



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 122 119** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **E 21 D 5/00, 1/12, 11/38**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 96112853/03, 28.06.1996

(46) Дата публикации: 20.11.1998

(56) Ссылки: SU, 804838, 15.02.81. SU, 899974, 23.01.82. SU, 190847, 02.03.67. SU, 1011864, 15.04.83. SU, 1700253, 23.12.91. SU, 1490285, 30.06.89. SU, 1288302, 07.02.87. SU, 1481411, 23.05.89. SU, 1624169, 30.01.91.

(71) Заявитель:

Институт горного дела Севера СО РАН

(72) Изобретатель: Изаксон В.Ю.,

Филатов А.П., Новик П.Е., Крамсков
Н.П., Власов В.Н.

(73) Патентообладатель:

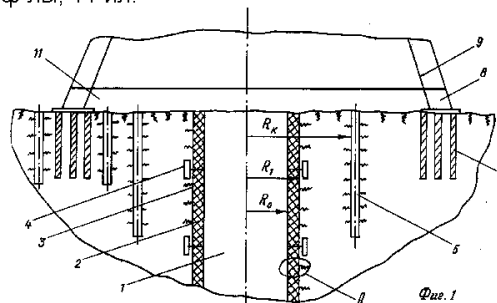
Институт горного дела Севера СО РАН

(54) СПОСОБ КРЕПЛЕНИЯ УСТЬЯ СТВОЛА ШАХТЫ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может использоваться при креплении и поддержании ствола шахты. Способ крепления устья ствола шахты включает бурение скважин, поддержание на контакте крепь - порода температуры фазового перехода, образование сезонным промораживанием льдопородного цилиндра вокруг ствола. Крепление ствола ведут композитно теплоизоляционным слоем, удовлетворяющим требованию прочного закрепления ствола, монтажа армировки ствола и теплоизоляции. Коэффициент термического сопротивления для композитного теплоизолирующего слоя - не менее $2 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Бурение скважин для монтажа охлаждающих устройств ведут на расстоянии 2 - 3 м друг от друга, причем оно не должно превышать удвоенного расстояния от охлаждающих устройств до контакта крепь

- порода. За контуром расположения охлаждающих устройств бурят скважины и устанавливают сваи для монтажа опор и здания копра с образованием проветриваемого подполья между зимней поверхностью и нижней частью копра. Изобретение позволяет обеспечить надежную работу на полный срок эксплуатации. 3 з.п. ф-лы, 11 ил.



RU 2 1 2 2 1 1 9 C 1

RU 2 1 2 2 1 1 9 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 122 119** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **E 21 D 5/00, 1/12, 11/38**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 96112853/03, 28.06.1996

(46) Date of publication: 20.11.1998

(71) Applicant:
Institut gornogo dela Severa SO RAN

(72) Inventor: Izakson V.Ju.,
Filatov A.P., Novik P.E., Kramskov N.P., Vlasov
V.N.

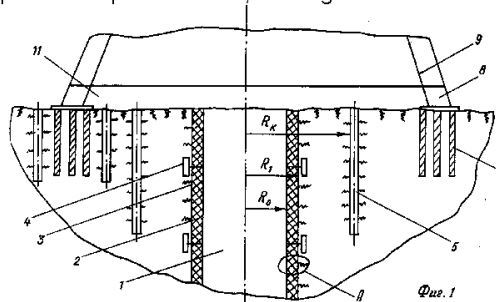
(73) Proprietor:
Institut gornogo dela Severa SO RAN

(54) **METHOD OF SUPPORTING MINE SHAFT COLLAR IN PERMAFROST ROCKS**

(57) Abstract:

FIELD: mining; used in support and maintenance of mine shaft collars. SUBSTANCE: method includes drilling of holes, maintenance of temperature of phase transition on support-rock contact, formation by season freezing of ice-rock cylinder round shaft which is supported compositely by heat insulating layer meeting the requirements of reliable support of shaft, mounting of reinforcement of shaft and heat insulation. Coefficient of thermal resistance for composite heat-insulating layer is not less than 2 sq.mK/W. Holes for mounting the cooling devices are spaced at 2-3 m from one another. In this case, this distance shall not exceed double distance from cooling devices to support-rock control. Beyond the contour of location of

cooling devices, holes are drilled and piles are installed for mounting of support and building of headframe with formation of ventilated space between winter surface and lower part of mine headframe. EFFECT: provision of reliable operation for full period of operation. 4 cl, 11 dwg



RU 2 1 2 2 1 1 9 C 1

RU 2 1 2 2 1 1 9 C 1

Изобретение относится к горному делу, а именно к креплению ствола шахты при подземной разработке месторождений, и может быть использовано при креплении и поддержании ствола шахты, пройденного в многолетнемерзлых горных породах, например, при подземной разработке Якутских алмазов.

Верхняя часть кимберлитовых трубок якутских алмазных месторождений проходит через толщу осадочных пород, представленных мергелями, алевролитами, известняками, глинистыми доломитами, пропластками соли и другими породами осадочного происхождения. Породы сильно трещиноватые. До глубины 300 м и более прослеживается многолетняя мерзлота. Льдистость оценивается в 10-20%. В естественном состоянии многолетней мерзлоты прочность пород достигает 6 МПа.

При размораживании большинство пород распадается до дресвы, что значительно снижает прочность массива, кроме того в ней содержится много воды в виде рассолов с минерализацией 25-35 г/л, предопределяя ее неустойчивость.

Современное развитие техники требует, при подземной разработке месторождения, вскрытие осуществлять стволами диаметром 5-9 м, которые оборудуются высокоскоростными скипами, большегрузными клетями, трубопроводами большого диаметра для водоотлива, подачи сжатого воздуха, закладочного материала и т. п. Все указанное выше монтируется на армировке ствола, закрепленной на крепи, что безусловно предъявляет особые требования к конструкции крепи с точки зрения прочности закрепления оснастки и устойчивости направляющих элементов подъемных установок.

По правилам эксплуатации стволы шахты, оборудованные подъемными установками, во избежание обмерзания направляющих и подъемных сосудов, должны эксплуатироваться при температуре не ниже +2°C. Обычно через эти стволы ведется подача воздуха для вентиляции шахты. А через вспомогательные и вентиляционные стволы ведется выдача отработанного воздуха, который за счет тепла земли и производственных процессов при добыче полезного ископаемого подогревается до +5 °C и более.

За счет движения теплого воздуха по стволам шахты происходит растепление пород вокруг крепи ствола шахты.

Кроме того, необходимо учитывать, что над устьем ствола шахты монтируется копер с подъемными механизмами и надшахтное здание со вспомогательными устройствами. От устойчивости закрепления копра и надшахтного здания над устьем ствола шахты зависит безопасная и безаварийная работа горного предприятия в целом.

При разработке крепления устья ствола шахты в многолетнемерзлых породах особенно необходимо учитывать все выше указанное.

Известен способ проходки стволов, включающий бурение замораживающих скважин (см. а.с. N 1011864, кл. E 21 D 1/12), монтаж в скважинах замораживающих клонок, подачу хладоносителя в колонны, формирование ледопородного ограждения,

выемку породы и крепление ствола, причем при выемке породы и креплении ствола на контуре ствола поддерживают температуру от 0°C до -4°C.

