлюють по два інвентарних кріплення з гідравлічних стояків під металевий верхняк.

У цьому разі зміщення покрівлі зменшується у 2 рази [6]. Таким чином, зміщення покрівлі повинно становити 585мм. Воно перебільшує допустиму піддатливість кріплень АПЗ, тому на практиці доводилось перекріпляти 1-й південний вентиляційний штрек 1-ї південної лави ш. ім. Д.Ф.Мельникова.

З метою визначення раціонального способу охорони штреку виконані розрахунки для тільки органного кріплення, литих смуг, кострів зі шпального бруса та круглого лісу. Спосіб охорони із застосуванням БЗБТ не перевірявся із-за обмежень по куту падіння пласта. Замість нього розрахунки велися для блоків БДБ [19,14,16].

Наведені засоби охорони присічних виробок безпосередньо впливають на $U_1^{\text{ост}}$, тому були виконані розрахунки цієї складової зміщенняпорід

Для органного кріплення $U_1^{\text{ост}}$ становить:

$$U_1^{\text{ост}} = 0,2 \cdot 1250 + 20 \cdot 7 = 390\text{мм}$$

тоді : $U_{\text{заг}} = 560\text{мм}$, а $U_{\text{кр}} = 504\text{мм}$, $U_{\text{під}} = 56\text{мм}$.

Для литих смуг:

$$U_1^{\text{ост}} = 0,1 \cdot 1250 + 20 \cdot 7 = 265\text{мм},$$

тоді: $U_{\text{заг}} = 1030\text{мм}$, $U_{\text{кр}} = 927\text{мм}$, $U_{\text{під}} = 103\text{мм}$, а при застосуванні підсилюючого кріплення $U_{\text{кр}} = 463\text{мм}$.

Для кострів зі шпального бруса $U_{\text{заг}}$ становить 1300мм; $U_{\text{пок}} = 1170\text{мм}$,
 $U_{\text{під}} = 130\text{мм}$.

При підсилюючому кріпленні $U_{\text{кр}} = 585\text{мм}$

Для кострів з круглого лісу $U_1^{\text{ост}} = 0,6 \cdot 1250 + 20 \cdot 7 = 890\text{мм}$

$U_{\text{заг}} + 1500\text{мм}$, $U_{\text{кр}} = 1350\text{мм}$, $U_{\text{під}} = 250\text{мм}$.

При підсилюючому кріпленні $U_{\text{кр}} = 675\text{мм}$.

Для блоків БДБ за аналог було прийнято $k_{\text{охр}}$ таким, як і для БЗБТ яке дорівнює 0,15[6]. Тоді:

$$U_1^{\text{ост}} = 0,15 \cdot 1250 + 20 \cdot 7 = 330\text{мм}$$

$U_{\text{заг}} = 1080\text{мм}$, $U_{\text{кр}} = 972\text{мм}$, $U_{\text{під}} = 108\text{мм}$.

При підсилюючому кріпленні $U_{\text{кр}} = 486\text{мм}$.

Виконані розрахунки показали, що жоден зі способів охорони штучними елементами не забезпечує безремонтну експлуатацію гірничих виробок при застосуванні АПЗ. В розглянутих умовах доцільно було б застосувати кріплення АП5, яке забезпечує податливість до 500мм. Це кріплення можна було б застосувати при охоронних елементах з литої смуги, або БДБ.

В той же час згідно з дослідженнями [16] застосування блоків БДБ у 2.3. менше ніж при БЗБТ. Тому, очікуване зміщення порід при застосуванні БДБ становили 250мм, що відповідає податливості кріплення АПЗ.

Охорона 11-го південного вентиляційного штреку здійснювалось в умовах пл. $h_8^{\text{н}}$ бутовою смугою.

Для цього способу охорони $U_{\text{заг}}$ розраховується за формулою:

$$U_{\text{заг}} = U_{\phi} \cdot k_s \quad (3.4)$$

де: U_{ϕ} - зміщення порід, яке приймається за графіком (рис.61, [6]). Воно дорівнює 1120мм.

$$U_{\text{заг}} = 1120 \cdot 1,05 = 1176 \text{ мм}$$

При цьому $U_{\text{пок}}$ дорівнює : $1176 \cdot 0,9 = 1060 \text{ мм}$, а підосви – 116 мм. Оскільки на сполученні з лавою приймається кріплення посилене, то очікуване зміщення може бути зменшено до 530 мм, що також не відповідає умовам податливості кріплення АПЗ.

Аналогічні розрахунки були виконані і для типових умов пл. l_2^1 . Перший тип умов передбачає залягання у безпосередній покрівлі вапняку міцністю 57 МПа, категорія обвалюваності А₂, стійкість Б₄. Підосва пласта в середньому 1,35 м.

Якщо при відробці цього пласта застосовувані способи охорони розглянуті для 1-ї південної 122-ї північної лав ш. ім. Д.Ф.Мельникова, то деформації порід покрівлі і підосви для вказаного типу умов складають для охорони бутовими смугами зміщення покрівля становить 297 мм, підосви – 694 мм.

Охорона за базовою схемою 1-ї південної лави: зміщенні покрівля – 317 мм, підосви 741 мм. При застосовуванні кріплення підсилення зміщення покрівлі може зменшитись до 160 мм. Охорона органічними кріпленнями і зміщення покрівлі 254 мм, підосви – 590 мм.

Охорона литою смугою: зміщення покрівлі – 220 мм, підосви – 520 мм.

Охорона кострами зі шпального бруса: зміщення покрівлі – 317 мм, підосви -741 мм.

Охорона блоками БДБ: зміщення покрівлі – 200 мм, підосви 0 550 мм.

Охорона кострами з круглого лісу: зміщення покрівлі - 417 мм, підосви – 1270 мм.

Другий тип умов передбачає залягання під вапняком аргіліту з міцністю 23 МПа татовщиною 3,5-5,0 м.

Він є легкообвалюваний (А₁), вельми нестійкий.

При охороні бутовими полосами зміщення покрівлі 704мм, підосви - 576мм.

Охорона за базовою схемою 1-ї південної лави зміщення покрівлі – 620мм, підосви – 760мм.

Охорона органним кріпленням: зміщення покрівлі 530мм, підосви – 650мм.

Литою смугою: зміщення покрівлі 490мм, підосви – 590мм.

Охорона кострами зі шпального бруса: зміщення покрівлі 620мм, підосви - 760мм.

Охорона кострами з круглого лісу: зміщення покрівлі 710мм, підосви – 870мм.

Охорона блоками БДБ: зміщення покрівлі 694мм, підосви – 845мм, а з урахуванням досліджень [16] 347мм і 422мм відповідно.

Пласт l_6 у безпосередній покрівлі має алевроліт міцністю 30МПа, середньої обвалюваності. Безпосередня підосва має міцність 19МПа, нестійка (Π_1). Потужність пласта 0,9м.

При охороні бутовими смугами підготовчих виробок на цьому пласті зміщення покрівлі становитиме 370мм, підосви – 460мм.

Охорона за базовим варіантом 1-ї південної лави: зміщення покрівлі – 540мм, підосви 660мм.

Охорона органним кріпленням: зміщення покрівлі – 480мм, підосви – 590мм.

Охорона литою смугою: зміщення покрівлі – 445мм, підосви – 550мм.

Охорона кострами зі шпального бруса: зміщення покрівлі – 540мм, підосви – 660мм.

Охорона кострами з круглого лісу: зміщення покрівлі – 600мм, підосви – 730мм.

Охорона блоками БДБ: зміщення покрівлі – 465мм, підосви – 570мм.

3.3 Встановлення взаємозв'язку між НДС та параметрами засобів охорони підготовчих виробок

Виконані вище розрахунки зміщення покрівлі та підосви гірничих виробок дозволяють встановити їх зміну в залежності від геологічних умов залягання вугільних пластів при різних способах охорони виробок.

Для цього всі дані зведені у таблиці 3.1-3.7.

Таблиця 3.1.

Охорона за базовим варіантом

Потужність пласта, м m	Міцність порід на стискання, мПа		Зміщення порід, мм	
	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$
1,25	33	70	1170	130
1,35	23	19	620	780
1,35	57	19	317	741
0,9	30	19	540	660

Таблиця 3.2

Охорона бутовими смугами

Потужність пласта, м m	Міцність порід на стискання, мПа		Зміщення порід, мм	
	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$
1,25	33	70	1060	116
1,35	23	19	704	576
1,35	57	19	297	694
0,9	30	19	370	460

Таблиця 3.3

Охорона органним кріпленням

Потужність пласта, м m	Міцність порід на стискання, мПа		Зміщення порід, мм	
	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$
1,25	33	70	504	56
1,35	23	19	530	650
1,35	57	19	254	590
0,9	30	19	490	590

Таблиця 3.4

Охорона литими смугами

Потужність пласта, м m	Міцність порід на стискання, мПа		Зміщення порід, мм	
	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$
1,25	33	70	927	103
1,35	23	19	490	590
1,35	57	19	220	520
0,9	30	19	445	550

Таблиця 3.5

Охорона кострами зі шпального брусу

Потужність пласта, м m	Міцність порід на стискання, мПа		Зміщення порід, мм	
	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підосви, $\sigma_{\text{під}}$
1,25	33	70	1170	130
1,35	23	19	620	760
1,35	57	19	317	740
0,9	30	19	540	660

Таблиця 3.6

Охорона кострами з круглого лісу

Потужність пласта, м m	Міцність порід на стискання, мПа		Зміщення порід, мм	
	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підшви, $\sigma_{\text{під}}$	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підшви, $\sigma_{\text{під}}$
1,25	33	70	1350	250
1,35	23	19	710	870
1,35	57	19	417	1270
0,9	30	19	600	730

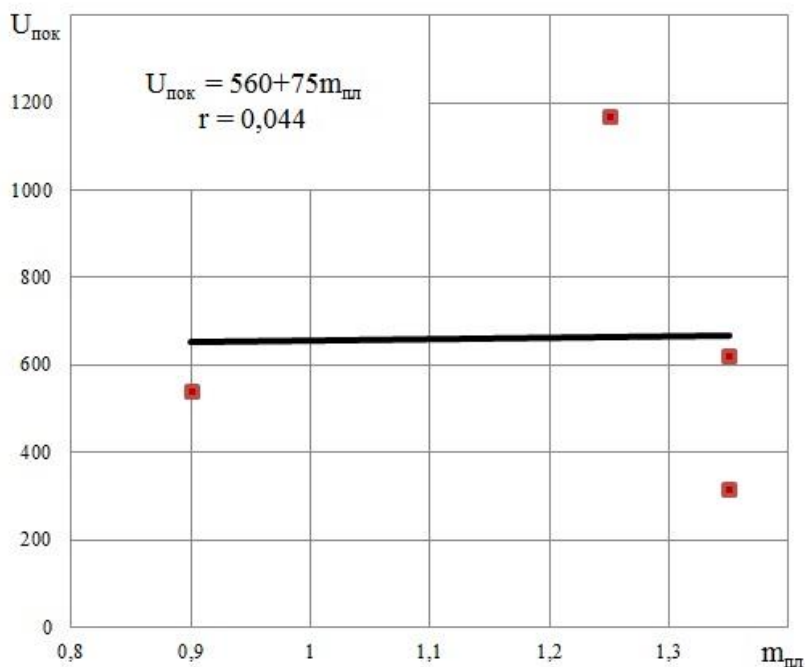
Таблиця 3.7

Охорона блоками з БДБ

Потужність пласта, м m	Міцність порід на стискання, мПа		Зміщення порід, мм	
	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підшви, $\sigma_{\text{під}}$	покрівлі, $\sigma_{\text{пок}}$	підшви, $\sigma_{\text{під}}$
1,25	33	70	972	108
1,35	23	19	347	422
1,35	57	19	200	550
0,9	30	19	465	570

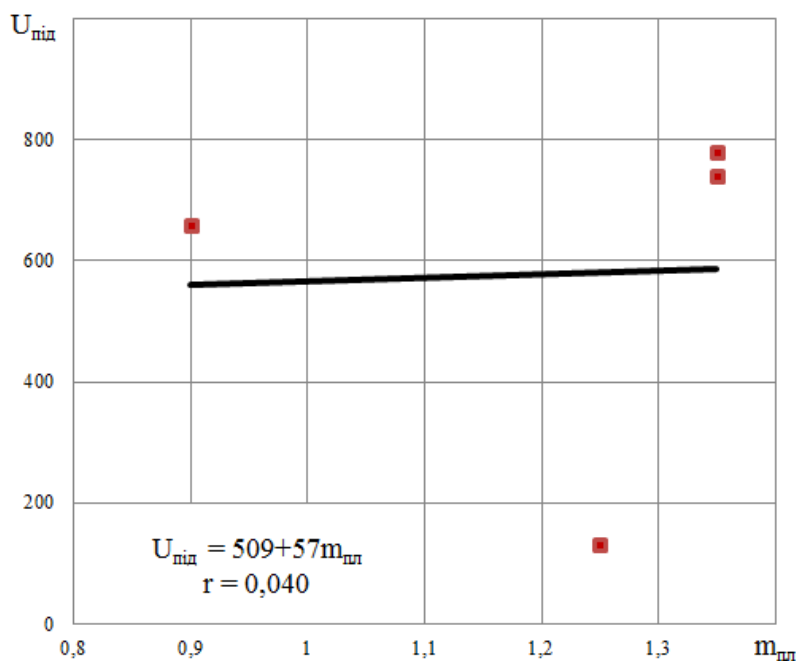
Попередній аналіз наведених у цих таблицях даних показав наявність певних тенденцій зміни зміщення порід покрівлі і підшви зі зміною потужності пласта та міцності порід покрівлі і підшви виробок.

