

## ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ КРІПЛЕННЯ ПРОРІЗНИХ ТРУБ ПРИ ЗВЕДЕННІ ВИБУХОСТІЙКИХ ПЕРЕМИЧОК

Визначені способи кріплення прорізної труби в конструкції вибухостійкої перемички з використанням прутів, канатів, відрізків ланцюгів і кутків. Приведений розрахунок елементів кріплення прорізної труби.

**Ключові слова:** шахта, гірнич виробка, аварійно-рятувальні роботи, ізоляція, перемичка, труба отвору, кріплення

Пожежі становлять значну частину від загальної кількості аварій в шахтах [1]. Значну частину цих пожеж становлять пожежі, основним способом гасіння яких є ізоляція аварійної ділянки. На шахтах, небезпечних через вибухи газу, пожежу ізолюють тільки вибухостійкими перемичками, які витримують дію ударної хвилі при вибуху метаноповітряної суміші і вугільного пилу [2].

У НДІГС "Респіратор" розроблено технологію зведення вибухостійких споруд гідромеханічним способом за допомогою агрегатів "Моноліт", "Пневмоліт" і інших, які мають аналогічні технічні параметри (продуктивність з перекачування розчину від 7 до 9 м<sup>3</sup>/год, максимальний тиск нагнітання розчину 1,0 МПа, тиск води на вході від 0,4 МПа до 1,0 МПа) [3-4].

Гіпсова вибухостійка перемичка, що споруджується гідромеханічним способом, складається з опалубок, гіпсового моноблока, прорізної труби для провітрювання простору, що ізолюється, під час зведення перемички, а також водовідвідної труби з сифоном, труби для відбору проб повітря, випускної, контрольної труби і труби для вимірювання депресії.

В умовах підвищеної температури і задимленості монтаж опалубок і герметизація їх ускладнені. У таких випадках доцільно змонтувати трубу отвору до зведення опалубки.

У разі непередбачуваного руйнування або розгерметизації моноблока перемички виникає небезпека того, що ударна хвиля при вибуху метано-повітряної суміші і вугільного пилу може змістити трубу отвору. Тому виникає необхідність попереднього зміцнення прорізної труби в тілі перемички.

Спільно з ЦШ ДВГРС були розроблені різні способи кріплення труб отворів в конструкціях вибухостійких перемичок і проведений розрахунок міцності елементів їх кріплення [5-9].

Початкові дані для розрахунку:

$\Delta P_{\phi}$	– тиск у фронті ударної хвилі при $L \geq 65$ (відносна довжина активної ділянки вибуху від вогнища займання до межі розділу "горюча суміш - повітря"), а також для виробки, що сильно захаращена устаткуванням, кріпильними матеріалами і тому подібне при $L \geq 15$ , МПа (Н/мм <sup>2</sup> ) [10]	2,8
$S$	– максимальний діаметр прорізної труби, мм [3-4]	800
$n$	– запас міцності елемента кріплення [9]	2
$Q$	– навантаження на кришку труби отвору, Н	

$$Q = \Delta P_{\phi} \cdot S$$

де  $S$  – площа поперечного перерізу кришки труби отвору, мм<sup>2</sup>.

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 800^2}{4} = 502400 \text{ мм}^2,$$

$$Q = 2,8 \cdot 502400 = 1406720 \text{ Н или } 143485 \text{ кг}.$$

### Розрахунок елементів кріплення

1. Розрахунок діаметра прутка за умовою міцності на зріз

Відповідно до схеми, представленої на рисунку 1, труба отвору кріпиться чотирма прутками, закріпленими швелерами до обичайок труб. При жорсткому кріпленні зі швелером пруток зрізається в двох місцях по кінцях швелера, тому навантаження на один пруток  $Q_{\Pi}$  дорівнює:

$$Q_{\Pi} = \frac{Q}{4 \cdot 2} = \frac{1406720}{4 \cdot 2} = 175840 \text{ Н.}$$

Умова міцності прутка на зріз [5]:

$$Q_{\Pi} = S_n \cdot \tau_{cp},$$

де  $S_n$  – площа поперечного перерізу прутка;

$\tau_{cp}$  – напруження на зріз, що допускається, яка приймається з коефіцієнтом 0,6 до напруження, що допускається, по межі плинності.

$$S_n = \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

де  $d$  – діаметр прутка.