5 Недостатком известного технического решения является отсутствие описания приемов и процессов поддержания температуры на контуре ствола шахты.

10 Так же известен способ теплоизоляции горных выработок, включающий нанесение теплоизоляции на крепь или стенки выработки (см. а.с. N 1412407, кл. E 21 D 11/38), начиная от ее устья, причем в состав теплоизоляционного слоя в качестве 15 заполнителя вводят вспученный перлитовый песок, содержание которого по мере удаления от устья выработки уменьшают с соответствующим увеличением содержания 20 обычного песка, кроме того содержание заполнителя в теплоизоляционном слое изменяется по периметру выработки пропорционально температуре горных пород по контуру выработки.

Недостатком данного технического решения является ограниченная возможность 25 крепления горных выработок.

Вспученный перлитовый песок и бетон, полученный на его основе, имеют значительную теплопроводность, что 30 вызывает необходимость при больших перепадах температур иметь большую толщину теплоизоляционного слоя. Кроме того, способ не обеспечивает управления горным давлением во время эксплуатации.

35 Наиболее близким по технической сущности является способ сооружения ствола шахты в водонасыщенных неустойчивых породах (а.с. N 804838, кл. E 21 D 1/12, бюл. 6, 1981), включающий зональное замораживание пород, проходку и крепление 40 ствола, оттаивание замороженных пород, проходку и возведение башенного копра, оснащение его для проходки и регулирование по вертикальности, причем сначала возводят башенный копер, затем одновременно с замораживанием водонасыщенных пород 45 копер оснащают для проходки ствола, а после окончания проходки ствола, в процессе оттаивания замороженных пород, регулируют вертикальность ствола и, кроме того, регулировку вертикальности копра могут осуществлять подачей рассола в места 50 неравномерных осадок фундамента копра.

Недостатком известного способа является неразрешенность вопроса поддержания 55 ствола в рабочем состоянии во время эксплуатации в тяжелых климатических условиях с учетом условий расположения якутских алмазных месторождений в криолитозоне.

Задачей предлагаемого технического решения является создание способа 60 возведения крепления устья ствола шахты в многолетнемерзлых породах и обеспечение надежной работы на полный срок эксплуатации.

Поставленная задача решается следующим образом.

65 Крепление ствола ведут композиционным теплоизолирующим слоем, удовлетворяющим требованию прочного его закрепления и монтажа армировки ствола, причем общий коэффициент термического сопротивления для композиционного теплоизолирующего слоя должен быть не меньше 2 м²К/Вт.

$$R = \sum \frac{h_i}{\lambda_i}$$

где

h - толщина слоя, м;

λ - коэффициент теплопроводности слоя, Вт/м К.

Бурение скважин для монтажа охлаждающих устройств (ОУ) ведут на расстоянии 2-3 м друг от друга и оно не должно превышать удвоенного расстояния от ОУ до контакта крепь-порода. Промораживанием с использованием ОУ образуют сплошной льдопородный цилиндр вокруг ствола шахты. За контуром расположения ОУ бурят скважины для размещения фундаментных свай и устанавливают сваи, на которые монтируют опоры и здание копра с образованием проветриваемого подполья между земной поверхностью и нижней частью здания копра. Кроме того на контакте крепь-порода могут устанавливаться температурные датчики управления работой ОУ. И еще тем, что дополнительным контуром ОУ могут огораживать опору копра шатрового типа. Кроме того тем, что дополнительным контуром ОУ огораживают общее свайное поле под зданием копра башенного типа.

Существенными отличиями предлагаемого технического решения являются:

- Крепление ствола ведут композитно теплоизоляционным слоем, удовлетворяющим требованию прочного его закрепления, монтажа армировки ствола и теплоизоляции.

Данное техническое решение позволяет, во-первых, прочно закрепить устье ствола крепью, специальными железобетонными тюбингами, монолитным железобетоном и т.п. с хорошей прочной забутовкой и соединением с горными породами и тем самым обеспечить надежную основу для монтажа на этой крепи армировки ствола с направляющими клетей и скипов, а также крепления различных трубопроводов. Все это в последующем обеспечит надежную эксплуатацию ствола с точки зрения работы механизмов. Во-вторых, композиционный теплоизоляционный слой имеет элементы теплоизоляции. Причем элементы теплоизоляции не ухудшают, с точки зрения прочности, работоспособность крепи, а несут только нагрузку теплоизоляции ствола шахты и могут быть выполнены из специального теплоизоляционного материала, не пропуская тепло для размораживания многолетнемерзлых пород вокруг крепи.

- Причем общий коэффициент термического сопротивления композиционного теплоизоляционного слоя должен быть не менее $2 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Данное техническое решение позволяет посредством инженерных расчетов для конкретных условий эксплуатации определить размеры элементов теплоизоляционных материалов и общие конструктивные размеры композиционного теплоизоляционного слоя для обеспечения надежной работы по теплоизоляции многолетнемерзлых пород вокруг крепи.

- Бурение скважин для монтажа сезонных охлаждающих устройств (ОУ) ведут на расстоянии 2-3 м друг от друга и оно не

должно превышать удвоенного расстояния от ОУ до контакта крепь-порода.

Данное техническое решение получено на основе анализа опыта использования замораживающих устройств и теплофизических расчетов. Минимальное количество скважин определяется из максимального расстояния между ОУ в пределах 2-3 м, при которых образуется сплошной льдопородный цилиндр вокруг ствола, полностью поглощающий свайное поле фундамента копра. Рекомендуемые расстояния 2 и 3 м между ОУ в ряду получены на основании специальных теплофизических расчетов, из которых следует, что однородное температурное поле между ОУ получается при температуре замораживающей жидкости $-10\text{-}15^\circ\text{C}$ при этом расстоянии в 2 м, а при температуре $-20\text{-}25^\circ\text{C}$ - 3 м.

Для предотвращения жесткого температурного воздействия на крепь ствола расстояние до контура крепь-порода не должно превышать удвоенного расстояния между ОУ.

- Промораживанием образуют сплошной льдопородный цилиндр вокруг ствола шахты.

Данное техническое решение позволяет с минимальными затратами энергии вести замораживание грунта при помощи сезонных замораживающих устройств (СОУ). Работа ведется только в период, когда температура атмосферного воздуха ниже температуры охлаждаемого грунта. Рабочим веществом в воздушных установках служит непосредственно атмосферный воздух, в жидкостных - керосин, растворы минеральных и органических солей. Воздушные СОУ наиболее предпочтительны по следующим причинам: из-за возможности оперативного влияния на качество проморозки (за счет увеличения мощности вентилятора) и экологической чистоты, что особенно важно для устьев воздухоподающих стволов.

- За контуром расположения ОУ бурят скважины для размещения фундаментных свай, устанавливают сваи, на которых монтируются опоры и здание копра.

Данное техническое решение позволяет размещать свайное поле, огражденное от проходящего по стволу шахты теплового потока воздуха с помощью теплоизоляционного слоя на контакте крепь-порода и сплошного льдопородного цилиндра, созданного ОУ, что обеспечивает сохранность многолетнемерзлых пород и надежную работу свайного фундамента под опорами копра и под зданием копра.