Для підтвердження наявності цих тенденцій був виконаний двомірний регресійний аналіз взаємозв'язку між вказаними вище змінними. При цьому були встановлені параметри лінійної регресії ($y=a+vx$) та значення коефіцієнтів кореляції.



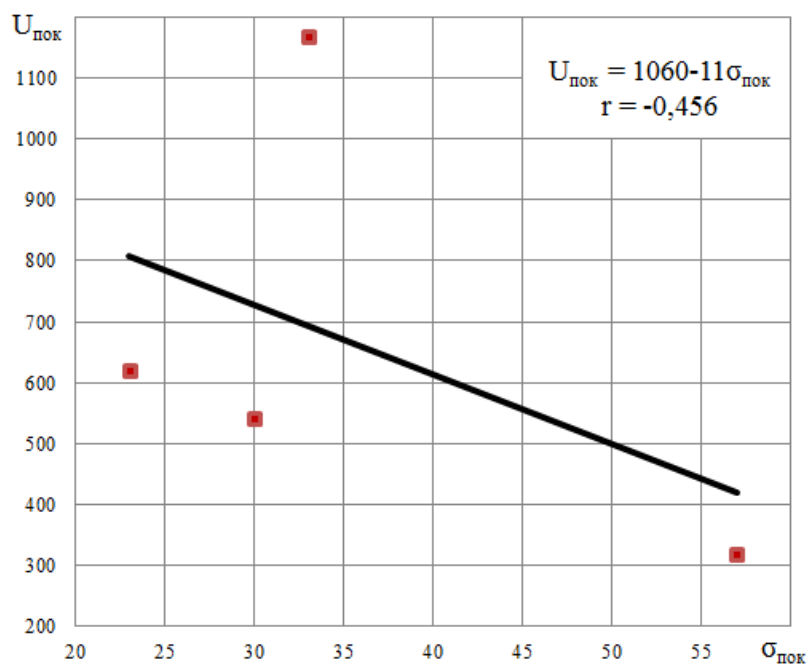
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.1 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $m_{\text{пл}}$ для базового варіанту охорони виробки.



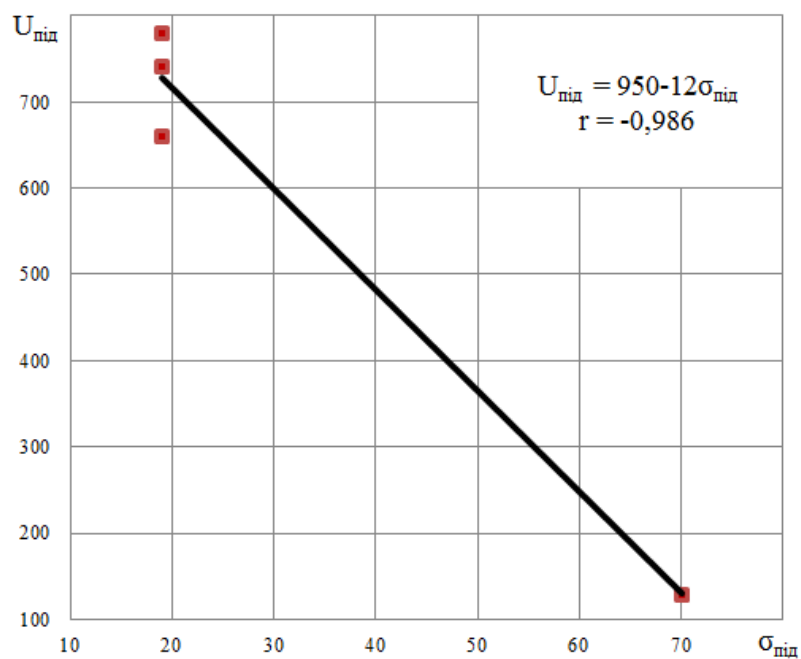
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.2 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $m_{\text{пл}}$ для базового варіанту охорони виробки.



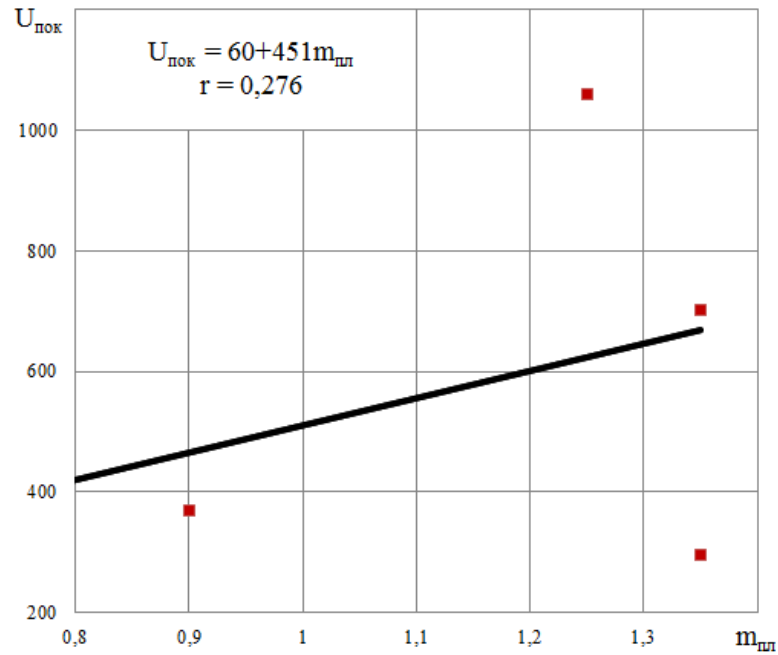
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.3 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $\sigma_{\text{пок}}$ для базового варіанту охорони виробки.



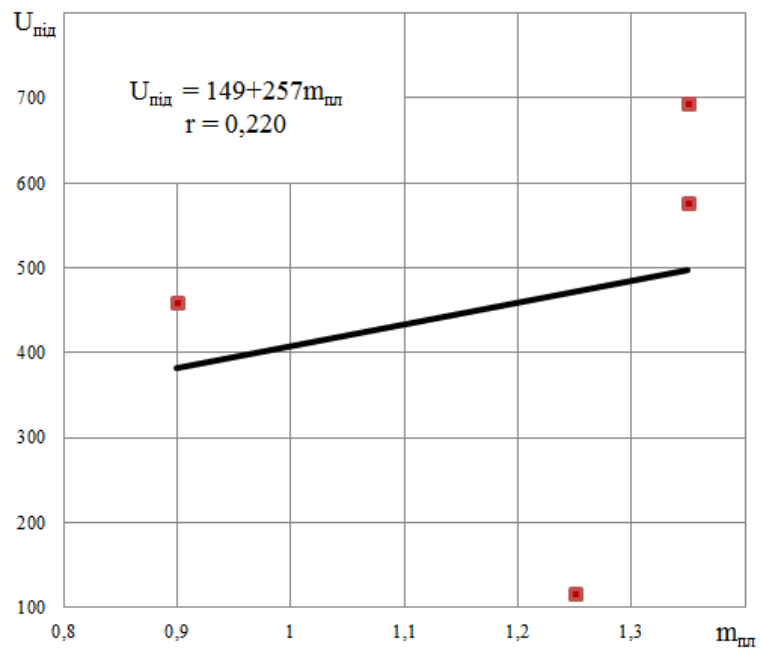
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.4 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $\sigma_{\text{під}}$ для базового варіанту охорони виробки.



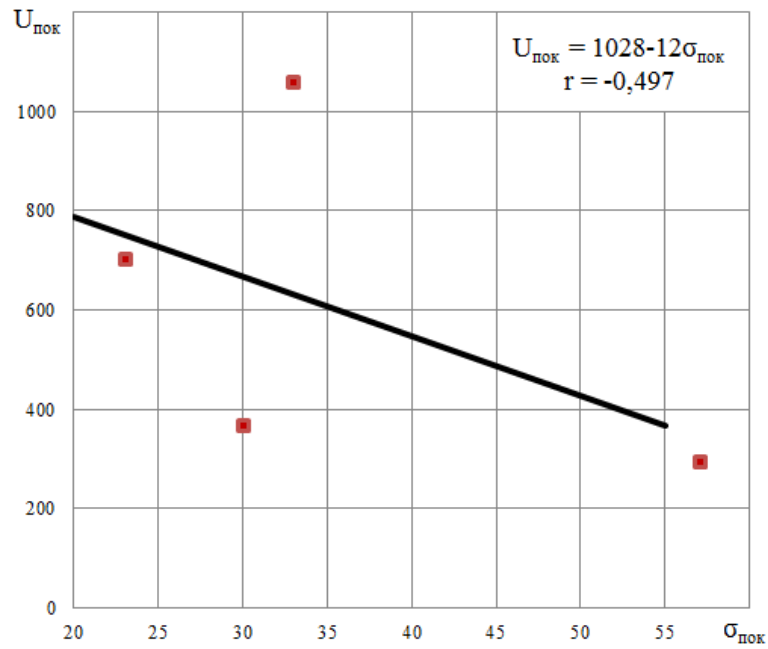
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.5 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробки бутовою половою.



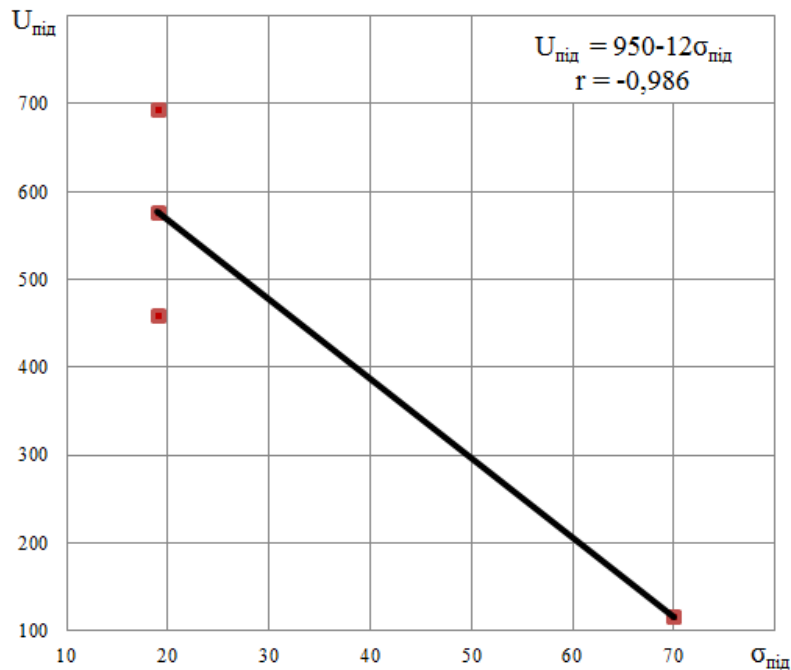
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.6 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробки бутовою половою.



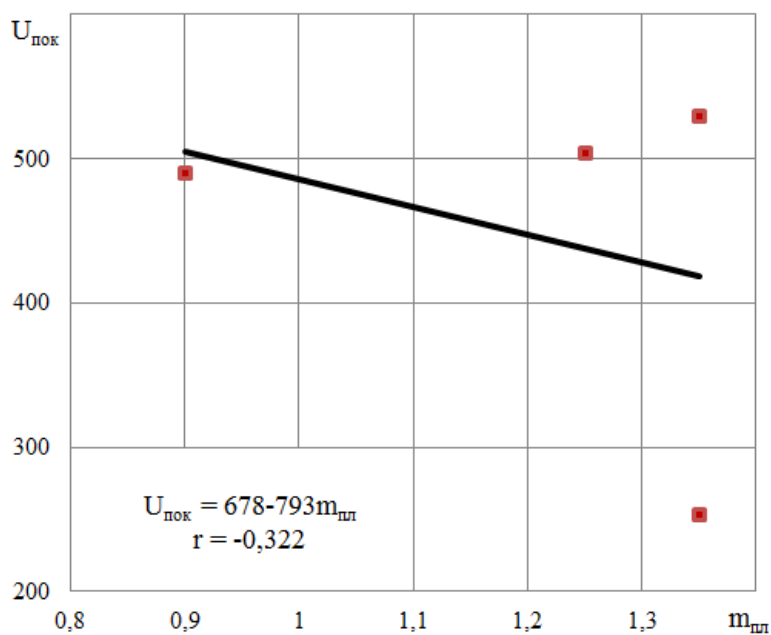
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.7 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $\sigma_{\text{пок}}$ для варіанту охорони виробки бутовою полосою.