Припустимо напруження за межею плинності  $\sigma_{\delta}$  дорівнює [5]:

$$\sigma_{\delta} = \frac{\sigma_T}{n_T},$$

де  $\sigma_T$  – межа плинності,  $\sigma_T = 225 \text{ МН/м}^2$ ;  $n_T$  – запас міцності,  $n_T = 1,5$ .

$$\sigma_{\delta} = \frac{225}{1,5} = 150 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2},$$

$$\tau_{cp} = 150 \cdot 0,6 = 90 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2},$$

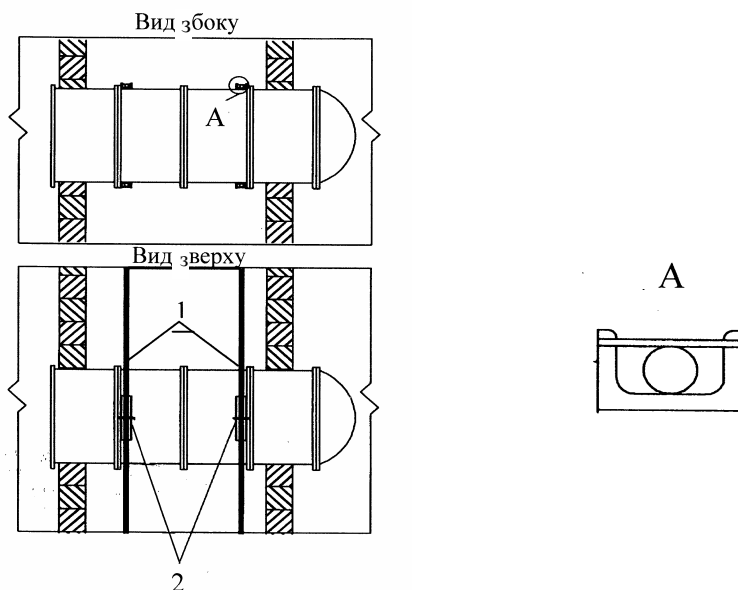
$$Q_{\Pi} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \tau_{cp}, \text{ звідки}$$

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{\Pi}}{\pi \cdot \tau_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 175840}{3,14 \cdot 90}} = 49,8 \text{ мм.}$$

Приймається пруток  $d = 50 \text{ мм}$ .

Умовне позначення прутка відповідно до діючих нормативних документів (НД):

Круг 50ДСТУ4738:2007/ГОСТ2590 – 2006. Вага 1м – 15,42 кг  
Ст3ДСТУ4484:2005/ГОСТ535 – 2005



**Рис.1.** Кріплення прорізні труби за допомогою чотирьох прутків, які закріплені швелерами:  
1 – круг; 2 – швелер з фіксатором, приварений до обичайки секції

## 2. Розрахунок каната на розрив

Відповідно до схеми, представленої на рис. 2, прорізна труба кріпиться чотирма канатами. Навантаження на один канат:

$$Q_k = \frac{Q}{4} = \frac{1406720}{4} = 351680 \text{ Н.}$$

З урахуванням запасу міцності  $n = 2$ , навантаження, що допускається, на один канат

$$Q_{кд} = 351680 \cdot 2 = 703360 \text{ Н.}$$

З чинних нормативних документів вибираємо канат, для якого розривне зусилля є найближчим до  $Q_{кд}$ .