Кроме того, для уменьшения воздействия сезонного размораживания под зданием копра выполняются проветриваемые подполья. Наблюдениями установлено, что глубина летнего протаивания под зданиями с проветриваемыми подпольями как правило на 20-40% меньше по сравнению с глубиной протаивания на открытых площадках, наличие ОУ увеличивает эту цифру до 60-80%.

- На контакте крепь-порода устанавливаются датчики контроля и управления работой ОУ.

Данное техническое решение позволяет оперативно следить за зоной температурно-фазового перехода, $T_{\text{ф}} = 0^\circ\text{C}$ до -2°C , талого грунта в мерзлых породах. Температура -2°C обуславливается водой,

представленной насыщенными растворами минеральных солей. При отклонении температур от заданного параметра, согласно показаниям датчиков, производят соответственно включение или выключение ОУ, которое может быть обеспечено как автоматической системой или может выполняться вручную, непосредственно с пульта управления. Температуру, в некоторой степени, так же можно регулировать изменением теплоты проходящего по шахте воздуха.

Оперативное вмешательство в состоянии температуры породы около крепи обеспечивает надежную работу во время эксплуатации шахты.

- Дополнительным контуром из ОУ могут ограждать сваи каждой опоры копра шатрового типа.

Известно, что для СОУ воздушного типа предельная глубина составляет 15 м. Температура фазового перехода для засоленных пород равняется -2°C , зоны с более высокой температурой соответственно являются тальмами.

Проведенными исследованиями установлено, что при помощи одного кольца ОУ, окружающего ствол, сохранить в рабочем состоянии минерализованные породы под опорами копра не удается, мерзлое ядро образуется слишком высоко, увеличивая длину сваи, мы протыкаем это ядро; несущая способность сваи перестает увеличиваться за счет уменьшения опоры со стороны основания сваи. Для минерализованных пород необходима дополнительная проморозка грунтов под свайным основанием опор копра, то есть требуется установить дополнительное кольцо ОУ вокруг кустов свай опор копра шатрового типа.

Данное техническое решение и обеспечивает надежную работу свайных оснований опор копра шатрового типа в минерализованных породах.

- Дополнительным контуром ОУ могут ограждать общее свайное поле под зданием копра башенного типа.

Проведенными исследованиями установлено, что данное техническое решение необходимо только в случае, когда многолетнемерзлые породы пропитаны раствором насыщенных минеральных солей (см. объяснение предыдущего пункта).

Дополнительный контур ОУ обеспечивает надежную работу свай под зданием копра башенного типа в многолетнемерзлых породах, пропитанных раствором минеральных солей.

Сущность предлагаемого технического решения

Способ крепления устья ствола шахты в многолетнемерзлых грунтах учитывает распространение тепла от движения теплого воздуха по стволу шахты, с учетом влияния дневной поверхности, при наличии охлаждающих устройств, смонтированных в массиве горных пород вокруг ствола. Крепь ствола и теплоизоляция крепи учитываются через термическое сопротивление. Скважины с смонтированными в них ОУ, поскольку их диаметр много меньше диаметра ствола шахты, являются точечными стоками "тепла", располагаются на одинаковом расстоянии от оси ствола и "размазаны" по некоторой цилиндрической поверхности. Выше указаны

условия и допущения, принятые в инженерных расчетах обоснования параметров элементов технических решений конструкций и процессов.

5 Поверхность ствола шахты закрепляют композиционным теплоизоляционным слоем. Композиционный теплоизоляционный слой обеспечивает механическую прочность закрепления стенок ствола крепью, на которую монтируют армировку ствола с 10 необходимой прочностью и устойчивостью. Благодаря элементам теплоизоляции крепь обладает необходимым термическим сопротивлением.

15 Инженерный метод расчета композиционного теплоизоляционного слоя при заданных параметрах эксплуатации позволяет получать на контуре крепь-порода температуру фазового перехода поровой 20 влаги от 0°C до -2°C .

20 Вокруг ствола на определенном расстоянии друг от друга в скважинах монтируют ОУ с образованием льдородного цилиндра. Определенный радиус размещения и режим включения ОУ обеспечивает 25 минимальное отклонение температуры на контакте крепь-порода от температуры фазового перехода поровой влаги. За контуром ОУ бурят скважины, в которых устанавливаются сваи под опоры шатрового копра и здание копра. Кроме того сваи под 30 опоры копра и здание копра в многолетнемерзлых породах, пропитанных рассолами минеральных солей, ограждены дополнительным контуром ОУ. И еще тем, что дополнительным контуром ОУ ограждают общее свайное поле под зданием копра башенного типа, когда многолетнемерзлые 35 породы пропитаны рассолами минеральных солей.

Все указанное выше позволяет надежно закреплять устье ствола шахты и 40 поддерживать его в рабочем состоянии полный срок эксплуатации.

40 Таким образом, предлагаемый способ крепления устья ствола шахты в многолетнемерзлых породах обладает 45 элементами промышленной новизны и полезности.

50 Пример использования способа крепления устья ствола шахты показан на принципиальных схемах: фиг. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10, где

50 фиг. 1 - принципиальная схема осуществления способа крепления устья ствола шахты в многолетнемерзлых породах - 50 вертикальный разрез (вариант использования копра шатрового типа);

фиг. 2 - то же, план поверхности устья ствола шахты;

55 фиг. 3 - то же, план поверхности устья ствола шахты, вариант с использованием копра башенного типа;

фиг. 4 - узел А (фиг. 1), композиционный теплоизоляционный слой крепления ствола шахты, вариант выполнения специальным теплоизоляционным бетонным тюбингом и забутовкой бетоном (керамзитбетоном);

60 фиг. 5 - узел А (фиг. 1), вариант выполнения монолитным железобетоном, забутовкой керамзитбетоном (бетоном), при этом внутренняя поверхность железобетона покрыта пеногазобетоном, защищенным металлической сеткой с торкретбетоном;

фиг. 6 - узел А (фиг. 1), вариант выполнения железобетонными тубингами с забутовкой керамзитбетоном (бетоном), при этом внутренняя поверхность железобетона покрыта пеногазобетоном (пенопластом), защищенным металлической сеткой с торкретбетоном;

фиг. 7 - узел А (фиг. 1), вариант выполнения крепления чугунными тубингами и забутовкой керамзитбетоном (бетоном);

фиг. 8 - узел А (фиг. 1), вариант выполнения монолитным бетоном и забутовкой керамзитбетоном;

фиг. 9 - узел А (фиг. 1), вариант выполнения монолитным керамзитбетоном с армировкой металлом внутренней оболочки крепи;

фиг. 10 - принципиальная схема устья ствола с картой изотерм.

Устье ствола шахты 1, его стенки, крепятся композиционным теплоизоляционным слоем 2, на контакте крепь-порода 3 устанавливают температурный датчик 4 (фиг. 1). Вокруг ствола шахты 1, по кольцу, на расстоянии 2-3 м друг от друга бурят скважины диаметром 0,3 м для размещения охлаждающих устройств (ОУ) 5. За контуром 6 охлаждающих устройств бурят скважины в виде четырех кустов (групп скважин) для установки свай 7 под опоры 8 копра шатрового типа 9 и его копрового здания. Когда шахтный ствол оборудуется копром башенного типа, за контуром 6 обустраивается серия скважин, образующая свайное поле 10 (фиг. 3).

На свайное основание монтируют здание копра 9 с образованием проветриваемого подполья 11 (фиг. 1) между земной поверхностью и нижней частью копрового здания.