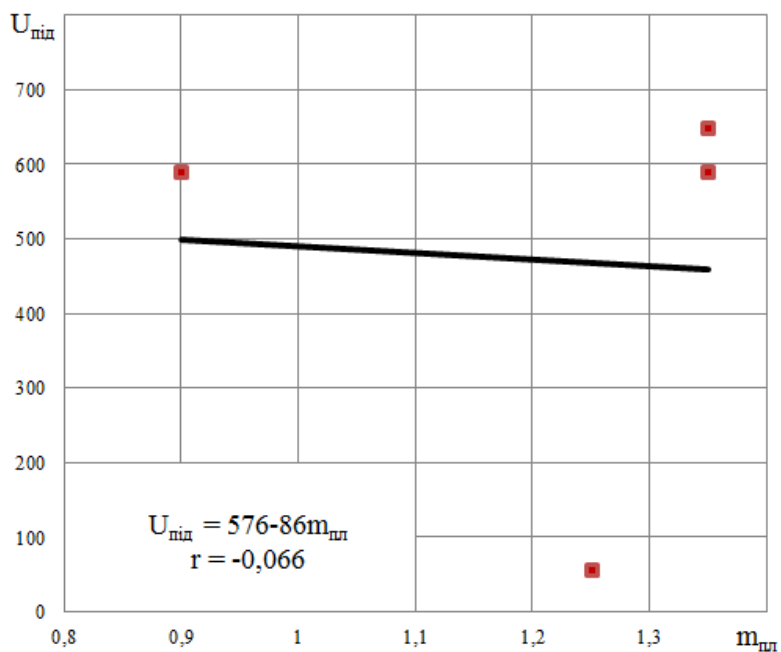
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.8 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $\sigma_{\text{під}}$ для варіанту охорони виробки бутовою полосою.



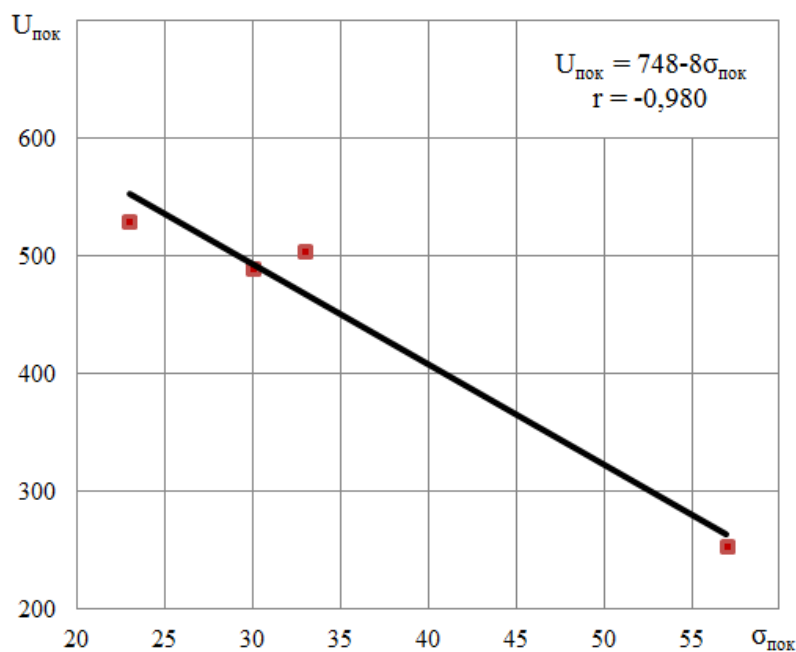
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.9 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробкиорганним рядом.



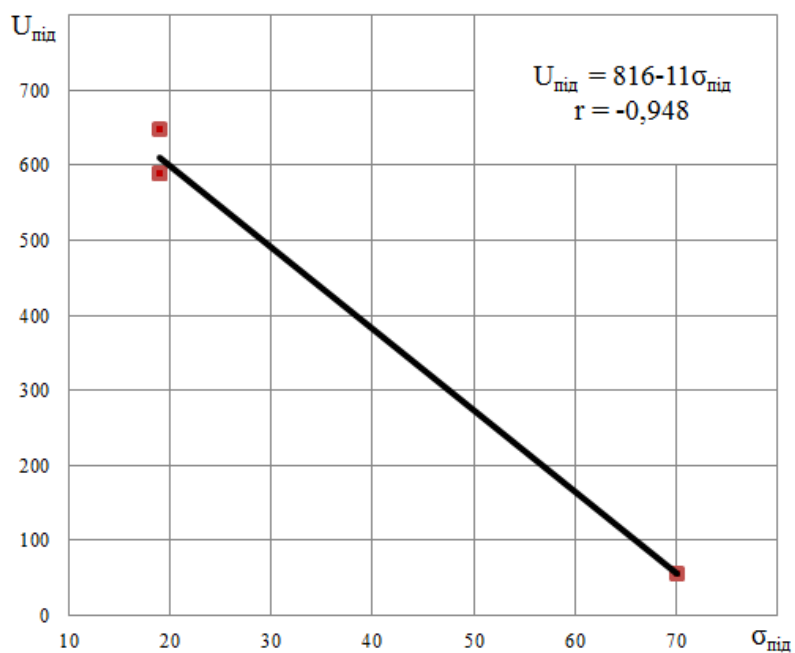
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.10 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробкиорганним рядом.



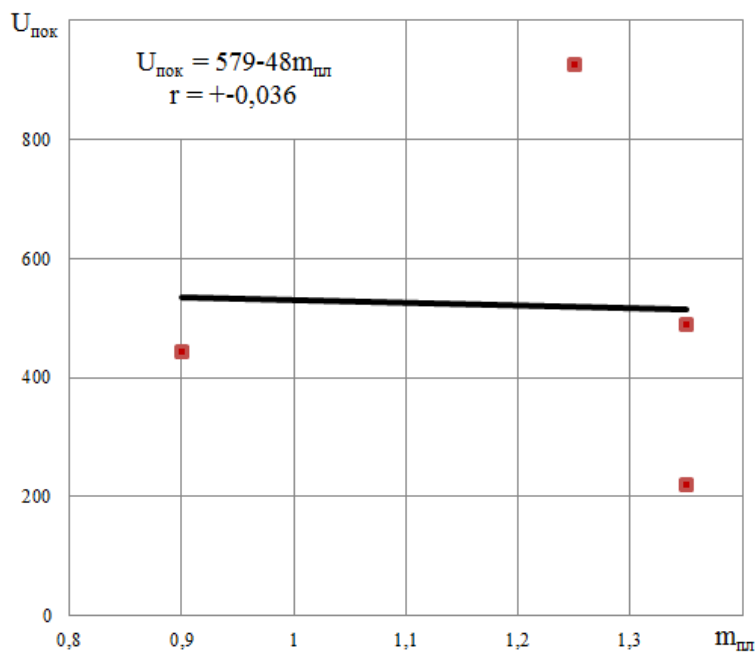
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.11 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $\sigma_{\text{пок}}$ для варіанту охорони виробки органічним рядом.



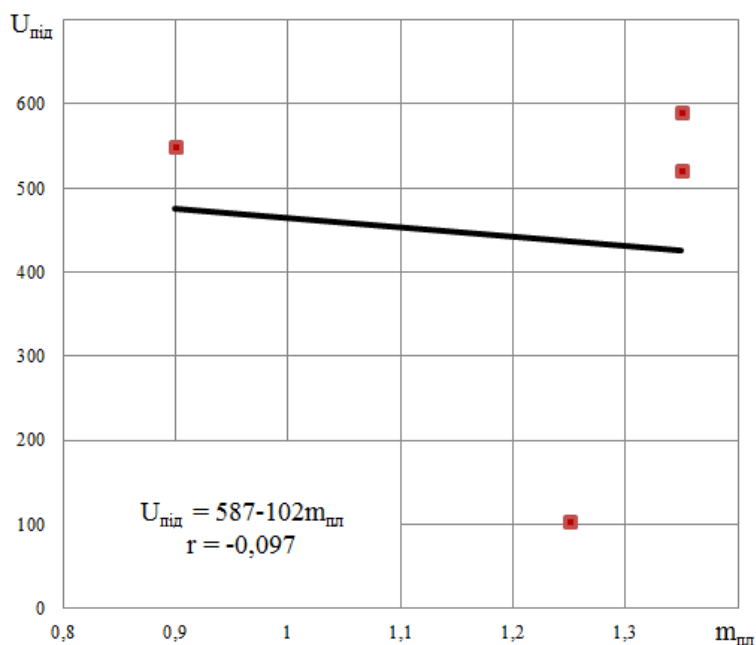
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.12 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $\sigma_{\text{під}}$ для варіанту охорони виробки органічним рядом.



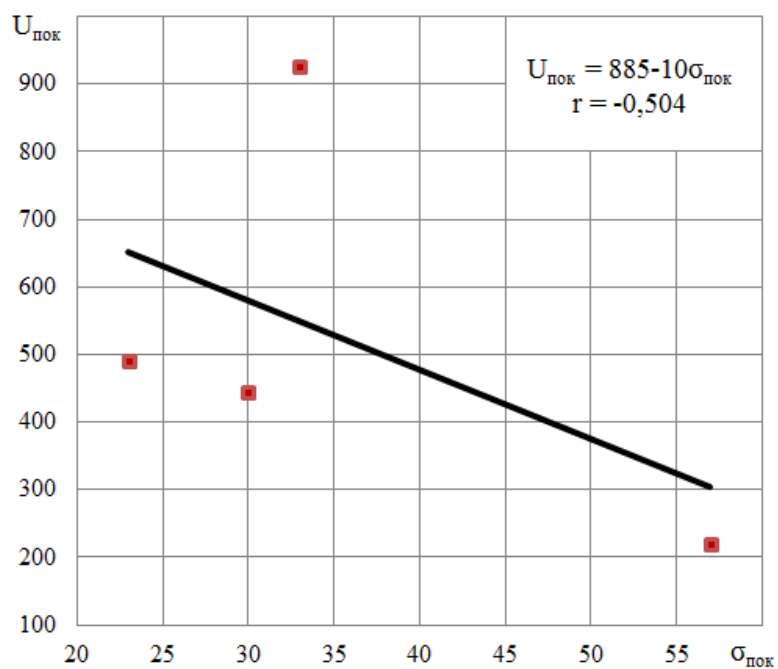
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.13 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробки литою смугою.



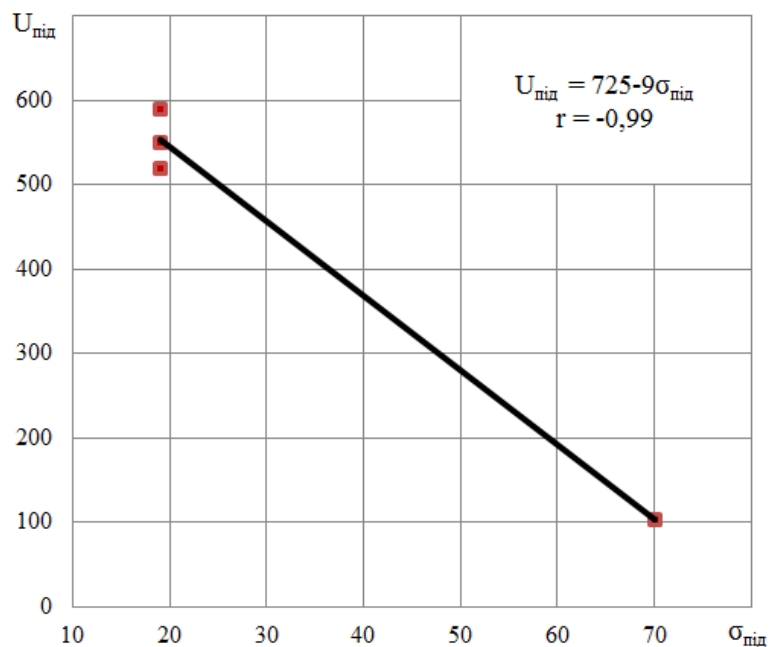
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.14 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробки литою смугою.



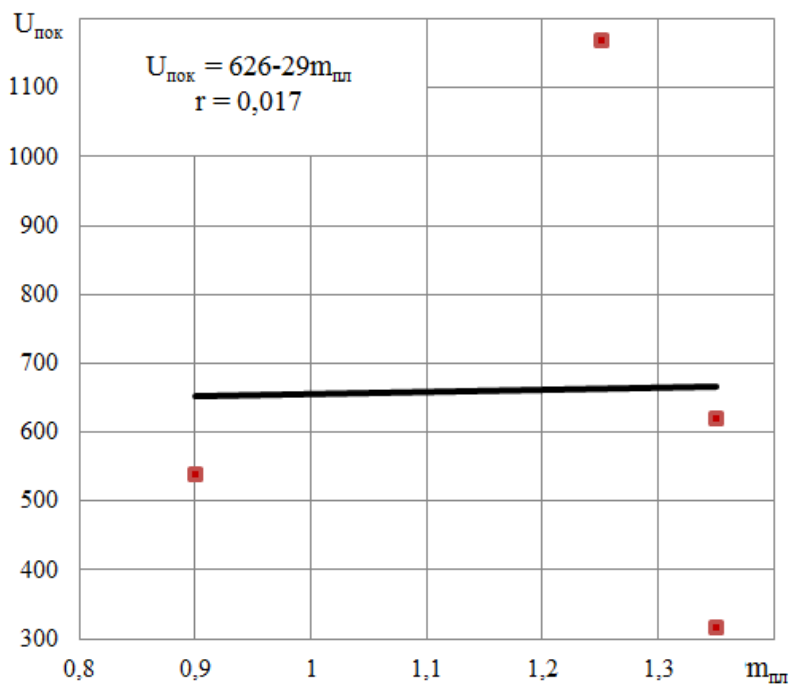
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.15 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $\sigma_{\text{пок}}$ для варіанту охорони виробки литою смугою.



