

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **038119**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.07.08**

(51) Int. Cl. *E21D 11/38* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201900003**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.12.05**

**(54) СПОСОБ СООРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОЙ ЗАВЕСЫ**(43) **2020.06.30**(96) **2018000155 (RU) 2018.12.05**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и  
патентовладелец:

**ЖЕЛЯБОВСКИЙ ЮРИЙ  
ГРИГОРЬЕВИЧ (RU)**

(56) Желябовский Ю.Г. Инновационная система подземной разработки с сыпучей закладкой. Горнопромышленный портал России. 2013, [онлайн][найден 07.06.2019] Найдено в Интернет: <URL:<http://www.miningexpo.ru/articles/731>>, разделы "Описание системы разработки с позицией пространственной геометрии", "Управление горным давлением, обеспечение безопасности при ведении очистных работ", "Работа в сложных гидрогеологических условиях"

RU-C2-2219339

RU-C1-2424432

UA-A1-11582

(57) Изобретение относится к производству горных работ, конкретно - к защите горных выработок от подземных вод. Предложен способ сооружения подземной водонепроницаемой завесы (ПВЗ), которую можно назвать подземной плотиной. Для этого используется горная выработка с поперечным сечением треугольной формы (см. чертеж). Наклонная потолочина крепится одним из известных способов, что обеспечивает безопасное нахождение людей и техники в выработке. Из стенки выработки отбивается лента породы (1), которая отгружается и вывозится, а на подошву заливается цементный раствор или укладывается другой гидроизоляционный материал слоем определённой толщины (2). Геометрическая связь между мощностью отбитой ленты и толщиной слоя завесы определяется формулой

$$a = \frac{b \cdot \sin \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)},$$

где  $a$  - толщина единичного конструкционного слоя завесы;  $b$  - горизонтальная мощность отбиваемого слоя породы из стенки выработки;  $\alpha$  - угол наклона потолочины;  $\beta < 90^\circ$  - угол наклона боковой стенки выработки. Таким образом, при повторении циклов "отбойка ленты породы из боковой стенки выработки - укладка слоя гидроизоляционного материала на подошву" формируется ПВЗ требуемой высоты. При необходимости довольно легко в тело завесы может быть вмонтирована мембрана (3), состыкованная из отдельных кусков водонепроницаемого материала, такого как металл, пластик, резина и пр., с герметичным соединением стыков, выполненных способом, приемлемым для данного типа материала.

**B1****038119****038119****B1**

Изобретение относится к производству горных работ.

При наличии обводнённости массива пород возникает проблема защиты горных выработок от проникновения в них воды.

К известным способам водозащиты относится сооружение противофильтрационного ограждения (завесы) и барражной водонепроницаемой завесы (1).

Для создания противофильтрационной завесы (ПФЗ) бурится замкнутая, вокруг защищаемого объекта, цепочка скважин с определённым шагом. В скважины под давлением подаётся песчано-цементный раствор, который через отверстия в обсадных колоннах поступает в водоносные породы и закрепляет их, образуя цилиндрические зоны, непроницаемые для воды. Закреплённые зоны должны замыкаться на такие же от смежных скважин, образуя при этом вокруг объекта сплошную водонепроницаемую завесу.

На практике, особенно для больших объектов, достичь этого сложно, а зачастую невозможно. По причине искривления при бурении вертикальных скважин, а также из-за анизотропии проницаемости пород водоносного комплекса в завесе остаются незатампонированные "окна", через которые вода будет поступать в горные выработки, осложняя технологический процесс.

Надёжную защиту способно обеспечить сооружение барражной водонепроницаемой завесы. Такая завеса сооружается проходкой вертикальной щели шириной 0,3-0,5 м специальными самоходными устройствами - барражными машинами и бурением сплошного ряда скважин. Образованную щель заполняют глиной или цементным раствором. Недостатком является то, что применять её можно для неглубоко залегающих (до 30-40 м) водоносных пород.

Теоретически аналогичную завесу можно соорудить из подземной горной выработки. Для этого проходится линейная горная выработка прямоугольного сечения. На подошву заливается слой цементного раствора определённой толщины. После его затвердевания из потолочины отбивается такой же слой породы, который отгружается и вывозится. На подошву снова заливается слой цементного раствора и т.д., пока не сформируется завеса необходимой высоты.