Когда вода в многолетнемерзлых породах представлена рассолами с большим содержанием минеральных солей, для увеличения надежности работы сваи 2 каждой опоры ограждаются дополнительным контуром 12 из ОУ (фиг. 2).

При оборудовании шахтного ствола башенным копром в породах, имеющих минерализованные рассолы, дополнительным контуром 13 ограждается все свайное поле (фиг. 3).

Композиционный теплоизоляционный слой 2 (фиг. 1) обеспечивает механическую прочность закрепления стенок ствола крепью, на которой монтируют армировку ствола с необходимой прочностью и устойчивостью, снабженную элементами теплоизоляции, благодаря которым она обладает необходимым термическим сопротивлением.

На фиг. 4, 5, 6, 7, 8 и 9 показаны варианты выполнения композиционного теплоизоляционного слоя.

На фиг. 4 вариант выполнения специальным теплоизоляционным железобетонным тубингом 14 с забутовкой бетоном 15 или керамзитбетоном.

Теплоизоляционный железобетонный тубинг 14 состоит из несущего корпуса 16, сделанного из железобетона толщиной 100-200 мм, который воспринимает (при движении подъемных сосудов, горных ударах) все статические и динамические нагрузки. Корпуса шестнадцати смежных тубингов жестко соединены между собой и образуют прочный монолитный "стакан", основу крепи

шахты.

На корпусе 16 посредством железобетонных ребер 17 и наружной оболочки 18 образована полость 19, которую заполняют теплоизоляционным материалом, например, пеногазобетоном.

Толщина железобетонных ребер 17 и наружной оболочки 18 небольшая (около 15-25 мм). Размером полости 19 и заполненного теплоизоляционного материала являются основным термическим сопротивлением и определяются расчетом.

На фиг. 5 показан вариант выполнения монолитным стаканом 20, который воспринимает статическую и динамическую нагрузку на крепь.

Внутренняя поверхность монолитного железобетонного стакана 20 покрыта пеногазобетоном 21, защищенным металлической сеткой с торкретбетоном 22.

Пеногазобетон 21 может быть выполнен в виде специальных тубингов, которые при монтаже закрепляются сеткой и анкерными болтами. Основным термическим сопротивлением в этом варианте является покрытие из пеногазобетона 21, размер которого определяется расчетом.

На фиг. 6 показан вариант выполнения железобетонными тубингами 23 с забутовкой керамзитбетоном 15 (бетоном), при этом внутренняя поверхность покрыта пенопластом 24 (пеногазобетоном), защищенным металлической сеткой и торкретбетоном 22. Основным термическим сопротивлением в данном варианте является слой пенопласта 24, толщина которого определяется расчетом.

На фиг. 7 показан вариант выполнения чугунными тубингами 25 с забутовкой керамзитом 15.

Основным термическим сопротивлением в данном варианте является ограниченный слой забутовочного керамзита 15. Для надежной работы стакана крепи, выполненного из чугунных тубингов 25, необходимо их жесткое соединение между собой и надежная забутовка между породой. Керамзит ввиду его пористости не обеспечивает надежную забутовку, особенно при больших толщинах.

На фиг. 8 показан вариант выполнения монолитным бетоном 20 с забутовкой керамзитбетоном 15. При этом варианте так же ограниченные возможности создания термического сопротивления.

На фиг. 9 показан вариант выполнения монолитным керамзитбетоном с армировкой металлом внутренней оболочки 26 крепи.

При этом варианте наблюдаются ограниченные возможности несущей способности крепи, поэтому его можно использовать на вентиляционных стволах, где нет динамически нагруженной армировки ствола.

В зависимости от условий эксплуатации выбирают вариант выполнения композиционного теплоизоляционного слоя.

Общий коэффициент термического сопротивления для композиционного теплоизоляционного слоя не должен быть менее $2 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Нижний предел $2 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ обусловлен минимальным значением теплоизоляции, при котором возможно использование данной крепи для снижения уровня растепления

окружающих ствол пород.

Верхний предел определяется только экономическими соображениями по расходу теплоизоляционного материала, уменьшения диаметра ствола при проходке и т.п.

Фиг. 10 и 11 демонстрируют глубокую проморозку основания в зимнее время (фиг. 10) и сохранение мерзлого его состояния в течение лета.

По формулам и номограммам, разработанным в отчете по НИР "Произвести оптимизирующие параметров сезонных охлаждающих устройств, обеспечивающих повышение несущей способности оснований фундаментов копров рудника "Мир". - ИГДС СО РАН. 1995", производят расчет коэффициента и обоснование размеров элементов, входящих в композиционный теплоизоляционный слой.

В качестве сезонно охлаждающих устройств 5 (СОУ) могут быть использованы устройства с принудительной и естественной конвекцией хладагента, а по фазовому состоянию последнего воздушные, жидкостные и парожидкостные. Принудительная конвекция хладагента в установках осуществляется вентиляторами или жидкостными насосами, а естественная - за счет разности температур атмосферного воздуха и охлаждающего массива. Рабочим веществом в воздушных установках служит непосредственно атмосферный воздух, в жидкостных - керосин, растворы минеральных солей, а парожидкостных - легкокипящие жидкости (аммиак, фреон, пропан).

Наибольшее распространение для укрепления мерзлых оснований находит применение автоматически действующих керосиновых охлаждающих установок.

По сравнению с другими способами охлаждения укрепление мерзлых оснований автоматически действующими зимой охлаждающими установками более экономично, поскольку позволяет в ходе эксплуатации сооружений в зимнее время накапливать холод в земной коре, что не требует дополнительных затрат. Следует однако отметить, что в связи с возможными утечками керосина из охлаждающих устройств этот способ экологически не безопасен. Применение воздушных СОУ, в которых теплоносителем служит холодный атмосферный воздух, является экологически безупречным, что особенно важно в устье стволов шахт. Грунт замораживается через коаксиальные колонки, погружаемые в пробуренные скважины. Отдельные колонки соединяются с воздухопроводом, через который вентилятором нагнетается холодный воздух. Для предотвращения зарастания замораживающих колонок льдом и повышения надежности воздушных замораживающих систем применяется конструкция (схема) двухколлекторной системы. Двухколлекторная система обеспечивает равномерное распределение воздуха по равномерноглубоким колонкам без специальной регулировки, что отличает ее от одноколлекторной установки, в которой у каждой колонки устанавливаются специальные регулирующие шиберы. Кроме того, двухколлекторная система проще и надежнее герметизируется на летний период, так как для этого необходимо заглушить только входное отверстие коллекторов и не

требуется герметизация каждой колонки.

Для оценки теплового состояния массива горных пород вокруг устья ствола шахты, пройденного в многолетнемерзлом грунте, разработана математическая модель процесса распространения тепла вокруг ствола шахты (по которой движется поток подогретого воздуха $+2^{\circ}\text{C}$ и от 7°C до 15°C с учетом влияния дневной поверхности с континентальным холодным климатом, при работе охлаждающих устройств, помещенных в породу, окружающую устье ствола, которая позволяет установить распределение температур вокруг ствола при соответствующих значениях входящих параметров в любой момент времени и по координатам. Как показала практическая проверка - с любой степенью точности.