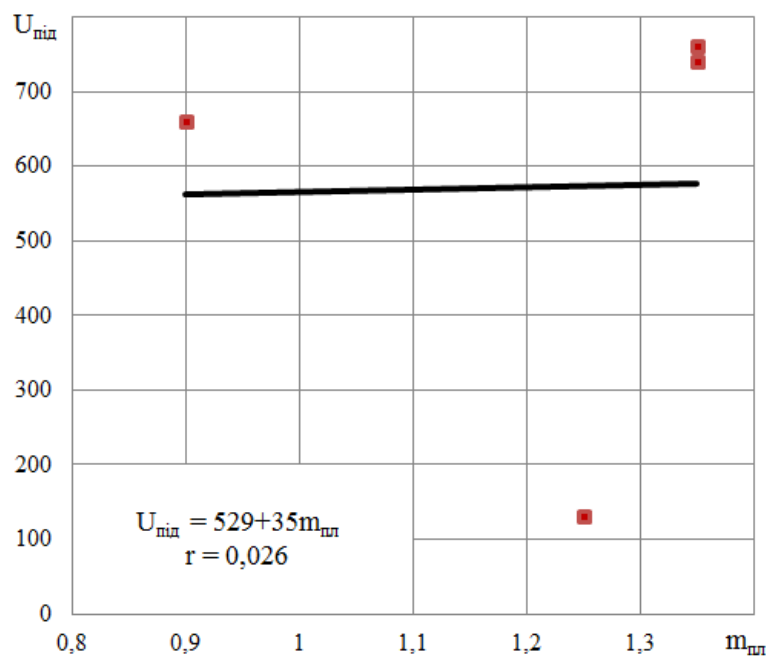
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.16 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $\sigma_{\text{під}}$ для варіанту охорони виробки литою смугою.



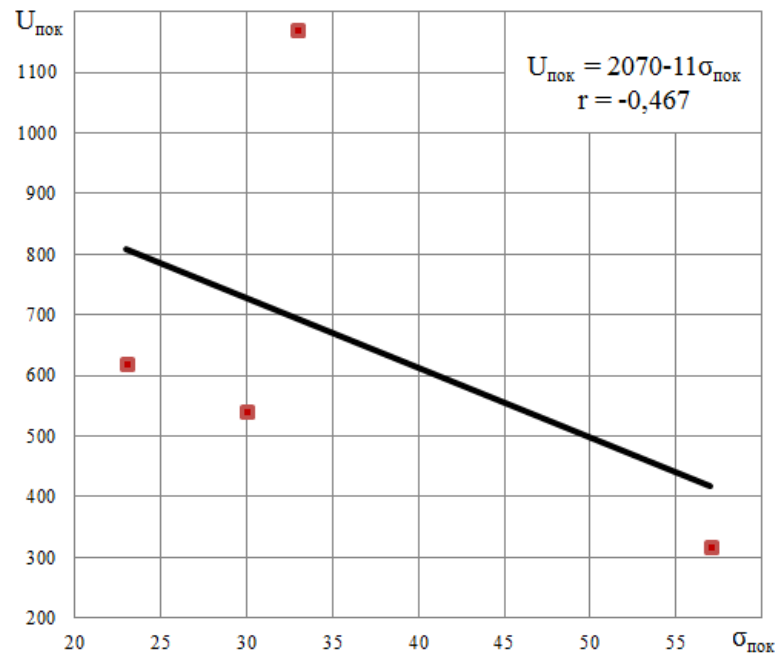
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.17 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробки кострами зі шпального бруса.



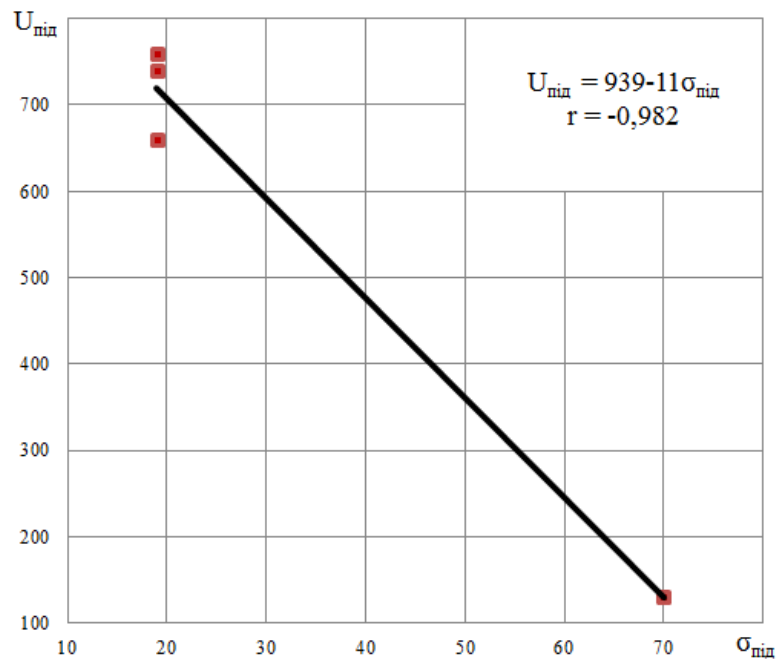
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.18 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробки кострами зі шпального бруса.



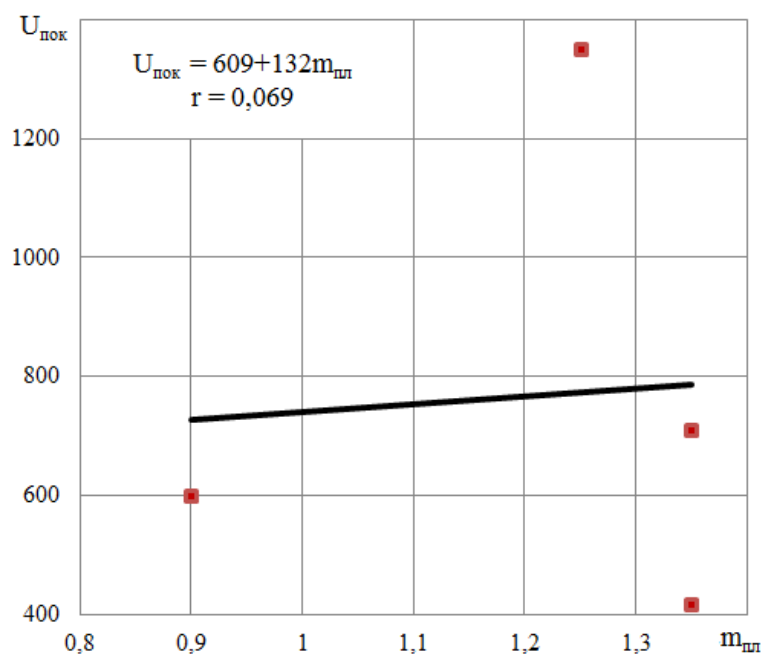
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.19 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $\sigma_{\text{пок}}$ для варіанту охорони виробки кострами зі шпального бруса.



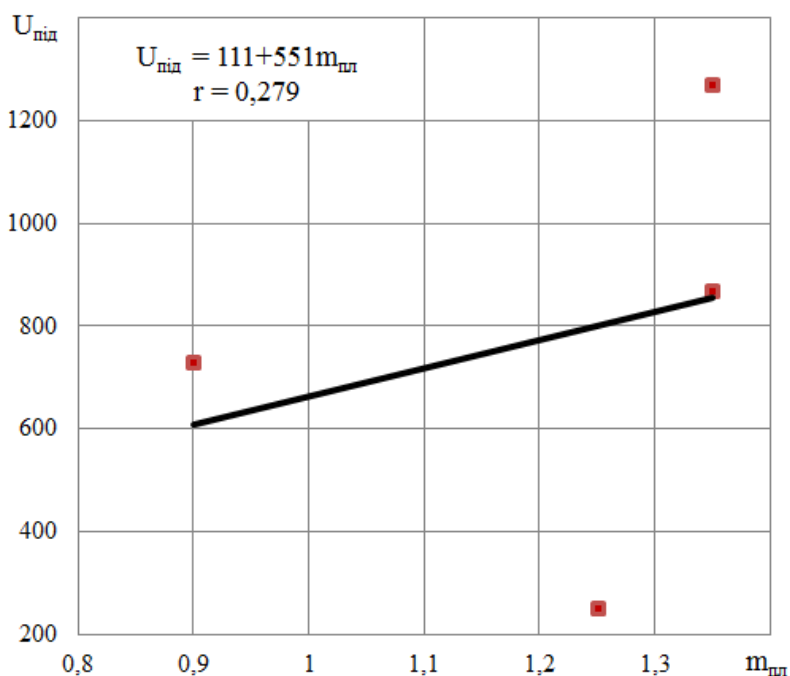
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.20 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $\sigma_{\text{під}}$ для варіанту охорони виробки кострами зі шпального бруса.



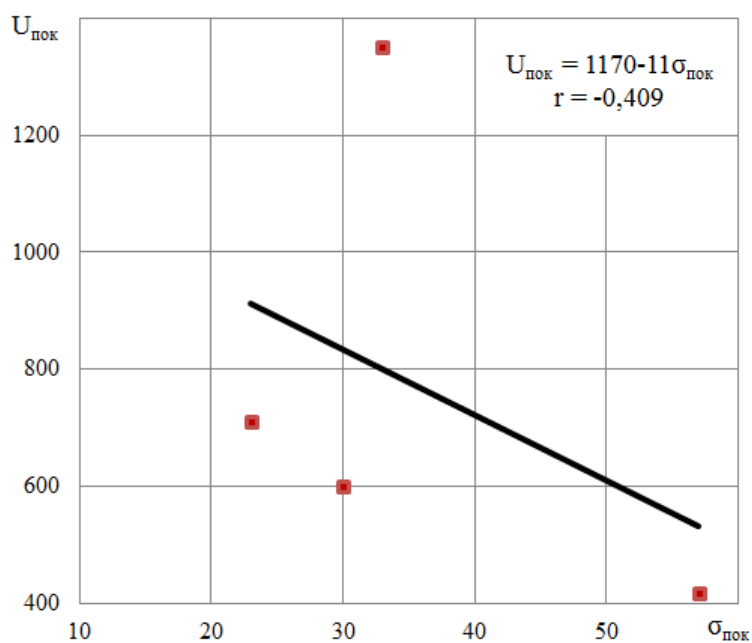
■ - експериментальні дані; ——— - усереднююча пряма;

Рис. 3.21 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробки кострами з круглого лісу.



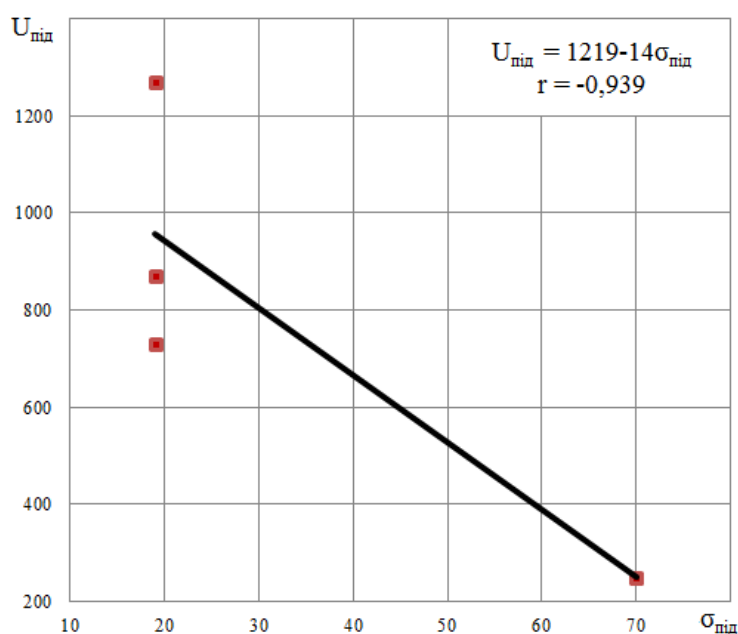
■ - експериментальні дані; ——— - усереднююча пряма;

Рис. 3.22 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробки кострами з круглого лісу.



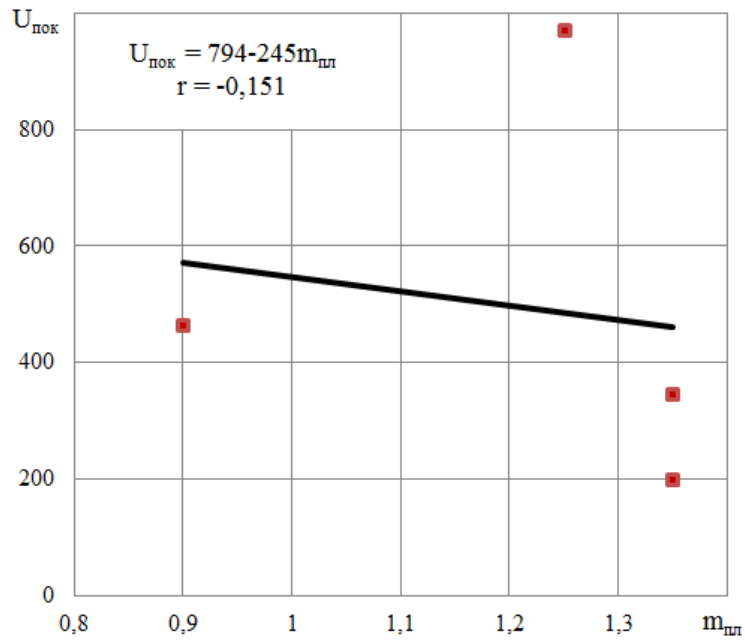
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.23 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $\sigma_{\text{пок}}$ для варіанту охорони виробки кострами з круглого лісу.



