

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2862365

### СПОСОБ РАЗРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Ковальский Евгений Ростиславович (RU), Конгар-Сюрюн Чейнеш Буяновна (RU), Сиренко Юрий Георгиевич (RU), Карнов Григорий Николаевич (RU)*

Заявка № 2025136780

Приоритет изобретения 18 декабря 2025 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 19 мая 2026 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 18 декабря 2045 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*E21C 41/20 (2026.01); E21F 15/00 (2026.01)*

(21)(22) Заявка: 2025136780, 18.12.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.12.2025

Дата регистрации:  
19.05.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.12.2025

(45) Опубликовано: 19.05.2026 Бюл. № 14

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО "СПГУ", Патентно-лицензионный  
отдел

(72) Автор(ы):

Ковальский Евгений Ростиславович (RU),  
Конгар-Сюрюн Чейнеш Буяновна (RU),  
Сиренко Юрий Георгиевич (RU),  
Карпов Григорий Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II"  
(RU)

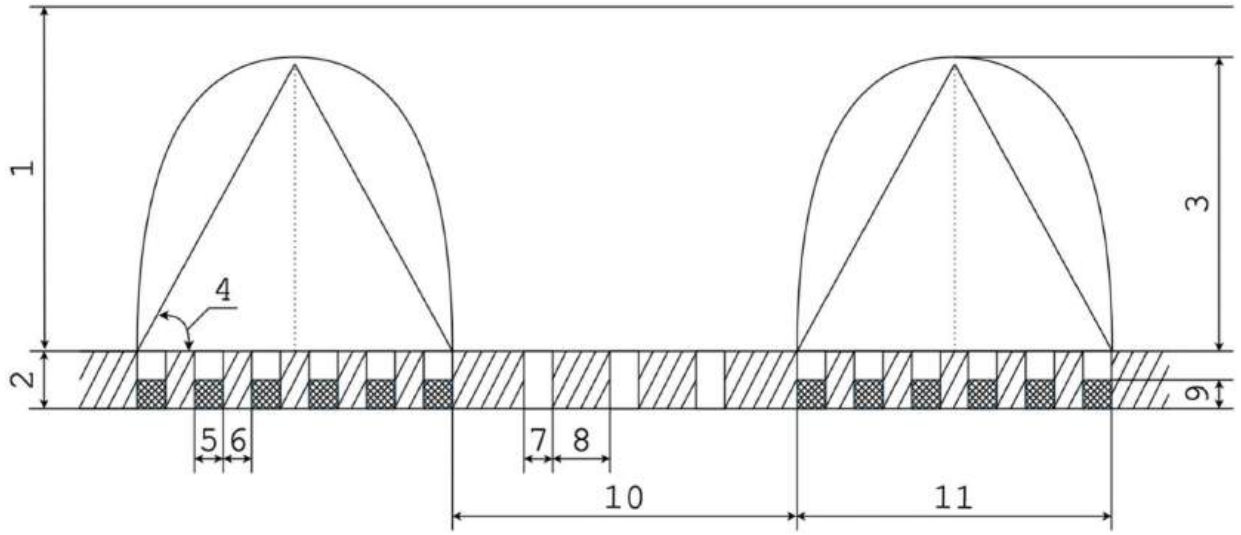
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2468206 C1, 27.11.2012. SU 142978  
A1, 01.01.1961. RU 2303132 C1, 20.07.2007. RU  
2415265 C2, 27.03.2011. US 3744847 A, 10.07.1973.  
CA 2530525 C, 26.06.2012.