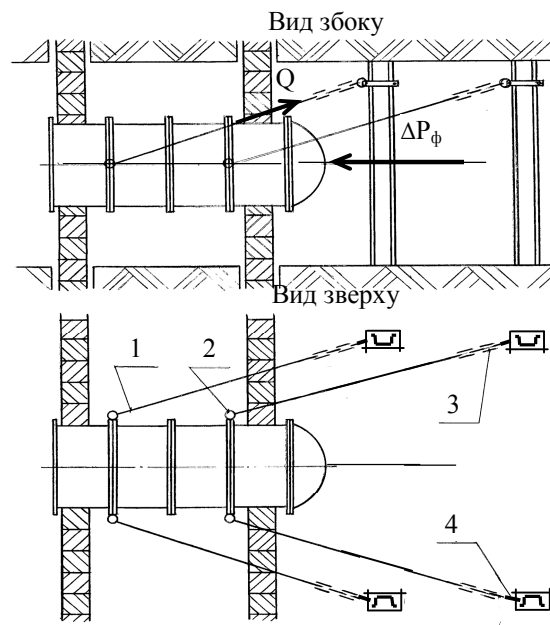
Умовне позначення каната :

Канат 33,5-Г-I -ОЖ-Н-1960(200) ГОСТ 2688-80. Вага 1м каната – 4,22 кг

Розривне зусилля для цього каната  $Q_{краз} = 686000 \text{ Н.}$

Розрахунковий запас міцності каната :

$$n_k = \frac{Q_{краз}}{Q_k} = \frac{686000}{351680} = 1,95.$$



**Рис. 2.** Кріплення прорізної труби за допомогою чотирьох канатів:

1 – канат; 2 – кільця для кріплення канатів; 3 – відрізок ланцюга для регулювання довжини канатів; 4 – кільце ланцюга

## 3. Розрахунок параметрів ланцюга за наявності чотирьох ланцюгів

Відповідно до схеми, представленої на рис. 3, прорізна труба кріпиться чотирма ланцюгами.

Навантаження на один ланцюг:

$$Q_{л} = \frac{Q}{4} = \frac{1406720}{4} = 351680 \text{ Н.}$$

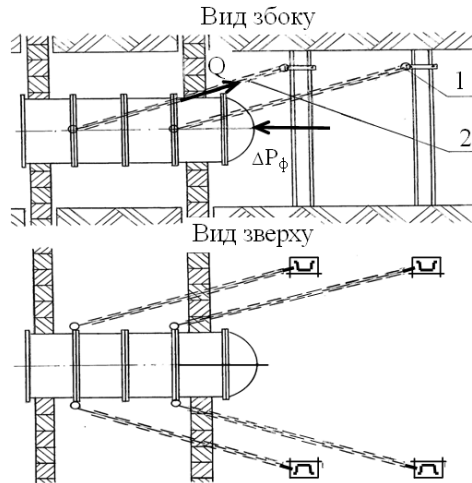
З урахуванням запасу міцності  $n = 2$ , припустиме навантаження на 1 ланцюг  $Q_{лд} = 703360 \text{ Н.}$

З чинних нормативних документів вибираємо ланцюг з руйнівним навантаженням найближчим до  $Q_{лд}$ .

Умовне позначення ланцюга: Ланцюг 24x86-с ТУ У 12.44.10.015-94. Руйнівне навантаження для цього ланцюга:  $Q_{\text{Цраз}} \geq 720000$  Н. Вага 1 м ланцюга – 11,1 кг

Розрахунковий запас міцності ланцюга:

$$n_{\text{Ц}} = \frac{Q_{\text{Цраз}}}{Q_{\text{Ц}}} = \frac{720000}{351680} = 2,05.$$



**Рис. 3.** Кріплення прорізної труби за допомогою чотирьох відрізків ланцюгів:  
1 – кільце ланцюга; 2 – ланцюг

4. Розрахунок параметрів ланцюга за наявності шести ланцюгів

Відповідно до схеми, представленої на рис. 4, прорізна труба кріпиться шістьма ланцюгами. Навантаження на 1 ланцюг:

$$Q_{\text{Ц1}} = \frac{Q}{6} = \frac{1406720}{6} = 234453 \text{ Н.}$$

З урахуванням запасу міцності  $n = 2$  навантаження, що допускається, на 1 ланцюг  $Q_{\text{Ц1д}} = 468906$  Н.