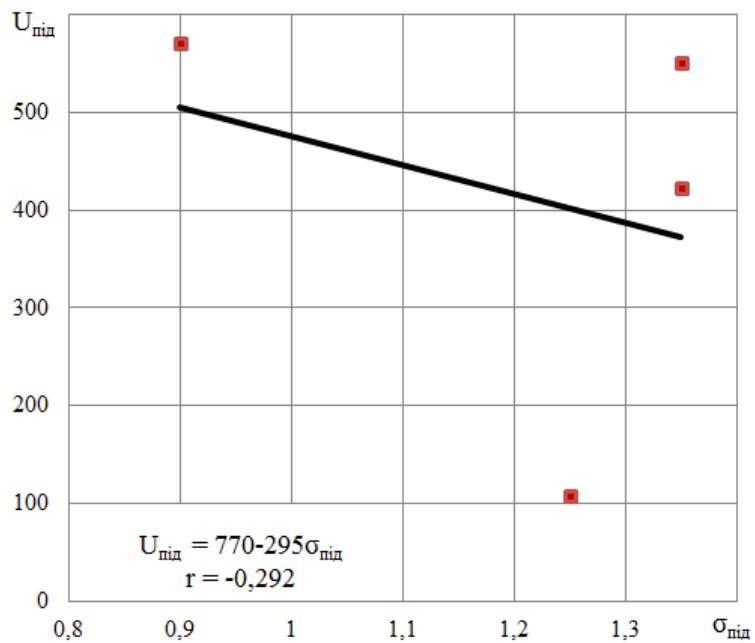
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.24 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $\sigma_{\text{під}}$ для варіанту охорони виробки кострами з круглого лісу.



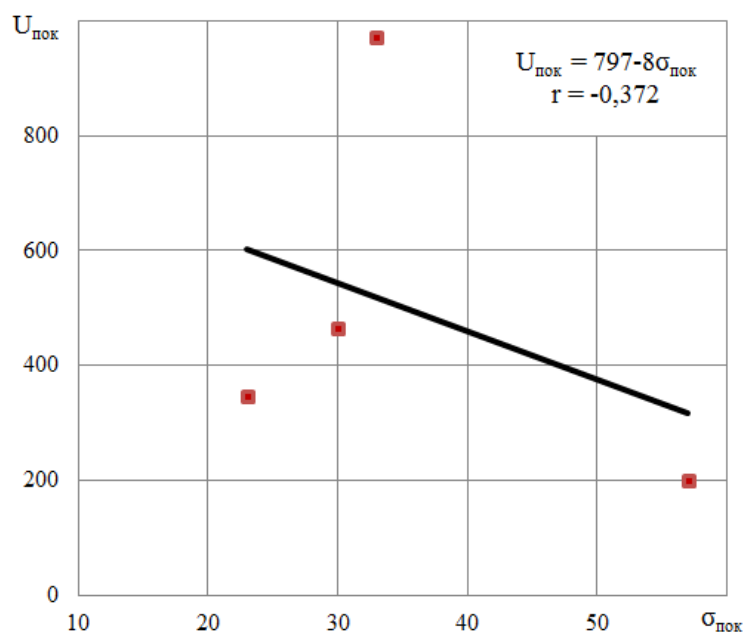
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.25 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $m_{\text{пл}}$ для варіанту охорони виробки блоками БЖБТ.



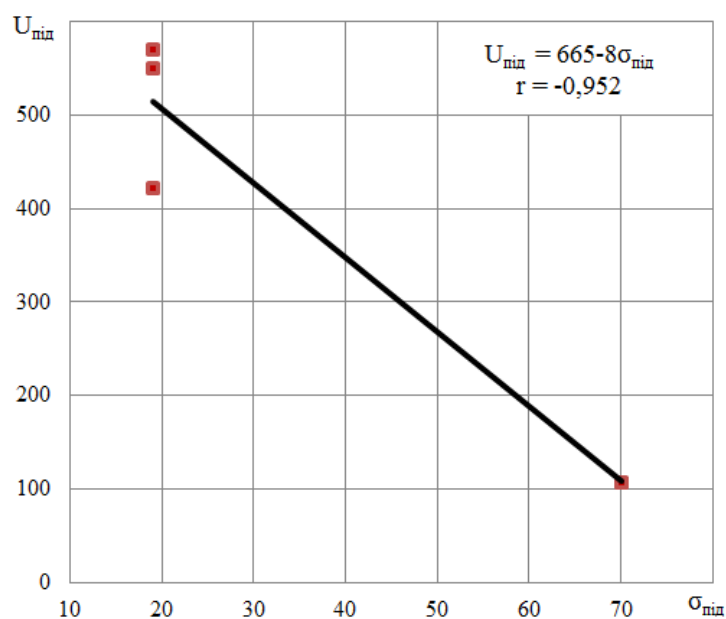
■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.26 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $\sigma_{\text{під}}$ для варіанту охорони виробки блоками БЖБТ.



■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.27 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{пок}}$ і $\sigma_{\text{пок}}$ для варіанту охорони виробки блоками БЖБТ.



■ - експериментальні дані; — - усереднююча пряма;

Рис. 3.28 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{\text{під}}$ і $\sigma_{\text{під}}$ для варіанту охорони виробки блоками БЖБТ.

Отримані результати наведені у табл.3.8.

Таблиця 3.8

Значення параметрів парної регресії

Спосіб охорони	Зміщення порід, мм	Фактори	Параметри		Коефіцієнт кореляції
			<i>a</i>	<i>b</i>	
1	2	3	4	5	6
Базовий	$U_{\text{пок}}$	$m_{\text{пл}}$	560	75	0,044
		$\sigma_{\text{пок}}$	1060	-11	-0,456
	$U_{\text{під}}$	$m_{\text{пл}}$	509	57	0,040
		$\sigma_{\text{під}}$	950	-12	-0,986
Бутова смуга	$U_{\text{пок}}$	$m_{\text{пл}}$	60	451	0,276
		$\sigma_{\text{пок}}$	1028	-12	-0,497
	$U_{\text{під}}$	$m_{\text{пл}}$	149	257	0,220
		$\sigma_{\text{під}}$	748	-9	0,924
Органне кріплення	$U_{\text{пок}}$	$m_{\text{пл}}$	678	-193	-0,322
		$\sigma_{\text{пок}}$	748	-8	-0,980
	$U_{\text{під}}$	$m_{\text{пл}}$	576	-86	-0,066
		$\sigma_{\text{під}}$	816	-11	-0,948
Лита смуга	$U_{\text{пок}}$	$m_{\text{пл}}$	579	-48	-0,036
		$\sigma_{\text{пок}}$	885	-10	-0,504
	$U_{\text{під}}$	$m_{\text{пл}}$	587	-102	-0,097
		$\sigma_{\text{під}}$	725	-9	-0,994
Костри зі шпального брусу	$U_{\text{пок}}$	$m_{\text{пл}}$	626	29	0,017
		$\sigma_{\text{пок}}$	1070	-11	-0,467
	$U_{\text{під}}$	$m_{\text{пл}}$	529	35	0,026
		$\sigma_{\text{під}}$	939	-11	-0,982
Костри з круглого лісу	$U_{\text{пок}}$	$m_{\text{пл}}$	609	132	0,069
		$\sigma_{\text{пок}}$	1170	-11	-0,409
	$U_{\text{під}}$	$m_{\text{пл}}$	111	551	0,279
		$\sigma_{\text{під}}$	1219	-14	-0,939
Блоки БДБ	$U_{\text{пок}}$	$m_{\text{пл}}$	794	-245	-0,151
		$\sigma_{\text{пок}}$	797	-8	-0,372
	$U_{\text{під}}$	$m_{\text{пл}}$	770	-295	-0,292
		$\sigma_{\text{під}}$	665	-8	-0,952

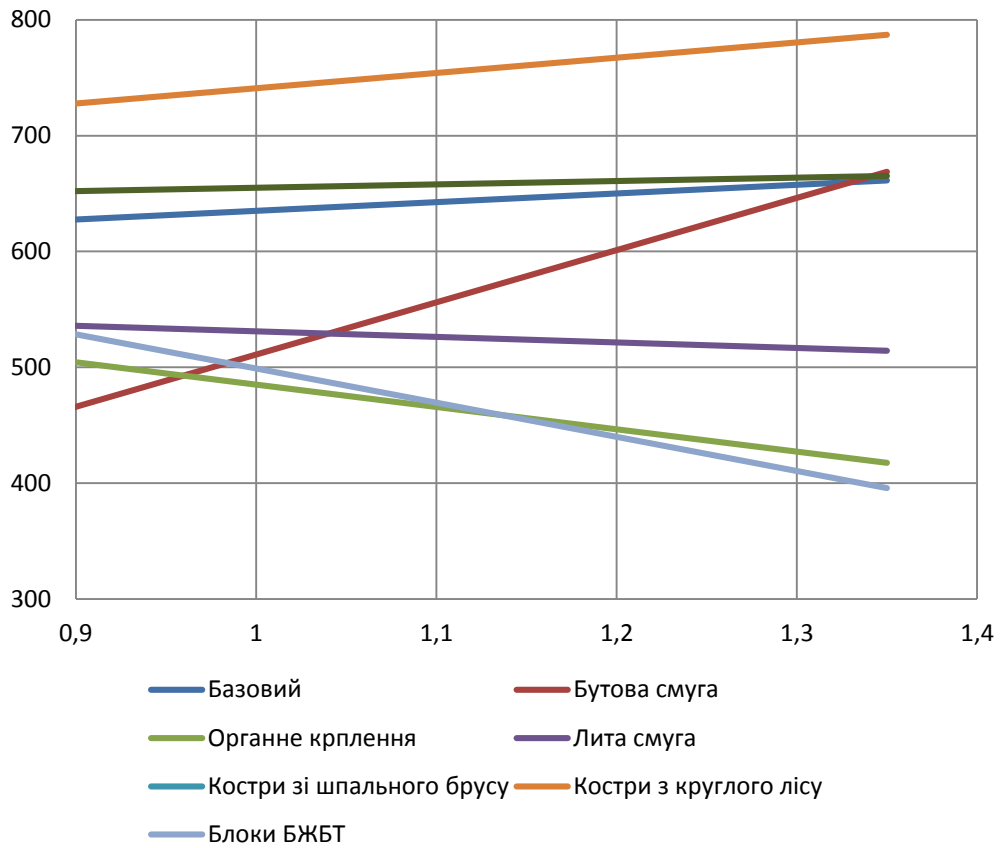


Рис. 3.29 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{пок}im_{нл}$.

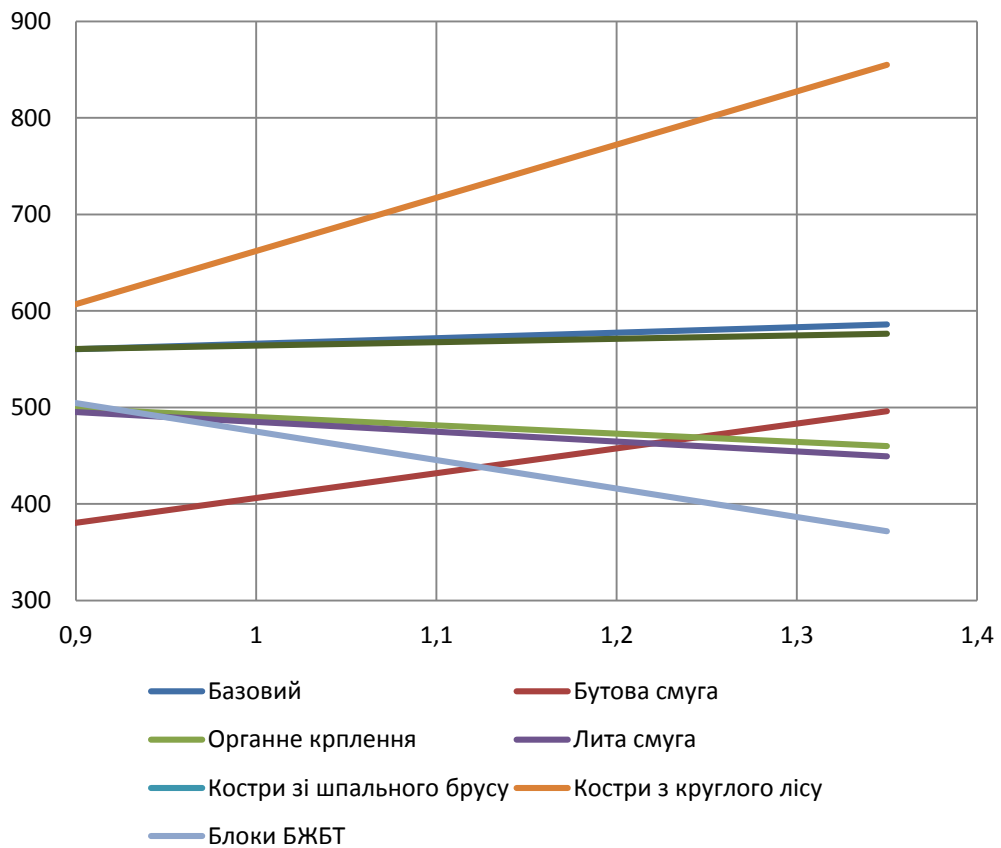


Рис. 3.30 – Графіки парної регресії взаємозв'язку $U_{нід}im_{нл}$.