## (54) СПОСОБ РАЗРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности и может быть использовано при разработке пластовых месторождений камерной системой разработки. Способ разработки калийных пластов на больших глубинах включает разделение разрабатываемого поля на выемочные участки, по границам которых оставляют сплошные ленточные – опорные межучастковые целики, рассчитанные на восприятие веса всей налегающей толщи пород, а в интервале между опорными межучастковыми целиками располагают искусственно податливые поддерживающие междукамерные целики, рассчитанные на

восприятие давления от веса пород, находящихся в своде естественного равновесия между двумя соседними опорными межучастковыми целиками. На выемочных участках одновременно с очистными работами производят закладку камер первой очереди до начала процесса активных сдвижений. После закладки смежных выемочных участков отрабатывают опорный межучастковый целик камерами второй очереди. Количество камер второй очереди геометрически вписывают по ширине опорного межучасткового целика. Техническим результатом является повышение извлечения полезного ископаемого на больших глубинах. 2 ил., 6 пр.



Фиг. 1

RU 2862365 C1

RU 2862365 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E21C 41/20* (2026.01); *E21F 15/00* (2026.01)

(21)(22) Application: **2025136780, 18.12.2025**

(24) Effective date for property rights:  
**18.12.2025**

Registration date:  
**19.05.2026**

Priority:

(22) Date of filing: **18.12.2025**

(45) Date of publication: **19.05.2026** Bull. № 14

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "SPGU", Patentno-litsenzyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Kovalskii Evgenii Rostislavovich (RU),  
Kongar-Siuriun Cheinesh Buianovna (RU),  
Sirenko Iurii Georgievich (RU),  
Karpov Grigorii Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **METHOD OF DEVELOPING POTASH SEAMS AT GREAT DEEPS**

(57) Abstract:

FIELD: mining industry.

SUBSTANCE: invention can be used in the development of stratified deposits using a chamber mining system. The method for developing potash seams at great depths includes dividing the developed field into excavation areas, along the boundaries of which continuous strip-type supporting inter-area pillars are left, designed to bear the weight of the entire overlying rock mass, and in the interval between the supporting inter-area pillars, artificially pliable supporting inter-chamber pillars are placed, designed to bear the pressure from the weight of the rocks located

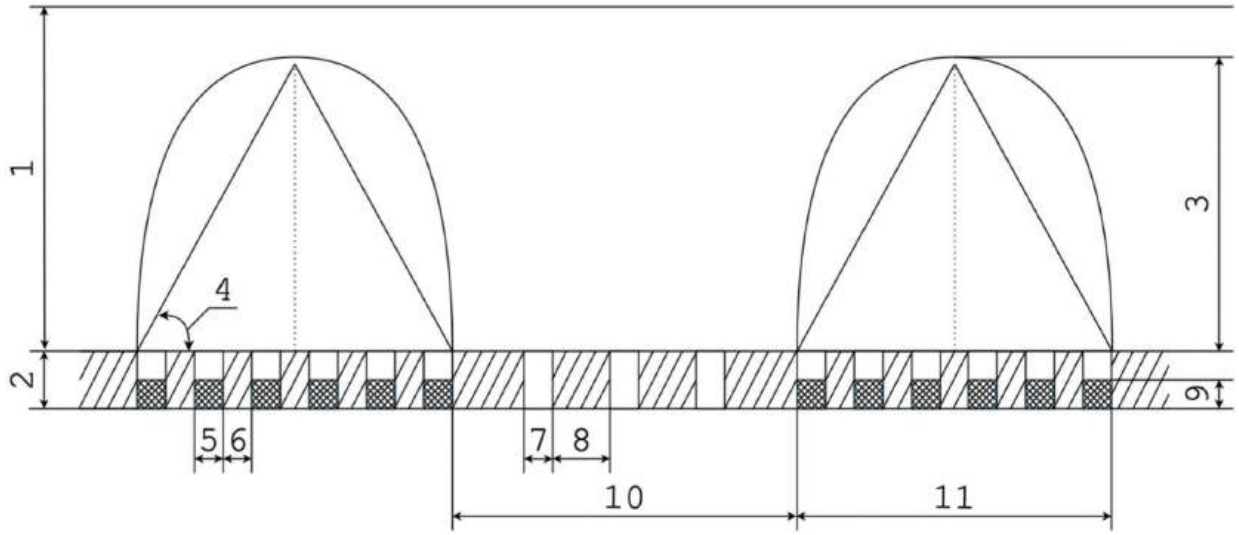
in the vault of natural equilibrium between two adjacent supporting inter-area pillars. At the extraction sites, simultaneously with the broken working, the first stage chambers are being filled before the active movement process begins. After laying the foundations of adjacent extraction areas, the supporting inter-area pillar is mined by the second-stage chambers. The number of chambers of the second stage is geometrically inscribed along the width of the supporting inter-section pillar.