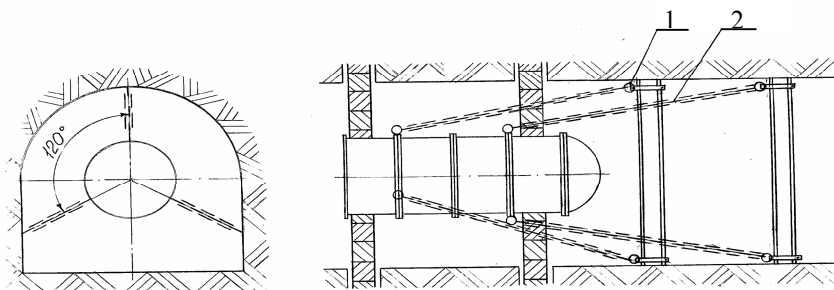
З чинних нормативних документів вибираємо ланцюг, для якого руйнівне навантаження є найближчим до  $Q_{\text{Ц1д}}$ .

Умовне позначення ланцюга: Ланцюг 18x64-с ТУ У 12.44.10.015-94

Руйнівне навантаження для цього ланцюга:  $Q_{\text{Ц1раз}} \geq 410000$  Н.

Вага 1 м ланцюга – 6,9 кг.

Розрахунковий запас міцності ланцюга:  $n_{\text{Ц1}} = \frac{Q_{\text{Ц1раз}}}{Q_{\text{Ц1}}} = \frac{410000}{234453} = 1,75.$



**Рис. 4.** Кріплення труби отвору за допомогою шести відрізків ланцюгів:  
1 – кільце ланцюга; 2 – ланцюг

## 5. Розрахунок параметрів кутика

Відповідно до схеми, представленої на рисунку 5, труба отвору кріпиться чотирма кутиками.

Навантаження на один кутик:

$$Q_{\text{уг}} = \frac{Q}{4} = \frac{143485}{4} = 35871 \text{ кг.}$$

Кутик розраховується на подовжній вигин, отже, навантаження на один кутик [9]:

$$Q_{\text{уг}} = \frac{10 \cdot I \cdot E}{n \cdot l^2},$$

де  $I$  – момент інерції,  $\text{см}^4$ ;  $E$  – модуль пружності, для Ст3  $E = 2172600 \text{ кгс/см}^2$ ;  
 $n$  – запас міцності,  $n = 2$ ;  $l$  – довжина кутика,  $l = 200 \text{ см}$ .

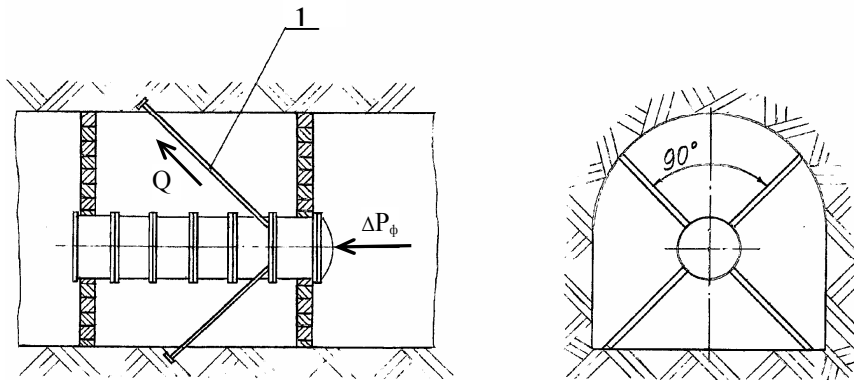
Необхідний момент інерції:

$$I = \frac{n \cdot Q_{\text{уг}} \cdot l^2}{10 \cdot E}, \text{ тобто } I = \frac{2 \cdot 35871 \cdot 200^2}{10 \cdot 2172600} = 132 \text{ см}^4.$$

З чинних нормативних документів вибираємо кутик, момент інерції якого є найближчим до розрахункового моменту інерції.