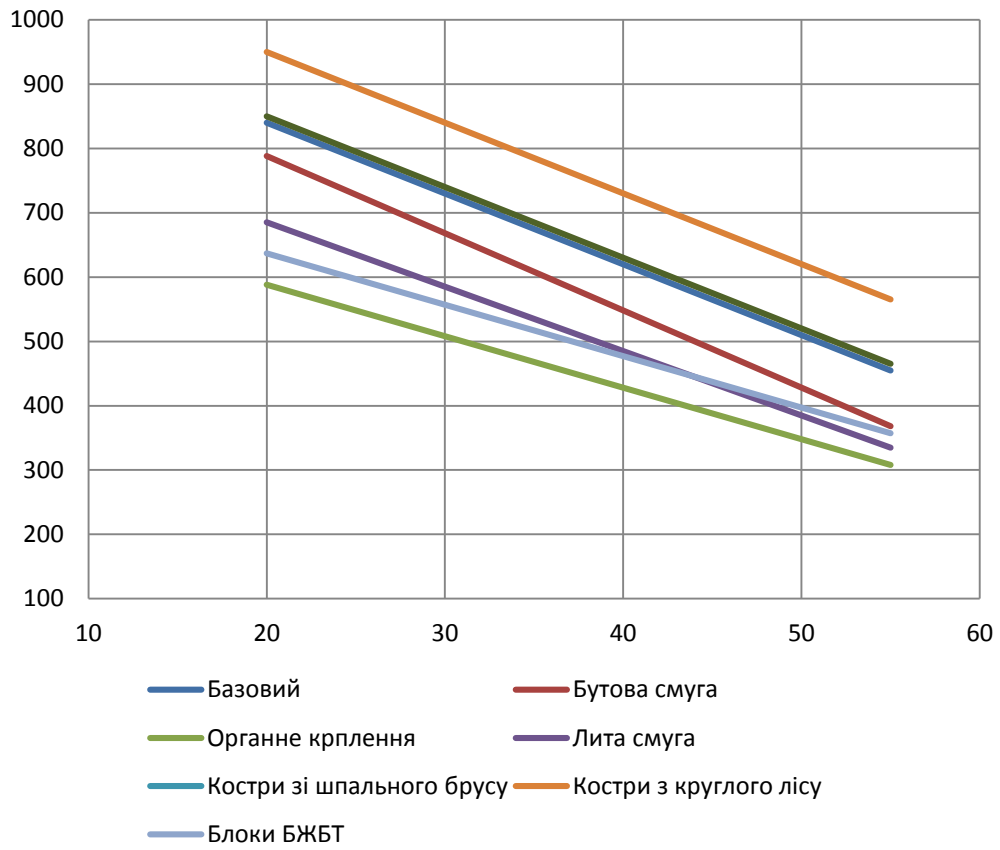


Рис. 3.31 – Графіки парної регресії взаємозв'язку U_{nok} і σ_{nok} .

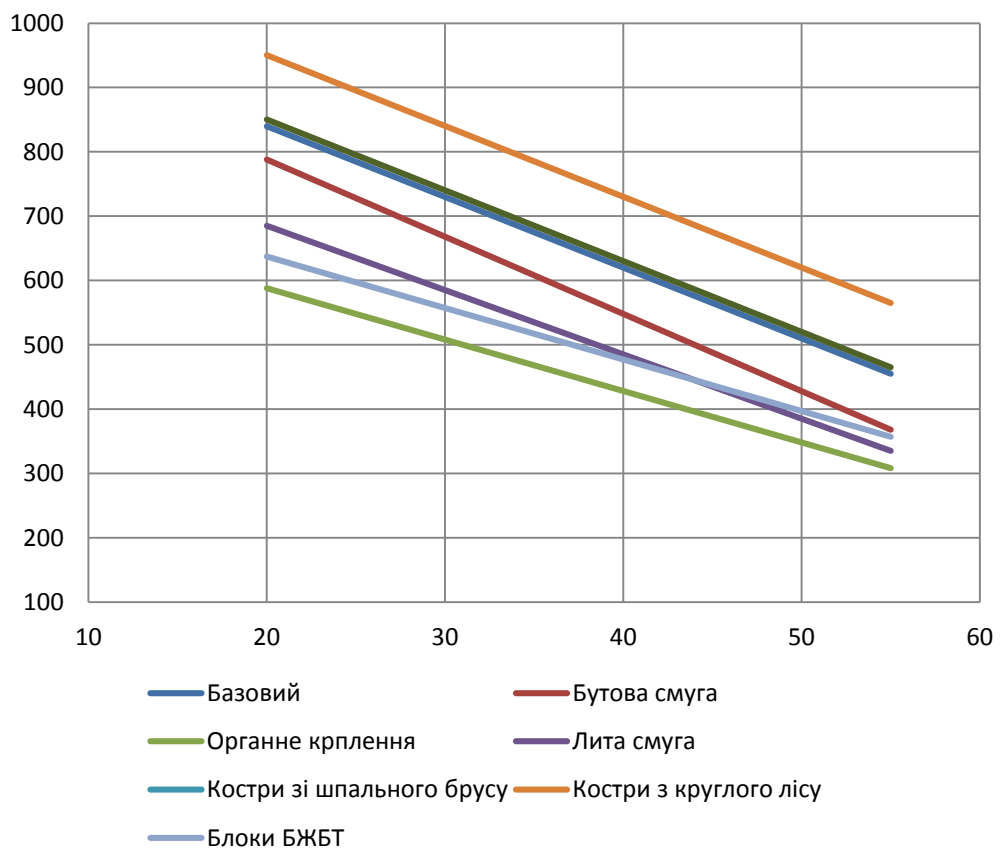


Рис. 3.32 – Графіки парної регресії взаємозв'язку U_{nid} і σ_{nid} .

На рис. 3.1-3.28 показані емпіричні графіки лінійної регресії, побудовані за даними табл. 3.8.

На рис. 3.29 – 3.32 показані зведені графіки вказаних вище рівнянь регресії.

Аналіз цих графіків та даних табл. 3.8 показав, що міцність порід покрівлі і підшви сильно впливають на деформації покрівлі і підшви. При чому зі збільшенні $\sigma_{\text{пок}}$ і $\sigma_{\text{під}}$ в усіх випадках зменшуються значення $U_{\text{пок}}$ і $U_{\text{під}}$

В той же час вплив потужності пласта на $U_{\text{пок}}$ і $U_{\text{під}}$ неоднозначний. Для одних способів охорони виробок цей вплив позитивний, для інших – негативний.

При чому в останньому випадку характер впливу протирічить логіки процесу деформування порід. Слід також відмітити, що для більшості способів охорони вплив $m_{\text{пл}}$ на $U_{\text{пок}}$ і $U_{\text{під}}$ незначний.

Більш менш однозначно можна стверджувати, що зі збільшенням потужності маси суттєво зростає зміщення порід покрівлі і підшви виробок, що не протирічить логіки геомеханічних процесів, які протікають у масиві гірничих порід.

Неоднозначний характер впливу $m_{\text{пл}}$ на $U_{\text{пок}}$ і $U_{\text{під}}$ можна пояснити, що цей фактор впливає на вказані показники на фоні впливу таких факторів, як $\sigma_{\text{пок}}$ і $\sigma_{\text{під}}$. У зв'язку з цим реальний зв'язок між вказаними факторами та $U_{\text{пок}}$ і $U_{\text{під}}$ можна встановити за допомогою множинної регресії.

За її допомогою були встановлені слідуєчі множинні рівняння:

$$U_{\text{пок}}=758+295 \cdot m-13 \sigma_{\text{пок}}(3.5)$$

Множинний коефіцієнт кореляції $R=0,495$

$$U_{\text{під}}=685+228 \cdot m-12 \sigma_{\text{під}} R=0,998 \quad (3.6)$$

Бутова смуга:

$$U_{\text{пок}}=218+767 \cdot m-15 \sigma_{\text{пок}} R=0,668(3.7)$$

$$U_{\text{під}}=288+388 \cdot m-9\sigma_{\text{під}}R=0,962 \quad (3.8)$$

Органне кріплення:

$$U_{\text{пок}}=766-17 \cdot m-8\sigma_{\text{пок}}R=0,980(3.9)$$

$$U_{\text{під}}=737+66 \cdot m-11\sigma_{\text{під}}R=0,992 \quad (3.10)$$

Лита смуга:

$$U_{\text{пок}}=694+181 \cdot m-11\sigma_{\text{пок}}r=0,524(3.11)$$

$$U_{\text{під}}=708+11 \cdot m-9\sigma_{\text{під}}r=0,992 \quad (3.12)$$

Костри зі шпального бруса:

$$U_{\text{пок}}=758+295 \cdot m-13\sigma_{\text{пок}}R=0,495 \quad (3.13)$$

$$U_{\text{під}}=685+223 \cdot m-12\sigma_{\text{під}}R=0,992 \quad (3.14)$$

Костри з круглого лісу:

$$U_{\text{пок}}=744+404 \cdot m-13\sigma_{\text{пок}}R=0,465 \quad (3.15)$$

$$U_{\text{під}}=327+755 \cdot m-14\sigma_{\text{під}}R=0,921 \quad (3.16)$$

Блоки БДБ:

$$U_{\text{пок}}=878-76 \cdot m-8\sigma_{\text{пок}}R=0,374 \quad (3.17)$$

$$U_{\text{під}}=886-186 \cdot m-8\sigma_{\text{під}}R=0,969 \quad (3.18)$$

З наведених вище рівнянь лише у трьох випадках вплив потужності пласта на деформацію порід не відповідає логіці цього процесу, це рівняння

(3.9), (3.17), (3.18). Тому, в цьому випадку доцільно використовувати парні рівняння, параметри яких наведені у табл.3.8.

$$\text{Тобто:} \quad U_{\text{пок}} = 748 - 8\sigma_{\text{пок}} \quad (3.19)$$

$$U_{\text{пок}} = 797 - 8\sigma_{\text{під}} \quad (3.20)$$

$$U_{\text{під}} = 665 - 8\sigma_{\text{під}} \quad (3.21)$$

Наведені вище рівняння отримані для глибин 820-880м. При збільшенні цього фактору слід враховувати вплив глибини розробки (Н).

$$\Delta U_{\text{н}} = 1,67(H - 850) \quad (3.22)$$

Тоді загальне зміщення бокових порід буде дорівнювати:

$$U_{\text{заг}} = (U_{\text{пок}} + U_{\text{під}}) + \Delta U_{\text{н}} \quad (3.23)$$

При цьому розподіл $U_{\text{заг}}$ на покрівлю і підшву слід виконувати за формулами:

$$U_{\text{пок}} = \frac{U_{\text{пок}}}{(U_{\text{пок}} + U_{\text{під}})} U_{\text{заг}} \quad (3.24)$$

$$U_{\text{під}} = \frac{U_{\text{під}}}{(U_{\text{пок}} + U_{\text{під}})} U_{\text{заг}} \quad (3.25)$$

3.4 Рекомендації стосовно раціональних способів охорони підготовчих виробок і їх параметрів

Виконані у попередньому розділі дослідження дали можливість отримати рівняння за допомогою яких розраховуються деформації покрівлі і підшви гірничих виробок при різних способах їх охорони.

На підставі цих розрахунків треба обирати той спосіб, який забезпечує

найменші значення зміщення порід покрівлі і підшви виробки.

При цьому значення деформацій покрівлі повинні відповідати податливості кріплення, що планується використовувати у виробці, конкретній АПЗ з податливістю до 300мм, або АП5 з податливістю 500мм.

Якщо деформації покрівлі перевищують відповідні межі податливості, або не має можливості застосувати кріплення з більшою податливістю, то слід передбачати встановлення у виробках кріплення посилення [6]. В цьому разі при виборі відповідного способу охорони виробок потрібно розраховувати його параметри. Для бутових смуг розраховується їх ширина, для БЗБТ відстань від бровки та порядок розташування (суцільний, в розбіжку), а також кількість залізобетонних труб на 1м виробки

Для литої смуги розраховують ширину смуги та відстань від бровки.

Для органного кріплення розраховують кількість стояків, що встановлюються в 1-2 ряди.

Для кострів, бутокострів їх розміри у площині пласта слід приймати не менш ніж 2м. Відстань між кострами приймають рівним 1-3м в залежності від стійкості порід покрівлі.

Усі вище наведені параметри обґрунтовуються згідно з рекомендаціями нормативного документа [6].