Ввиду сложности происходящих теплофизических процессов вокруг устья ствола шахты для реализации построенной математической модели разработана программа "MIRSIF" на алгоритмическом языке "FORTRAN-77" для ЭВМ типа IBM PC AT/XT.

Осуществление способа крепления устья ствола шахты в многолетнемерзлых породах ведется следующим образом.

Для ствола радиусом в свету $R_0=4$ м, пройденном в многолетнемерзлых породах, для нижеследующих условий эксплуатации:

коэффициент теплопроводности мерзлых пород $2,34$ Вт/м $^{\circ}\text{C}$;

коэффициент теплоемкости мерзлых пород $21,0$ Вт \cdot сут/м 3 $^{\circ}\text{C}$;

начальная температура пород $-0,6^{\circ}\text{C}$;

температура воздуха $T_B = A + B \cdot \sin(\omega t + \varphi)$, где A - коэффициент среднегодовой температуры воздуха; $A_B = -7,4^{\circ}\text{C}$; B - коэффициент амплитуды годовых колебаний. $B_B = 24,1^{\circ}\text{C}$; коэффициент $W_B = 2\pi/365,2 = 0,01720242$, коэффициент теплообмена воздуха в стволе с крепью 6 Вт/м 3 $^{\circ}\text{C}$;

- диаметр скважин для размещения СОУ - $d_k = 0,3$ м.

Предварительно выбирают вариант выполнения композиционного теплоизоляционного слоя - фиг. 4, 5, 6, 7, 8 и 9 (например, вариант фиг. 5), определяют геометрические размеры всех входящих элементов и толщину слоя при заранее (предварительно) заданном коэффициенте термического сопротивления 2 м 2 /Вт. Зная толщину композиционного слоя, полученного из коэффициента термического сопротивления, находят размер радиуса проходки R_1 ствола шахты. (Расстояние от центра ствола шахты до контакта крепь-порода). Используя конкретные теплофизические данные района расположения ствола, по известным формулам производят теплофизические расчеты и определяют расстояние между скважинами d_k , в которых размещают ОУ, и принимают равным 2 или 3 м в зависимости от температуры охлаждающей жидкости.

С целью уменьшения градиента перепада температур в многолетнемерзлых породах между наружным диаметром ствола (контакта крепь-порода) и контуром 6 расположения скважин 5 , под монтаж СОУ, это расстояние принимаем равным удвоенному расстоянию между скважинами 5 . (Удвоенное расстояние

было определено в результате анализа экспериментальных и теоретических данных).

Вышеуказанное позволяет определить радиус контура 6. R_k , расположения скважин 5, в данном примере $R_k = 8,2$ м. Скважины 5 для размещения ОУ бурят диаметром 0,3 м. При использовании в качестве СОУ воздушных термосифонов глубина скважины достигает 15 м, поскольку при глубине более 15 м воздушные СОУ не эффективны.

При использовании жидкостных и гидрожидкостных ОУ глубина скважин определяется необходимой глубиной замораживания массива.

За контуром 6 размещения ОУ 5 бурят скважины для размещения свай 7 под опоры и здание копра. Расстояние между свайными скважинами 7 и их количество определяется строительно-монтажным проектом с учетом строительства и эксплуатации зданий и сооружений на многолетней мерзлоте известными техническими решениями.

Если многолетнемерзлые породы минерализованы, температура фазового перехода с учетом засоленности имеет значение $-1,8^{\circ}\text{C}$, зоны с более высоким температурным градиентом являются тальми. Исследованиями установлено, что при помощи одних ОУ, окружающих ствол, сохранить в работоспособном состоянии основания под сваями опор копра 8 не удается: мерзлое ядро образуется слишком высоко, увеличенная длина сваи протыкает ядро; несущая способность сваи перестает увеличиваться за счет уменьшения отпора со стороны основания сваи. Расчеты показывают необходимость дополнительной проморозки грунтов под сваями опор копра, для чего устанавливают дополнительный контур 12 (фиг. 2), то есть бурятся скважины и устанавливаются дополнительные ОУ.

Когда над устьем ствола шахты монтируется башенный копер, для выполнения данных работ бурится целое поле 10 скважин (фиг. 3). При бурении поля скважин 10 при засоленных мерзлых грунтах для обеспечения надежной работы фундамента бурятся скважины дополнительного контура 13 (фиг. 3) для размещения замораживающих ОУ.

При положительном тепловом режиме нагнетаемого в шахту воздуха во время эксплуатации ствола условием, полностью гарантирующим отсутствие критических ситуаций, является сохранение в агрегатном состоянии вмещающих пород в закрепном пространстве. Это обеспечивается сохранением мерзлого состояния пород вокруг ствола шахты и на контакте композиционного теплоизоляционного слоя и пород в районе температуры фазового перехода (ΔT).

Параметры композиционного теплоизоляционного слоя, его термическое сопротивление, радиус расположения, необходимое количество и режим включения-выключения ОУ обеспечивают минимальное отклонение температуры на контакте крепь-порода, то есть температуры фазового перехода поровой влаги.

В зимний период около контура 6 ОУ намораживается льдопородный цилиндр с пониженной температурой (см. фиг. 10). ОУ 5

работает в заданном автоматическом режиме. Например, по стволу движется воздух с температурой $+5^{\circ}\text{C}$, температура включения и выключения ОУ -1°C (режим задается параметрами расчета на основе математической модели, а также может быть получен экспериментально во время эксплуатации). При этом температура на термических датчиках 4 должна быть близкой к температуре фазового перехода $\Delta T = 0^{\circ}\text{C}$.

При практической работе СОУ воздушного типа должна измеряться температура нагнетаемого воздуха и воздуха на "выхлопе". СОУ работает в правильном режиме, если температура "выхлопа" выше температуры подаваемого воздуха. В летний период СОУ отключается и температура на контакте крепь-порода поддерживается за счет "холода", накопленного в зимний период (фиг. 10). Если термическое сопротивление крепи ниже $2 \text{ м}^2/\text{K/Вт}$, для нормальной эксплуатации в летний период необходимо включение в работу ОУ с искусственным получением хладагента (замораживающие установки), что значительно повышает и усложняет эксплуатационные расходы.

При наличии дополнительных замораживающих контуров 11, 13 они так же работают в зимний период и не отключаются во время отключения ОУ 5 контура 6.

Применение композиционного теплоизоляционного слоя и ОУ обеспечивает надежное крепление и поддержание в работоспособном состоянии во время эксплуатации устья шахты, проведенной в многолетнемерзлых породах.