Умовне позначення кутика:  $\frac{90 \times 90 \times 6 \text{ ДСТУ 2251-93}}{\text{Ст3 ДСТУ 4484:2005 / ГОСТ535-2005}}$

Вага 1 м кутика – 8,33 кг. Момент інерції  $I = 130 \text{ см}^4$ .



*Рис. 5. Кріплення труби отвору за допомогою чотирьох кутиків:  
1 – кутик*

**Висновки.** Виходячи з розрахунків, проведених по п'яти варіантах кріплення прорізних труб у вибухостійких перемичках, видно, що найбільш раціональним є кріплення за допомогою чотирьох ланцюгів з розрахунковим запасом міцності 2,05. Спосіб кріплення прорізних труб за допомогою прутків менш прийнятний, оскільки напруження, яке може виникнути в результаті дії ударної хвилі може призвести до руйнування конструкції цього типу. Застосування цього способу є швидше армуванням моноблока.

Спосіб кріплення труб отворів в тілі перемички визначає керівник робіт з ліквідації аварії. Приймаючи рішення відповідно до ситуації, керівник робіт вибирає спосіб кріплення, найбільш прийнятний для практичної реалізації.

### Список літератури:

1. **Обоснование** параметров основных средств взрывозащиты в горных выработках угольных шахт: Отчет о НИР (промежуточный) / НДІГС; Руководитель В.Г.Агеев. – 1991130446; Инв. № 17-11/12. – Донецк, 2011. – 311 с.
2. **НПА ОП 10.0-1.01-10** Правила безпеки у вугільних шахтах. – К., 2010. – 432 с.

3. **Рекомендации** по локализации пожаров гипсовыми вяжущими веществами: утв. ген. дир. ВНПО "Респиратор" 10 сентября 1982г./ВНИИГД – Донецк, 1982. – 71с.
4. **Смоланов С.Н.**, Голинько В.И., Мартиненко М.С. Изоляционные, вентиляционные и взрывоустойчивые перемычки. – Днепропетровск: Наука и образование, 2002. – 261 с.
5. **Детали** машин. Расчет и конструирование: Справочник. Т1. /Под редакцией Н.С. Ачеркана.– М.: Машиностроение, 1968.– 442 с.
6. **Марочник** сталей и сплавов/ В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др. Под общей редакцией В.Г. Сорокина. М.: Машиностроение, 1989.– 640 с.
7. **Справочник** по кранам. Т.1/ Под ред. Гохберга М.М.– М.: Машиностроение, 1988.– 536 с.
8. **Справочные** таблицы по деталям машин Т.1. /В.З. Васильев, А.А. Кохтеев, В.С. Цапкин, К.А. Шапошников.– М.: Машиностроение, 1966.– 396 с.
9. **Основы** конструирования и расчета химической аппаратуры./ А.А. Лашинский, А.Р. Толчинский. Л. Машиностроение 1970. – 752 с.
10. **ДНАОП 1.1.30-4.01.97** Статут ДВГРС по організації і веденню гірничорятувальних робіт. – К., 1997. – 453 с.

*В. Г. Агеев*

### ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КРЕПЛЕНИЯ ПРОЕМНЫХ ТРУБ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЗРЫВОУСТОЙЧИВЫХ ПЕРЕМЫЧЕК

Определены способы крепления прорезной трубы в конструкции взрывоустойчивой перемычки с использованием прутков, канатов, отрезков цепей и уголков. Приведенный расчет элементов крепления прорезной трубы.

**Ключевые слова:** шахта, горная выработка, аварийно-спасательные работы, изоляция, перемычка, прорезная труба, крепление.

*V. Ageev*

### INCREASING OF PIPES MOUNTING STABILITY DURING BLASTPROOFJUMPERS FIXING

Defined methods of increasing of pipes mounting stability during blastproofjumpers fixing are defined. Calculation of elements that fasten pipes are adjusted.

**Key words:** mine, mine workings, emergency rescue, isolation, bridge, tunnelopening pipe, fixture