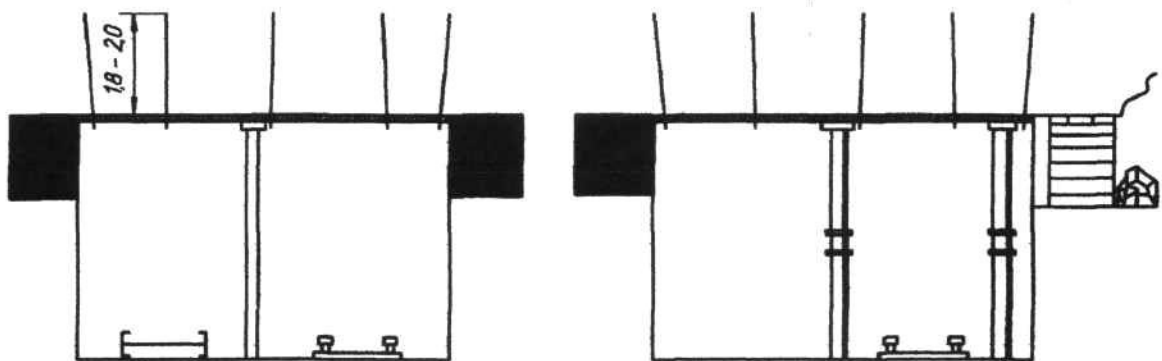
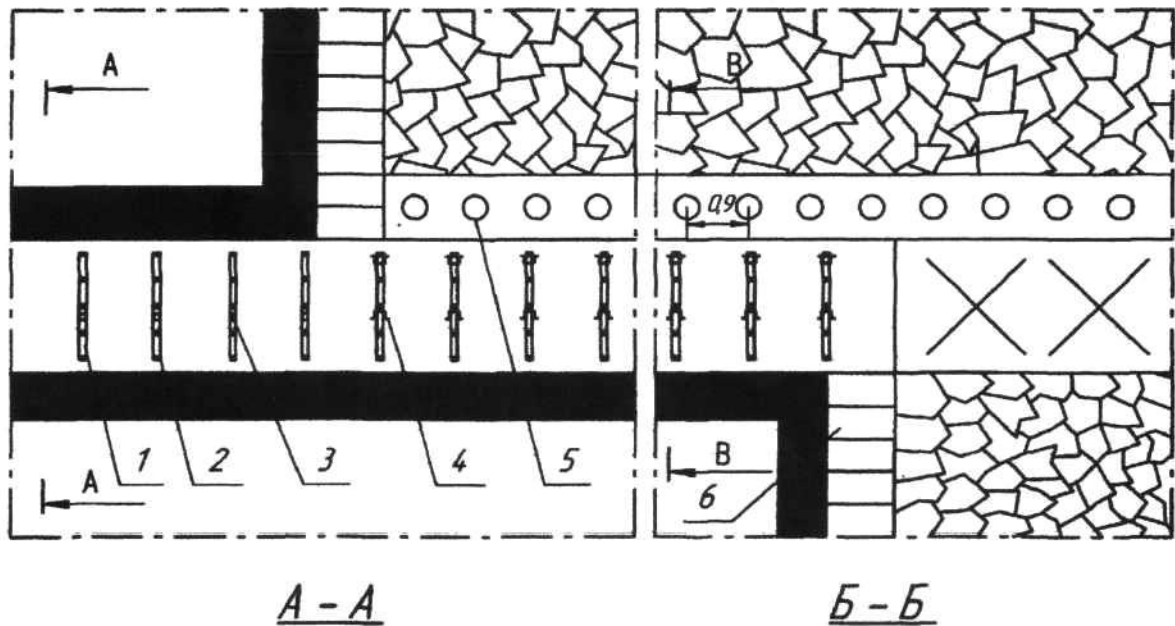
При застосуванні блоків БДБ слід орієнтуватися на типові паспорти охорони виробок, наведені у роботі [16] рис (3.33-3.36). При цьому слід відзначити, що застосування блоків БДБ дозволяє згідно з дослідженнями [16] зменшити зміщення порід майже у 2,3 рази порівняно з БЗБТ. Тому розрахункові значення зміщення порід визначені за формулами (3.17) і (3.18) можна відповідно зменшити.

Загальний вигляд блоку БДБ наведений на рис. 3.37.

Зменшити зміщення порід при інших способах охорони виробки можна, як вже вказувалося вище за допомогою застосування підсилюючого кріплення. Застосування одного стояка підсилення дозволяє зменшити розрахункове зміщення порід в 1,5 рази, а при двох стояках в 2 рази.

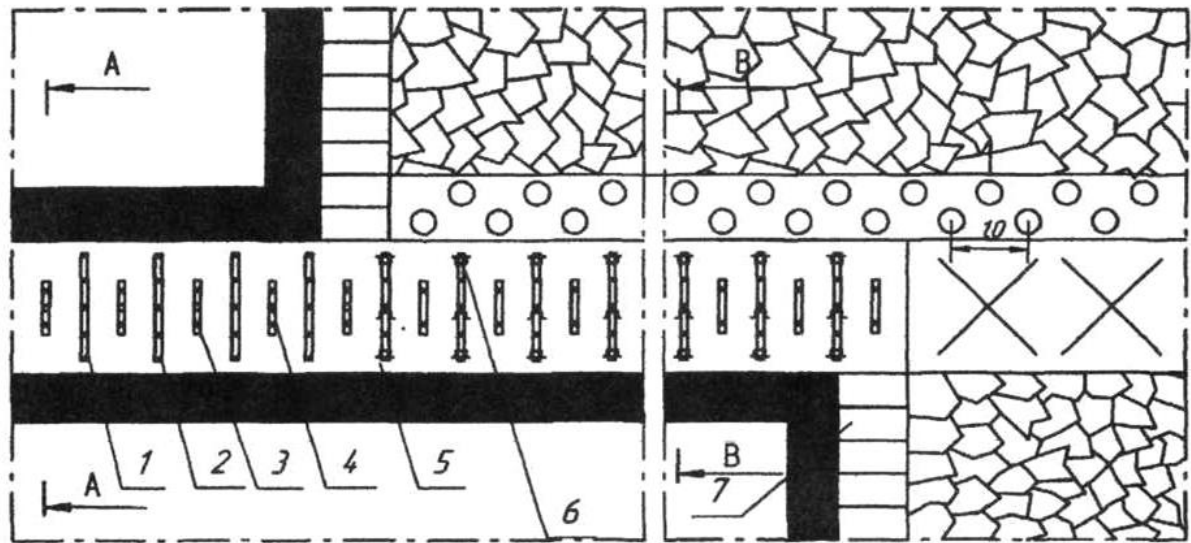
3.5 Техніко-економічна ефективність розроблених рекомендацій

Застосування кріплення, податливість якого відповідає прогнозним значенням зміщення порід, які визначаються по наведені вище методиці дозволяє забезпечити експлуатацію присічних виробок без їх ремонту за весь час відробки виїмкових стовпів.



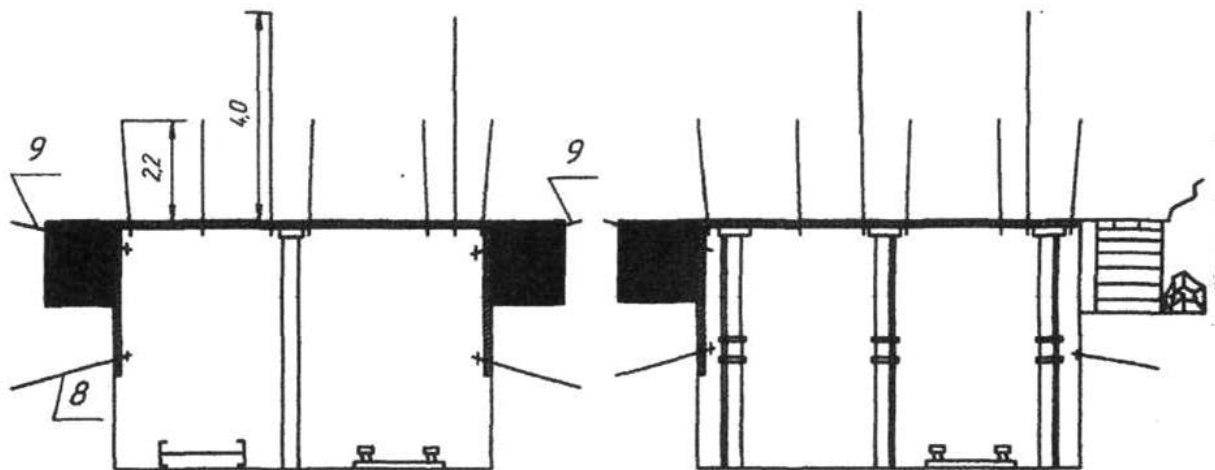
1 - смугове підхоплення; 2 – сталевий полімерний анкер; 3- дерев'яний стоек підсилення; 4 – стоек підсилення із СВП; 5 – тумби БДБ; 6 – мех. кріплення.

Рис. 3.33 - Типовий паспорт ТП1 кріплення та охорони штреків на пластах потужністю до 1,2м зі стійкою безпосередньою покрівлею та міцною підшоною, зі середньообвалюваною основною покрівлею, при глибинах розробки до 600м.



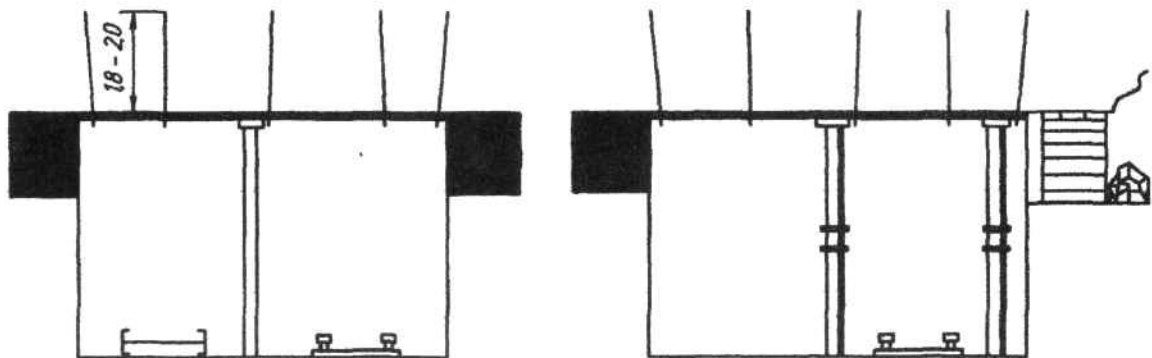
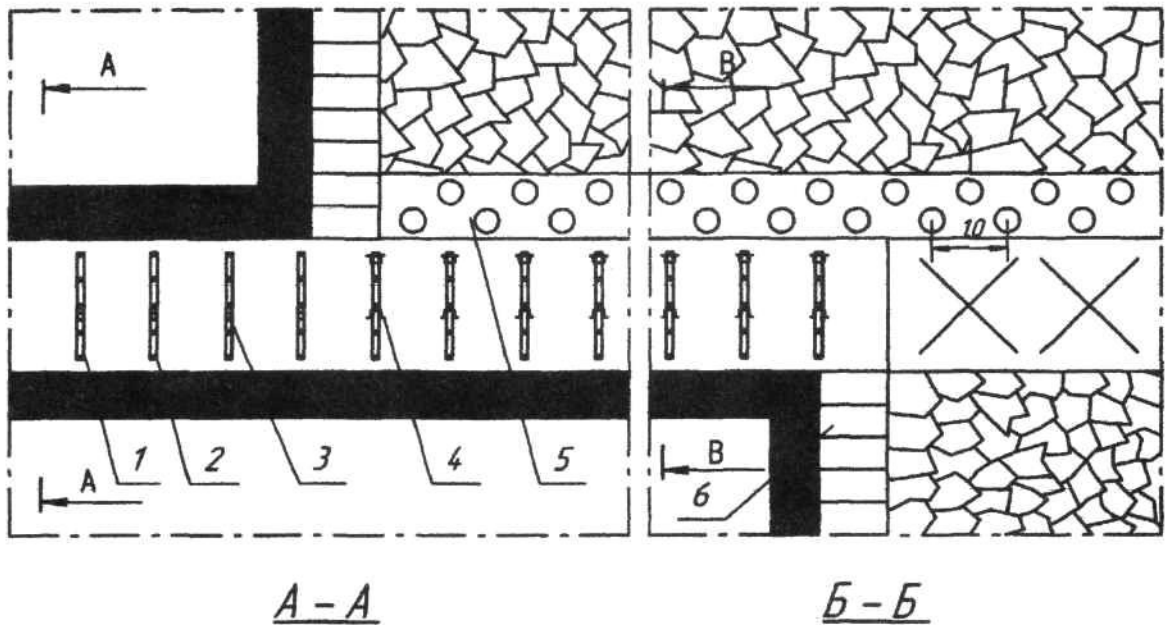
A-A

Б-Б



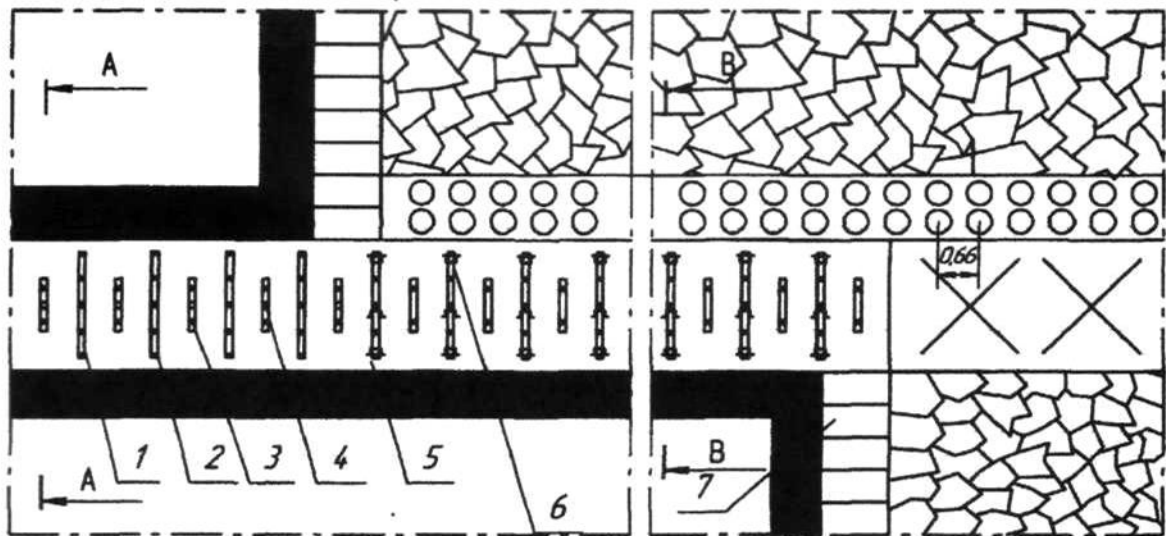
1 - смугове підхоплення; 2 - сталеполімерний анкер; 3- тросовий складовий анкер; 4 - дерев'яний стоек підсилення; 5 - стоек посилення з СВП; 6 - тумби БДБ; 7 - мех. кріплення; 8 - бічний сталеполімерний анкер, 9 - армополімерний анкер по вугіллю.