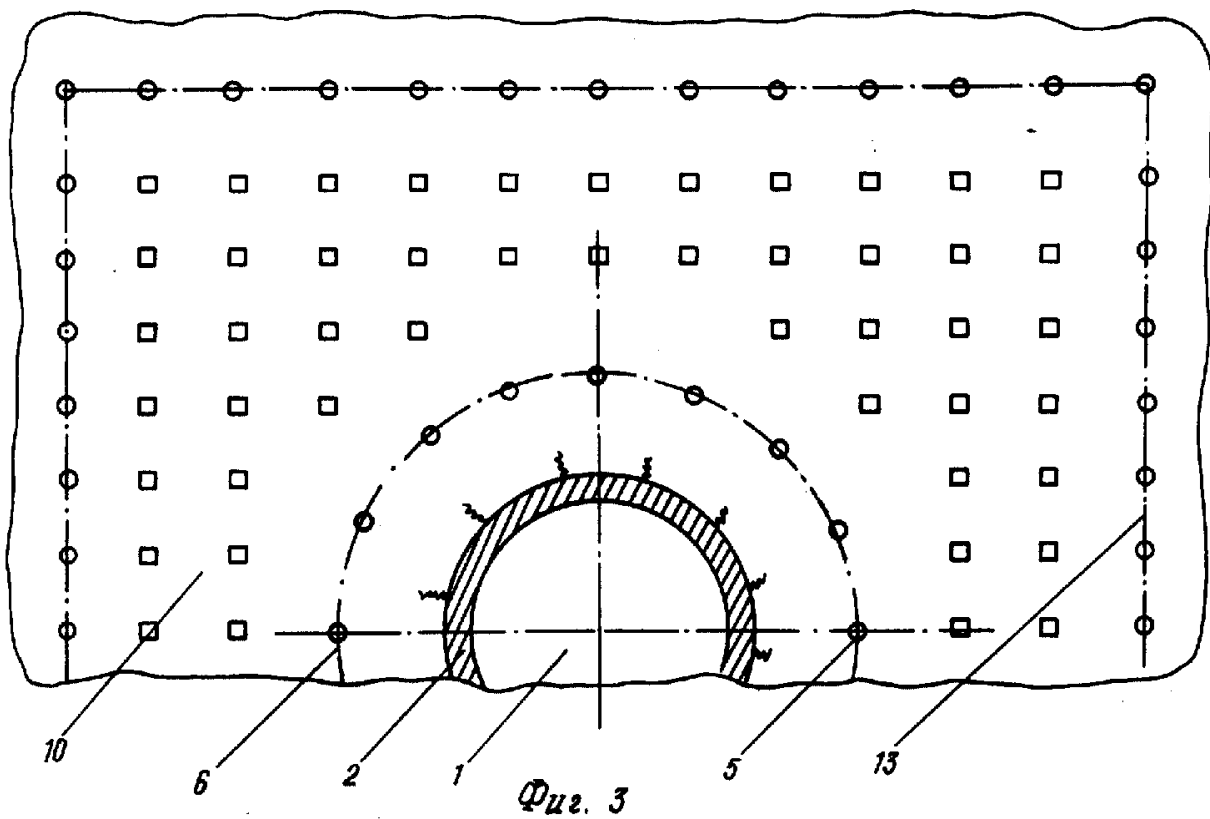
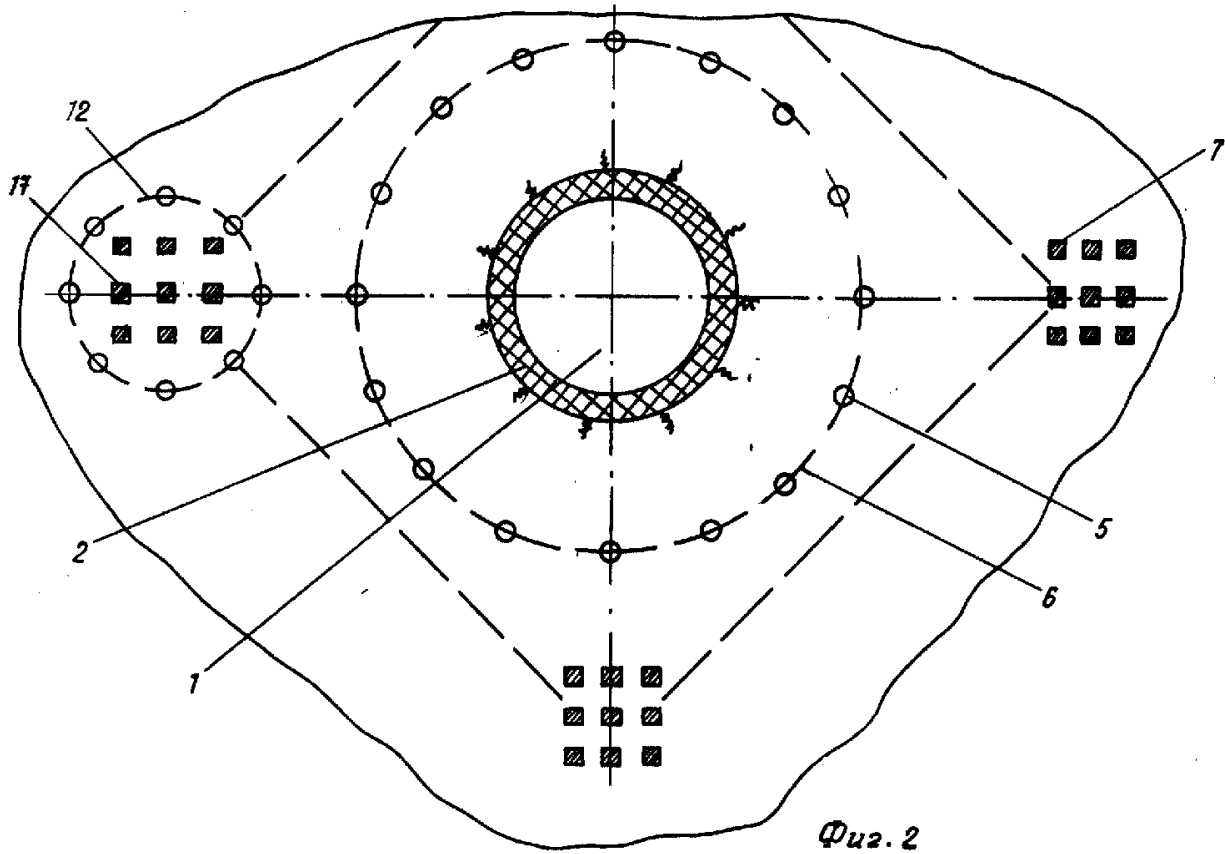
Формула изобретения:

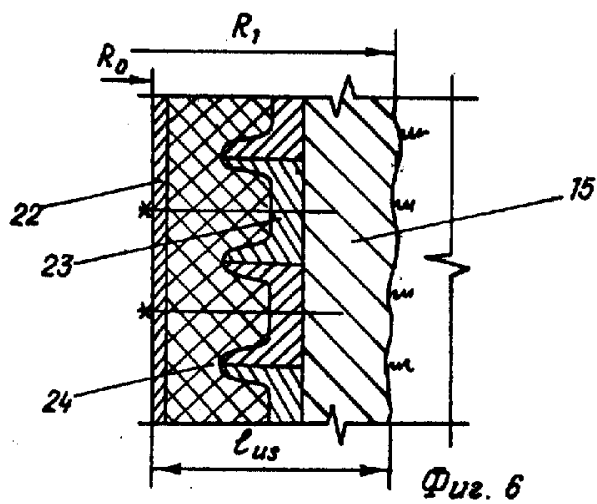
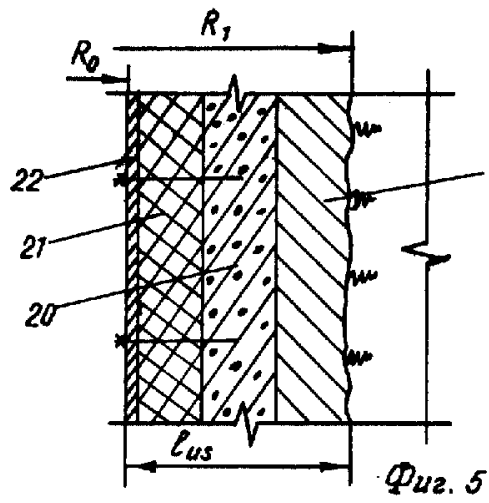
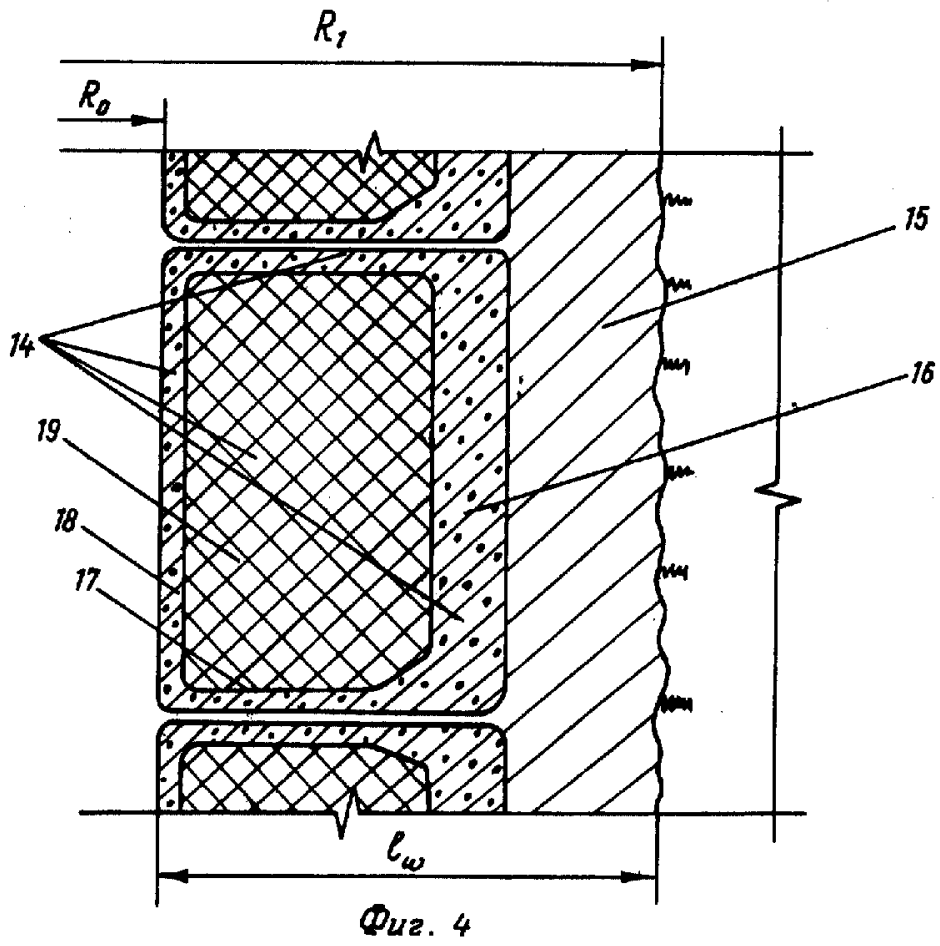
1. Способ крепления устья ствола шахты в многолетнемерзлых породах, включающий бурение скважин, поддержание на контакте крепь-порода температуры фазового перехода, отличающийся тем, что крепление ствола ведут композиционно теплоизоляционным слоем, удовлетворяющим требованию прочного закрепления ствола, монтажа армировки ствола и теплоизоляции, причем коэффициент термического сопротивления для композиционного теплоизолирующего слоя должен быть не менее $2 \text{ м}^2 \text{ K/Вт}$, а бурение скважин для монтажа охлаждающих устройств (ОУ) ведут на расстоянии 2 - 3 м друг от друга и оно не должно превышать удвоенного расстояния от ОУ до контакта крепь-порода и сезонным промораживанием образуют льдопородный цилиндр вокруг ствола шахты, а за контуром расположения ОУ бурят скважины и устанавливают сваи, на которые монтируют опоры и здание копра с образованием проветриваемого подполья между зимней поверхностью и нижней частью копрового здания.

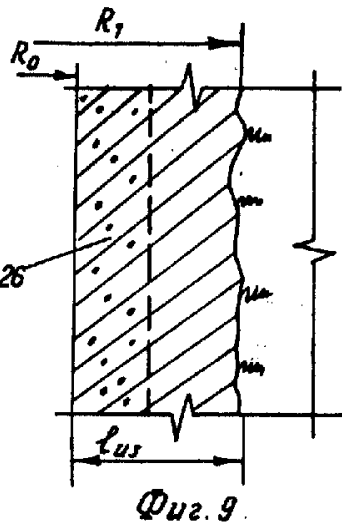
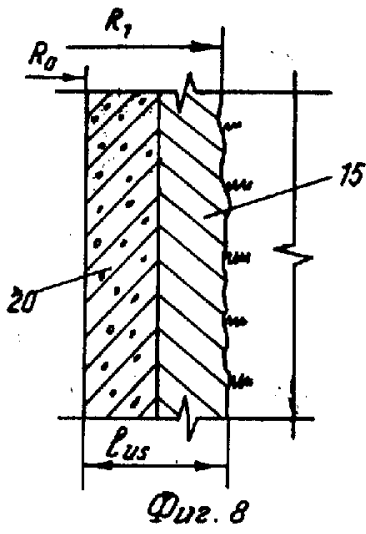
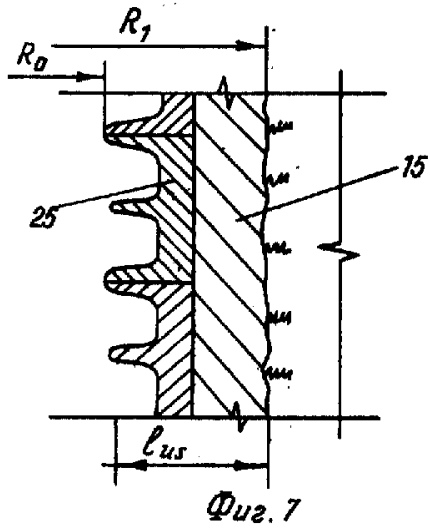
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на контакте крепь - порода устанавливают температурные датчики контроля и управления работой ОУ.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительным контуром ОУ ограждают каждую опору копра шатрового типа.

4. Способ по п.1 или 3, отличающийся тем, что дополнительным контуром ОУ огораживают общее свайное поле под зданием копра башенного типа.