EFFECT: increase in the extraction of minerals at great depths.

1 cl, 2 dwg, 6 ex

**RU 2 862 365 C1**

**RU 2 862 365 C1**



Фиг. 1

RU 2862365 C1

RU 2862365 C1

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности и может быть использовано при разработке пластовых месторождений камерной системой разработки.

5 Известен способ подземной разработки калийных пластов (Соловьев В.А. и др. Аспекты повышения эффективности разработки Верхнекамского калийного месторождения. - Новосибирск: Наука, 2019. - с 148.), включающий панельную подготовку шахтного поля, выемку запасов промышленных пластов камерной системой разработки с оставлением ленточных междукамерных целиков и закладку выработанного пространства.

10 Недостатком данного способа является низкий коэффициент извлечения, поскольку закладка направлена на уменьшение риска образования опасных деформаций водозащитной толщи в последующий после окончания отработки продолжительный период времени, но не создаёт условий для снижения размеров междукамерных целиков или их последующего доизвлечения.

15 Известен способ вторичной отработки соляного пласта (патент №2468206, опубл. 27.11.2012), включающий отработку запасов первичными камерами с оставлением междукамерных целиков, заполнение выработанного пространства, отработку первичных междукамерных целиков камерами второй очереди после консолидации закладочного материала, при достижении оседаний земной поверхности  $\geq 90\%$  от  
20 величины конечных оседаний земной поверхности от деформации первичных камер, определяемой наблюдениями по реперным линиям.

Недостатком данного способа является необходимость в долгосрочном поддержании, ремонте или восстановлении подготовительных выработок для их использования для проходки камер второй очереди.

25 Известен способ отработки полезных ископаемых при оптимальных параметрах (патент №2415265, опубл. 27.03.2011), заключающийся в поддержании устойчивого состояния выработанного пространства междукамерными целиками, при этом размеры междукамерных целиков определяют из реального давления на них пород, находящихся  
30 внутри свода естественного равновесия, а целик, расположенный на стыке сводов естественного равновесия, определяют с учетом давления на пяты сводов тех пород, которые расположены над контурами сводов естественного равновесия.

Недостатком данного способа является сложность его применения в условиях больших глубин, так как при расчете ширины целиков внутри свода необходимо оперировать полной глубиной залегания пласта, что приведет к большим потерям  
35 полезного ископаемого в междукамерных целиках. Таким образом, ширина центрального целика, находящегося в своде, будет практически сопоставима ширине целика на стыке сводов.

Известен способ отработки полезных ископаемых при минимальных потерях и максимальной безопасности горных работ (патент №2428565, опубл. 10.09.2011),  
40 осуществляющийся путем поддержания устойчивого состояния выработанного пространства опорными целиками или эквивалентной им закладкой, при этом оставляют опорные целики разного размера или дополнительно применяют закладку смежных камер закладочной смесью разной плотности.

Недостатком данного способа являются большие потери в целиках при его реализации  
45 в условиях больших глубин, так как их ширина рассчитывается исходя из давления веса столба пород, равного глубине залегания пласта, а также необходимости разработки технологии формирования закладочного массива разной плотности на участке.

Известен способ камерной системы разработки обширных пологих залежей

различных полезных ископаемых (Авторское свидетельство СССР №142978, опубл. 30.11.1961), принятый за прототип, согласно которому разрабатываемое поле разделяется на панели шириной, равной предельному пролету обнажения кровли, по границам которых оставляются сплошные ленточные целики - опорные, рассчитанные на восприятие всей налегающей толщи пород, а в интервале между опорными целиками располагаются искусственно податливые поддерживающие целики, рассчитанные на восприятие давления от веса пород, находящихся в своде естественного равновесия между двумя соседними опорными целиками.