Рис. 3.34 - Типовий паспорт ТП2 кріплення та охорони штреків при безціликовій відробці на пластах потужністю більш 1,2м зі середньо стійкою покрівлею та слабкою підшовою, середньообвалюваною основною покрівлею, при глибинах закладання штреку більше 600м.



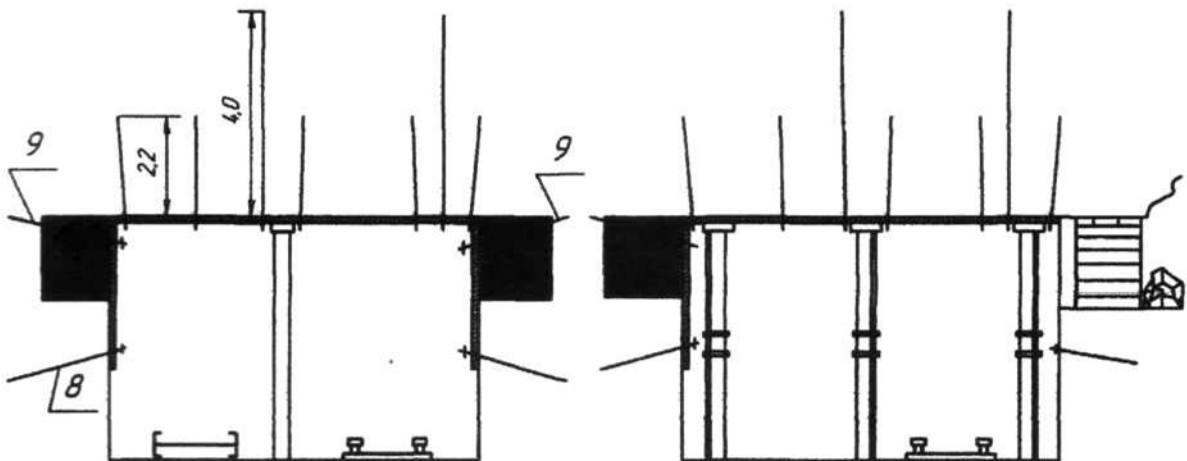
1 - смугове підхоплення; 2 - сталевий полімерний анкер; 3 - дерев'яний стовп підсилення; 4 - стовп посилення з СВП; 5 - тумби БДБ; 6 - мех. кріплення.

Рис. 3.35 - Типовий паспорт ТПЗ кріплення та охорони штреків на пластах потужністю більш 1,2м зі стійкою безпосередньою покрівлею та міцною підшовою, із важкообвалюваною основною покрівлею, при глибинах розробки до 600м.



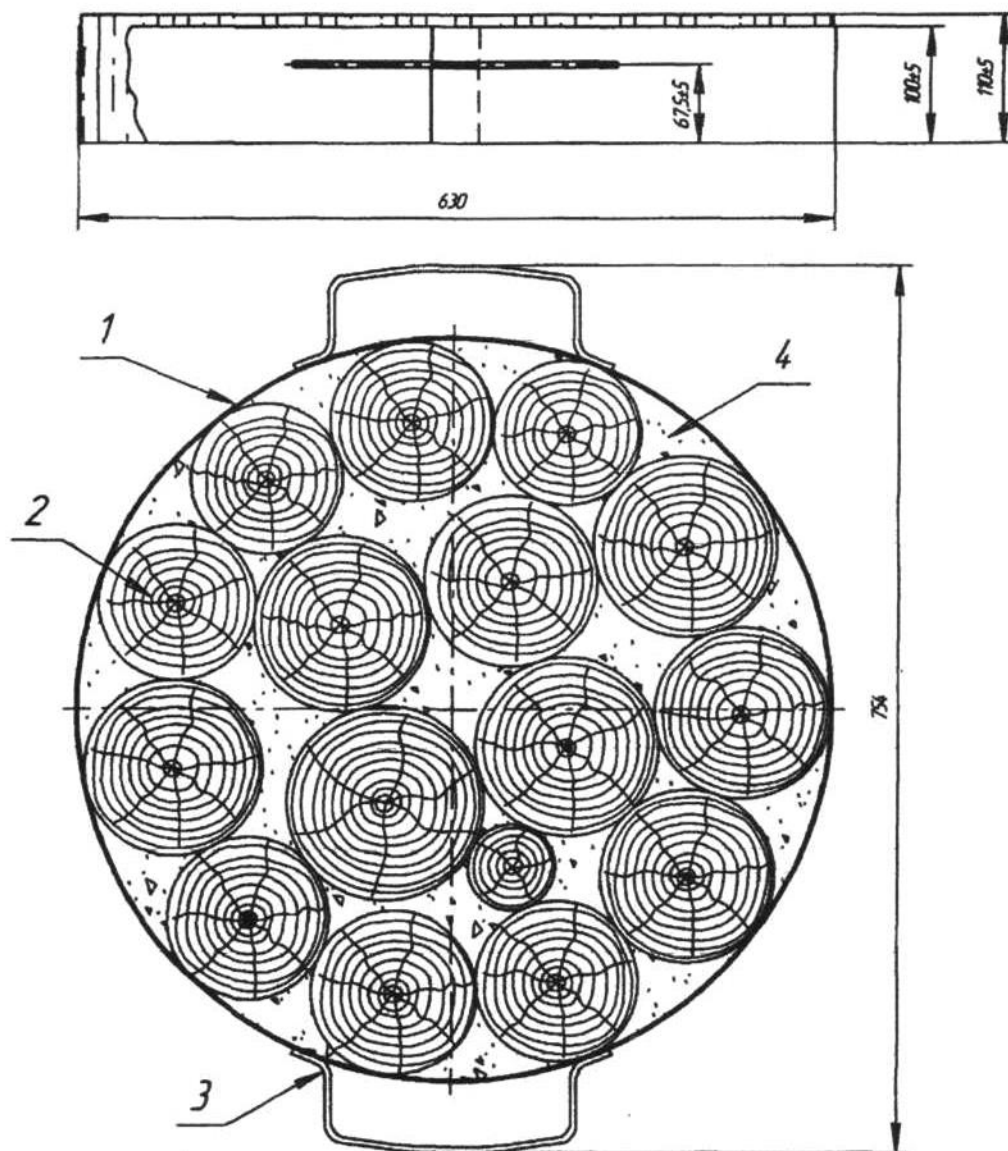
A-A

Б-Б



1 - смугове підхоплення; 2 - сталевий полімерний анкер; 3- тросовий складовий анкер; 4 - дерев'яний стоек підсилення; 5 - стоек посилення з СВП; 6 - тумби БДБ; 7 - мех. кріплення, 8 - бічний сталевий полімерний анкер, 9 - армополімерний анкер по вугіллю.

Рис. 3.36 - Типовий паспорт ТП4 кріплення та охорони штреків при безціликовій відробці на пластах потужністю більш 1,2м зі середньо стійкою покрівлею та слабкою підшовою, важкообвалюваною основною покрівлею, при глибинах закладання штреку більше 600м.



1 – сталевая обойма; 2 – відрізки дерев'яних стояків; 3 – сталевая ручка; 4 – пісково-цементний або другий твердіючий розчин.

Рис. 3.37 – Загальний вигляд удосконаленого дерев'яно-бетонного блоку (БДБ).

Якщо в результаті розрахунків буде доведено доцільність застосування блоків БДБ, то слід зважати на те, що їх запровадження дає суттєвий економічний ефект в порівнянні з БЗБТ.

Дослідження, наведені в роботі [16] довели, що витрати по статті «заробітна платня» скорочується при зміщуванні БДБ на 76%, вартість матеріалів – на 40%.

В цілому витрати на реконструкцію способу БДБ в порівнянні з БЗБТ скорочується на 44%. Тому, слід вважати доцільним застосування блоків БДБ на шахтах ПАТ «Лисичанськвугілля».

ВИСНОВКИ

В наслідок виконаних обґрунтувань та досліджень отримані наступні висновки:

1. Виконано всебічний аналіз існуючих способів охорони підготовчих виробок для пологих пластів Донбасу.

2. Вивчені гірничо-геологічні умови залягання вугільних пластів k_8^H , $l_2^1 il_6$, які розробляються шахтами ПАТ «Лисичанськвугілля» та сформовані типові умови.

3. Вивчений характер впливу на зміщення порід у підготовчих виробках, потужності пласта та міцності порід.

4. Розроблені множинні регресійні моделі для прогнозу зміщення порід в типових гірничо-геологічних умовах залягання вугільних пластів шахт ПАТ «Лисичанськвугілля»

5. Запропоновано методику вибору раціональних способів охорони гірничих виробок в умовах шахт ПАТ «Лисичанськвугілля». При цьому доведена доцільність впровадження штучних охоронних елементів типу БДБ, що дасть змогу зменшити витрати на їх спорудження на 44% у порівнянні з альтернативним способом БЗБТ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых / Бондаренко В.И., Кузьменко А.М., Грядущий Ю.Б. и др. – Днепропетровск, 2003-708с.
2. Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. ч. I, II. - М: ИТД им. А.А.Скочинского, 1991-414с.
3. Виїмкові штреки, що примикають до виробничого простору та розташовані в зонах геологічних порушень. Технологічні схеми підтримання. СОУ-П.101. 00185-790.016:2009.-Київ: ДонВУГІ. 2009-49с.
4. Совершенствование разработки угольных пластов на глубоких горизонтах /КухлякБ.К., ЛепиховаА.Г., Кулешов В.М.и др. – К.: Техника, 1989-184с.
5. Альбом схем вскрытия, подготовки и систем разработки пологих пластов Донбасса на больших глубинах с расположением выработок в разгруженных зонах. – М.: ИГД им. А.А.Скочинского, 1990-205с.
6. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Ленинград, ВНИМИ, 1986-219с.
7. Черняк И.Л. Предотвращение пучения почвы горных выработок - М.: Недра, 1978-259с.
8. Кириченко В.Л. Новые решения повышения эксплуатационной устойчивости горных выработок//Материалы VI международной научно-практической конференции «Школа підземної розробки.-Д.: Національний гірничий університет. 2012- с.265-271.
9. Ремизов О.В., Фомичов В.В. Способ розгрузки массива пород вокруг подготовительной выработки для ее повторного использования. Зб. научных трудов. Разработка месторождений. 2013.-307-312.
10. Охрана капитальных выработок от влияния очистных работ/ Водянов В.Ф., Кулешов В.М. и др. – К.: Техніка, 1983 – 140с.

11. Теория управления состоянием массива горных пород / Бондаренко М.А., Руденко Н.К.- Днепропетровск Лизунов Пресс, 2012-320с.
12. Технология подземной разработки плановых месторождений полезных ископаемых / Бурчаков А.С., Гринько Н.К., Ковальчук А.Б. – М.: Недра, 1978-536с.
13. Методика определения параметров охранных конструкций в виде тумб из деревянно-бетонных блоков при бесцеликовой охране подготовительных выработок / Беликов В.В., Беликова А.В.// Совершенствование техники и технологии угледобычи. Изв. буров. Северо-Кавказский регион. Технические науки Специальный выпуск Новочеркаска. 2006-с.72-74.
14. Статистические зависимости параметров охранных конструкций в виде тумб из деревянно-бетонных блоков от основных горно-геологических и горнотехнических факторов. /Беликов В.В., Великова Н.В., Беликов А.В.// Совершенствование техники и технологии угледобычи. Изв. Вузов Северо-Кавказский регион. Техн. науки. Специальный выпуск. Новочеркаска. 2006 –с 69-71.
15. Килячков А.П. Технология горного производства. М.: Недра, 1979-301с.
16. Беликова Н.В. Обоснование оптимальных параметров и конструкции опор для охраны выемочных выработок / диссертация на соискание учебной степени кандидата технических наук. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004г.- 150с.