RU 2122119 C1

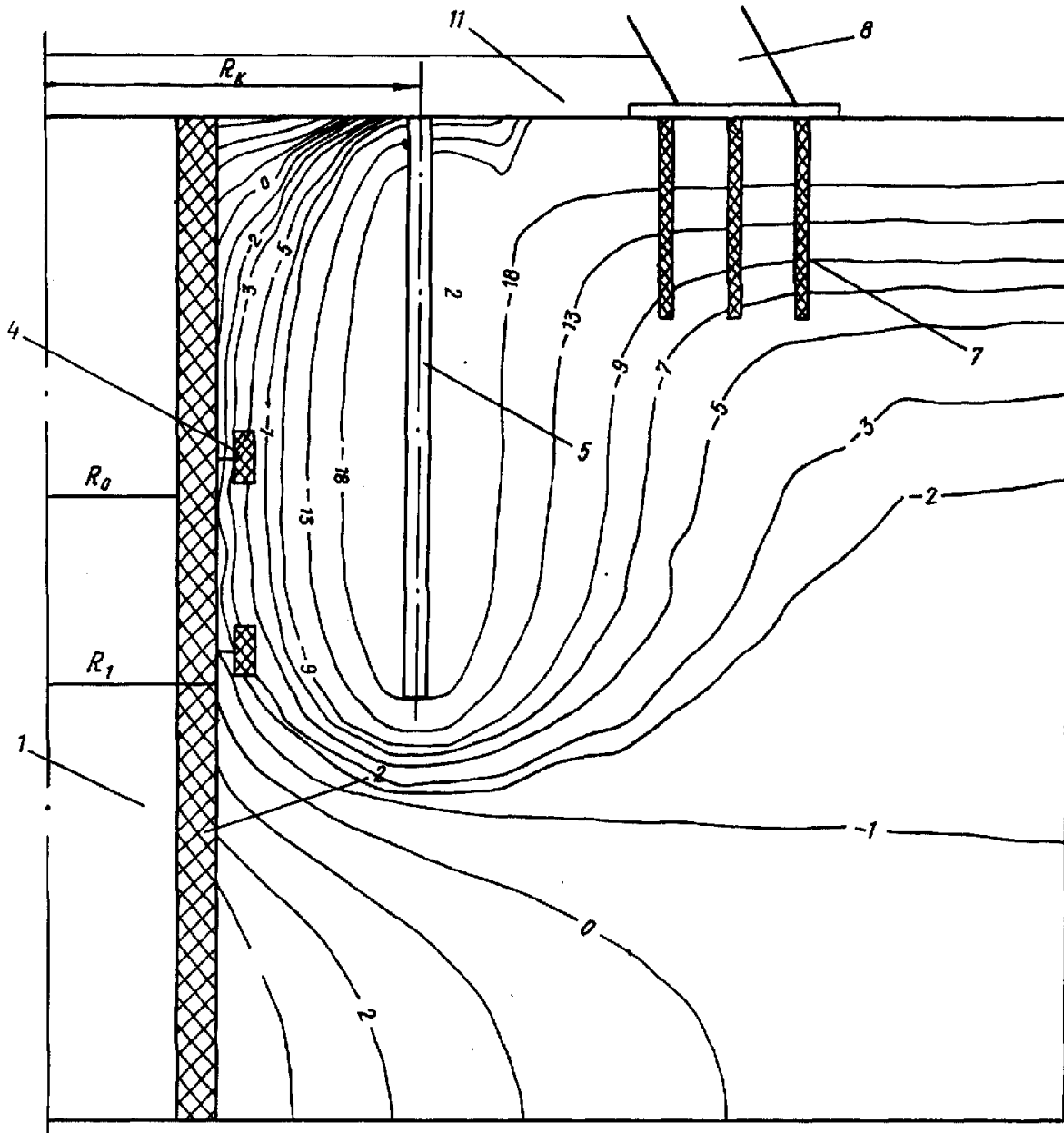
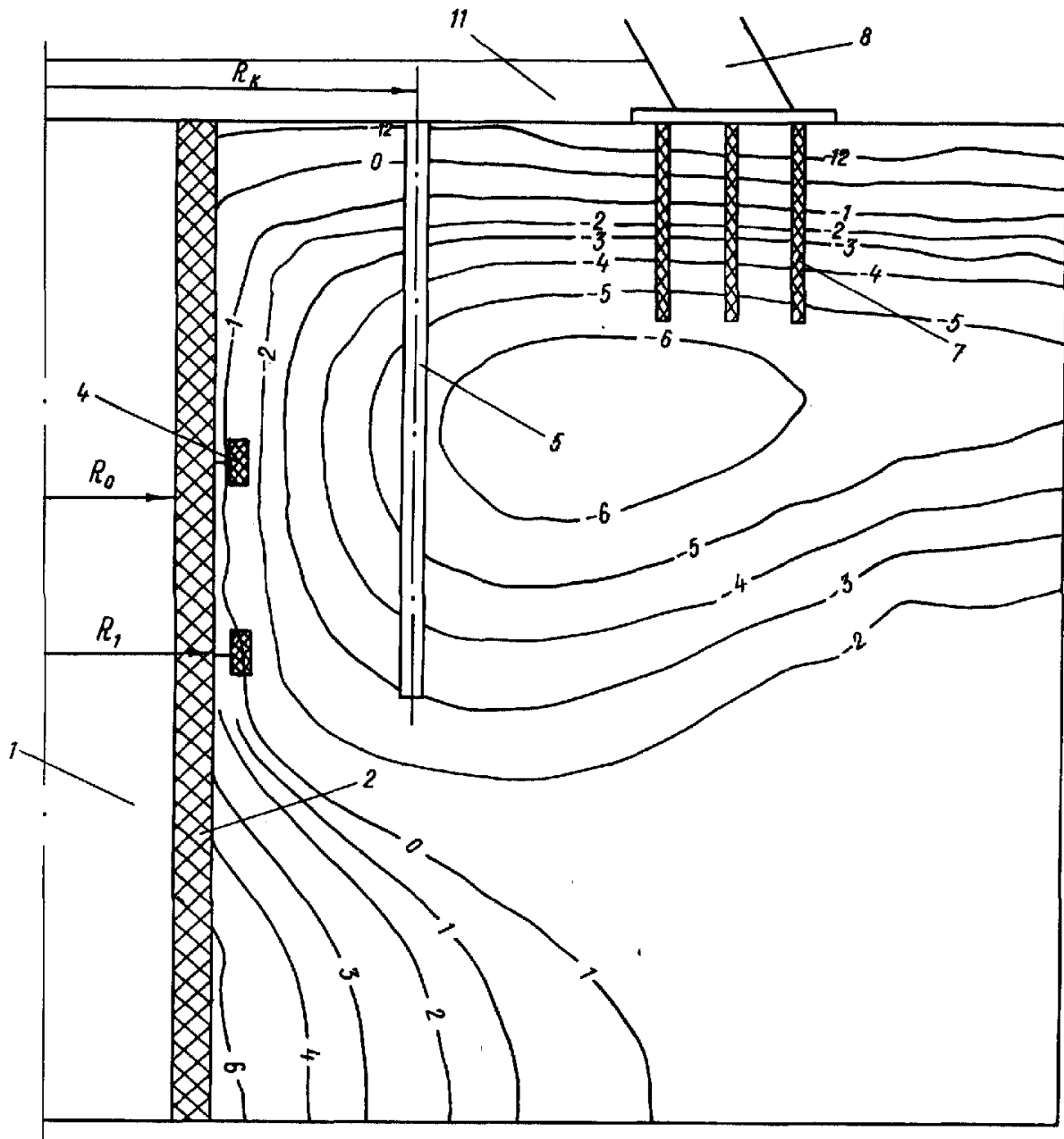


Fig. 10

RU 2122119 C1

RU 2122119 C1



Фиг. 11

RU 2122119 C1