Недостатком данного способа являются низкий коэффициент извлечения из-за оставления запасов в широких опорных целиках и повышенные напряжения, не позволяющие дальнейшую их обработку.

Техническим результатом является повышение извлечения полезного ископаемого на больших глубинах.

Технический результат достигается тем, что одновременно с очистными работами производят закладку камер первой очереди до начала процесса активных сдвижений, после закладки смежных выемочных участков обрабатывают опорный межучастковый целик камерами второй очереди, количество камер второй очереди геометрически вписывают по ширине опорного межучасткового целика, при этом учитывают необходимую ширину оставляемых между ними междукамерных целиков, которые рассчитаны на удержание давления столба пород приведенной глубины, и определяют по формуле:

$$H_{\text{прив}} = H \cdot k,$$

где:  $H$  - глубина залегания пласта, м;

$k$  - коэффициент понижения напряжений,

при этом коэффициент понижения напряжений равен отношению действующих напряжений в опорном целике после закладки камер первой очереди к напряжениям в опорном межучастковом целике без ведения закладочных работ и выражают следующей функцией с коэффициентом достоверности  $R^2 = 0,927$ , который зависит от деформационных свойств закладочного материала и степени заполнения камер:

$$k = \lambda \cdot A^{(-n)},$$

где:

$$\lambda = 5,0279 \cdot E^{(-0,486)},$$

$$n = 0,6068 \ln(E) - 1,9729;$$

$A$  - степень заполнения камеры;

$E$  - модуль упругости закладки, Мпа,

при этом закладочный материал подбирают для обеспечения минимальной величиной коэффициента понижения напряжений, после этого определяют величину приведенной глубины, а достаточную ширину междукамерных целиков, которые оставлены между камерами второй очереди в опорном целике, рассчитывают на давление столба пород в пределах приведенной глубины.

Способ поясняется следующими чертежами:

фиг. 1 - расчетная схема для определения параметров системы разработки с оставлением опорных межучастковых целиков;

фиг. 2 - зависимость изменения коэффициента понижения напряжений от деформационных свойств закладки и степени заполнения камер, где:

1 - глубина залегания пласта, м;

2 - мощность пласта, м;

- 3 - высота свода естественного равновесия, м;  
 4 - угол внутреннего трения, град.;  
 5 - ширина камеры первой очереди, м;  
 6 - ширина междукамерного целика между камерами первой очереди, м;  
 7 - ширина камеры второй очереди, м;  
 8 - ширина междукамерного целика между камерами второй очереди, м;  
 9 - уровень заложения камеры закладкой  
 10 - ширина опорного межучасткового целика, м;  
 11 - ширина выемочного участка, м.

10 Способ разработки калийных пластов на больших глубинах осуществляется следующим образом. Разрабатываемое поле разделяют на выемочные участки 11, по границам которых оставляют опорные межучастковые целики 10. Ширину опорных  
 15 целиков 10 рассчитывают для условий полной подработки, когда на указанные целики давит масса полного столба налегающих пород до земной поверхности 1. Выемочные  
 20 участки 11 отрабатывают камерами первой очереди 5, между которыми оставляют ленточные целики 6, которые испытывают давление столба пород в пределах свода естественного равновесия 3.

Далее одновременно с очистными работами производят закладку 9 камер первой  
 25 очереди 5 до начала процесса активных сдвижений. Минимизация сроков отставания  
 30 закладочных работ от очистных предотвращает возрастания величины опасных напряжений в опорном межучастковом целике 10.

После закладки 9 смежных выемочных участков 11 отрабатывают опорный  
 35 межучастковый 10 целик камерами второй очереди 7. Количество камер второй очереди  
 40 7 геометрически вписывают по ширине опорного межучасткового целика 10, учитывая  
 45 необходимую ширину оставляемых между ними междукамерных целиков 8.