Практическая реализация сопряжена с технологической сложностью и повышенной опасностью производства таких работ, что делает данное мероприятие малореалистичным. Требуется совместить две противоречащие друг другу технологические операции:

А) крепление горной выработки для обеспечения безопасности;

Б) отбойку породы выше крепи, чего нельзя сделать, не убрав крепь.

Данное противоречие может быть снято, если создать доступный для отбойки свободный забой и безопасную рабочую зону, находясь в которой можно осуществлять все необходимые технологические операции.

Для этого предлагается использовать горную выработку с поперечным сечением треугольной формы (см. чертеж). Такая выработка имеет наклонную потолочину с углом  $\alpha$ , который будет определять угол наклона будущей завесы, и боковую стенку с углом наклона  $\beta$ , за счёт отбойки которой осуществляется освобождение пространства для укладки очередного слоя завесы. Теоретически наиболее экономичной нужно признать вертикальную завесу, но предлагаемая технология строительства может обеспечить сооружение только наклонной завесы, поэтому присутствует реальная цель - максимально увеличить угол  $\alpha$ . При этом оптимизировать геометрию рабочей зоны, в частности ограничить её высоту для удобства работы, можно за счёт варьирования углом наклона  $\beta$  боковой стенки. Этот угол всегда меньше  $90^\circ$ , а минимальное его значение определяется устойчивостью пород и безопасностью работ, так как чем меньше  $\beta$ , тем шире незакреплённая площадь, которая будет нависать над частью рабочей зоны, примыкающей к боковой стенке.

Наклонная потолочина может быть закреплена одним из известных способов, что обеспечивает безопасное нахождение людей и техники в выработке. Из стенки выработки отбивается лента породы горизонтальной мощностью  $b$  (поз. 1 чертежа). Порода отгружается и вывозится, а на подошву заливается цементный раствор или укладывается другой гидроизоляционный материал слоем определённой толщины (поз. 2, чертежа). Геометрическая связь между мощностью отбитой ленты и толщиной слоя завесы определяется формулой:

$$a = \frac{b \cdot \sin \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)},$$

где  $a$  - толщина единичного конструкционного слоя завесы;

$b$  - горизонтальная мощность отбиваемого слоя породы из стенки выработки;

$\alpha$  - угол наклона потолочины;

$\beta < 90^\circ$  - угол наклона боковой стенки выработки.

Таким образом, при повторении циклов "отбойка ленты породы из боковой стенки выработки - укладка слоя гидроизоляционного материала на подошву" формируется водонепроницаемая завеса, которую можно назвать подземной плотиной, с углом наклона  $\alpha$  и поперечным сечением ступенчатой формы. При необходимости довольно легко в тело завесы может быть вмонтирована мембрана, состыкованная из отдельных кусков водонепроницаемого материала, такого как металл, пластик, резина и пр., с герме-

тичным соединением стыков, выполненных способом, приемлемым для данного типа материала.

В гидроизоляционный слой также может быть вмонтирована стенка из конструктивных железобетонных элементов, которая будет наращиваться вверх за счет стыковки с аналогичными стенками последующих слоев.

#### Практическая реализация способа

По нижней границе сооружаемой плотины проходят линейную выработку треугольного сечения с размерами, обеспечивающими нормальную работу оборудования. Наклонную потолочину закрепляют. Тип крепи определяется физико-механическими характеристиками пород. Закрепленная потолочина создаёт безопасную рабочую зону для людей и техники. При этом обеспечивается доступ к забою, который представлен крутонаклонной боковой стенкой выработки. Забуривают шпур в боковую стенку, для отбойки взрывным способом ленты породы с горизонтальной мощностью  $b$ . Взорванную горную массу отгружают и транспортируют к месту утилизации. В выработку подают, например, песчано-цементный раствор (ПЦР), который разливают по подошве выработки толщиной  $a$ , определяемой по формуле

$$a = \frac{b \cdot \sin \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)},$$

где  $b$  - горизонтальная мощность отбиваемого слоя породы из стенки выработки;

$\alpha$  - угол наклона потолочины;

$\beta < 90^\circ$  - угол наклона боковой стенки выработки;

На этом цикл заканчивается. Путём повторения циклов формируют завесу ступенчатой формы поперечного сечения с результирующим углом наклона  $\alpha$ .

При необходимости внутрь заливаемого слоя ПЦР может быть вмонтирована водонепроницаемая мембрана, например, из полимерной плёнки достаточной толщины. Плёнка растягивается вдоль выработки, её фиксируют в положении, параллельном наклонной потолочине. После этого производят заливку ПЦР. Поперечный размер плёнки должен быть больше заливаемого слоя ПЦР. В этом случае над верхней поверхностью заливки останется свободная полоса плёнки, к которой можно пристыковать плёнку следующего слоя и т.д.

Использованные источники:

1. Способы защиты горных выработок, 19.08.2016г. (<http://spb-so\lraas.m/kombinirovannaya-razrabotka/881-sposobv-vodozaschitv-gomyh-vvработок.html>).

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ сооружения подземной водонепроницаемой завесы, включающий в себя проходку линейной горной выработки по нижней границе завесы, послонную отбойку породы от массива, уборку породы, послонную укладку гидроизоляционного материала на подошву выработки, отличающийся тем, что для обеспечения высокой технологичности и безопасности производства работ горную выработку проходят с поперечным сечением треугольной формы: с наклонной потолочиной, горизонтальной подошвой и боковой стенкой, близкой к вертикальной, отбойку породы производят из боковой стенки лентой с горизонтальной мощностью  $b$ , после уборки породы на подошве из гидроизоляционного материала формируют слой толщиной  $a$ , определяемой по формуле:

$$a = \frac{b \cdot \sin \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)},$$

где  $a$  - толщина единичного конструкционного слоя завесы;

$b$  - горизонтальная мощность отбиваемого слоя породы из стенки выработки;

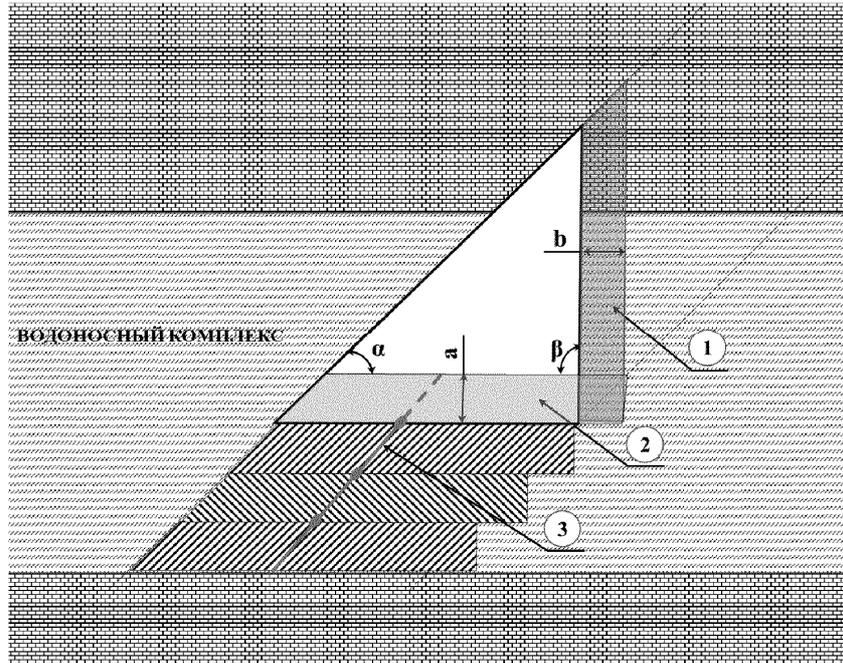
$\alpha$  - угол наклона потолочины;

$\beta < 90^\circ$  - угол наклона боковой стенки выработки;

после консолидации гидроизоляционного материала приступают к реализации следующего технологического цикла и т.д., пока завеса не достигнет требуемой высоты.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что после уборки породы на подошве вдоль выработки размещают и фиксируют в положении, параллельном наклонной потолочине, мембрану из водонепроницаемого материала шириной, превышающей размер  $a$ , которая в результате формирования слоя гидроизоляционного материала становится его внутренним конструктивным элементом со свободной выступающей полосой сверху, к которой пристыкуют мембрану вышележащего слоя.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в слой отсыпавшего гидроизоляционного материала, по направлению вдоль горной выработки, монтируют стенку из конструктивных железобетонных элементов, которая наращивается вверх за счет стыковки с аналогичными стенками последующих слоев.



Сечение поперёк сооружаемой завесы: 1 - лента отбиваемой породы; 2 - соответствующий этой ленте слой завесы; 3 - мембрана.