Ширину междукамерных целиков 8, оставляемых между камерами второй очереди  
 7, рассчитывают на удержание давления столба пород приведенной глубины:

$$H_{\text{прив}} = H \cdot k, \text{ где:}$$

30  $H$  - глубина залегания пласта, м;

$k$  - коэффициент понижения напряжений.

Коэффициент понижения напряжений равен отношению действующих напряжений  
 35 в опорном целике после закладки камер первой очереди к напряжениям в опорном  
 40 целике без ведения закладочных работ. Коэффициент понижения напряжений выражается  
 45 следующей функцией с коэффициентом достоверности  $R^2 = 0,927$  и зависит от  
 деформационных свойств закладочного материала и степени заполнения камер:

$$k = \lambda \cdot A^{-n}, \text{ где}$$

$$\lambda = 5,0279 \cdot E^{-0,486};$$

$$40 \quad n = 0,6068 \ln(E) - 1,9729;$$

$A$  - степень заполнения камеры;

$E$  - модуль Юнга закладки, МПа;

45 Закладочный материал подбирают таким образом, чтобы величина коэффициента  
 50 понижения напряжений была минимальна, что позволяет добиться максимального  
 55 снижения величины действующих напряжений в опорном целике.

После расчета коэффициента понижения напряжений, зависящего от деформационных  
 60 свойств закладки и степени заполнения камер, определяют величину приведенной

глубины. Достаточную ширину междукамерных целиков, оставляемых между камерами второй очереди в опорном целике, рассчитывают на давление столба пород в пределах приведенной глубины.

Способ поясняется следующими примерами.

5 Применительно к условиям калийных пластов, залегающих на большой глубине 1100 м, ширина выемочного участка 160 м. Расчетная ширина опорного целика 54 м. Теоретически действующие напряжения в барьерном целике до закладки можно найти по расчетной схеме Л.Д. Шевякова  $\sigma_{\text{теор}} = \gamma H \frac{L+B}{B} = 96 \text{ МПа}$ . Коэффициент понижения  
10 напряжений определяют по фиг. 2 или по формуле изменения коэффициента понижения напряжений от деформационных свойств закладки и степени заполнения камер.

Пример 1. Производят закладку камер закладочным материалом с  $E=100$  и  $A=0,5$ . Коэффициент понижения напряжений  $k = 0,92$ . После закладки выемочного участка  
15 действующие напряжения после закладочных работ составляют 88 МПа, что соответствует глубине 1012 м. В данном случае отработать опорный целик не представляется возможным. Необходимо увеличение параметров  $A$  и  $E$ .

Пример 2. Производят закладку камер закладочным материалом с  $E=300$  и  $A=0,7$ . Коэффициент понижения напряжений  $k = 0,58$ . После закладки выемочного участка  
20 действующие напряжения после закладочных работ составляют 56 МПа, что соответствует глубине 638 м. В данном случае можно отработать опорный целик одной камерой с оставлением целиков шириной 24,4 м.

Пример 3. Производят закладку камер закладочным материалом с  $E=500$  и  $A=0,7$ . Коэффициент понижения напряжений  $k = 0,42$ . После закладки выемочного участка  
25 действующие напряжения после закладочных работ составляют 40 МПа, что соответствует глубине 462 м. В данном случае можно отработать опорный целик двумя камерами с оставлением целиков шириной 14,6 м.

30 Пример 4. Производят закладку камер закладочным материалом с  $E=500$  и  $A=0,8$ . Коэффициент понижения напряжений  $k = 0,3$ . После закладки выемочного участка действующие напряжения после закладочных работ составляют 29 МПа, что  
35 соответствует глубине 330 м. В данном случае можно отработать опорный целик тремя камерами с оставлением целиков шириной 9,6 м.

Пример 5. Производят закладку камер закладочным материалом с  $E=700$  и  $A=0,9$ . Коэффициент понижения напряжений  $k = 0,23$ . После закладки выемочного участка  
40 действующие напряжения после закладочных работ составляют 29 МПа, что соответствует глубине 253 м. В данном случае можно отработать опорный целик четырьмя камерами с оставлением целиков шириной 6,7 м.

Пример 6. Производят закладку камер закладочным материалом с  $E=1000$  и  $A=0,9$ . Коэффициент понижения напряжений  $k = 0,197$ . После закладки выемочного участка  
45 действующие напряжения после закладочных работ составят 22 МПа, что соответствует глубине 217 м. В таком случае можно отработать опорный целик пятью камерами с оставлением целиков шириной 4,7 м.

Повышение извлечения полезного ископаемого достигается за счет отработки

опорного целика, которое возможно при одновременном ведении очистных и закладочных работ, позволяющих предотвратить повышение напряжений в опорном целике.

(57) Формула изобретения

Способ разработки калийных пластов на больших глубинах, включающий разделение разрабатываемого поля на выемочные участки, по границам которых оставляют сплошные ленточные – опорные межучастковые целики, рассчитанные на восприятие веса всей налегающей толщи пород, а в интервале между опорными межучастковыми целиками располагают искусственно податливые поддерживающие междукамерные целики, рассчитанные на восприятие давления от веса пород, находящихся в своде естественного равновесия между двумя соседними опорными межучастковыми целиками, отличающийся тем, что на выемочных участках одновременно с очистными работами производят закладку камер первой очереди до начала процесса активных сдвижений, после закладки смежных выемочных участков отрабатывают опорный межучастковый целик камерами второй очереди, количество камер второй очереди геометрически вписывают по ширине опорного межучасткового целика, при этом учитывают необходимую ширину оставляемых между ними междукамерных целиков, которые рассчитаны на удержание давления столба пород приведенной глубины, определяемой по формуле:

$$H_{\text{прив}} = H \cdot k, \text{ м,}$$

где:

H - глубина залегания пласта, м;

k - коэффициент понижения напряжений,

при этом коэффициент понижения напряжений равен отношению действующих напряжений в опорном межучастковом целике после закладки камер первой очереди к напряжениям в опорном межучастковом целике без ведения закладочных работ и выражают следующей функцией с коэффициентом достоверности  $R^2 = 0,927$ , который зависит от деформационных свойств закладочного материала и степени заполнения камер:

$$k = \lambda \cdot A^{(-n)},$$

где:

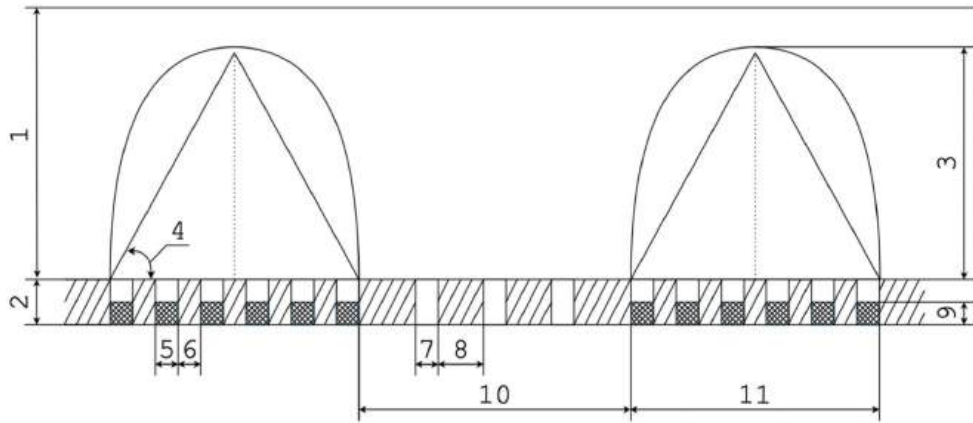
$$\lambda = 5,0279 \cdot E^{(-0,486)};$$

$$n = 0,6068 \ln(E) - 1,9729;$$

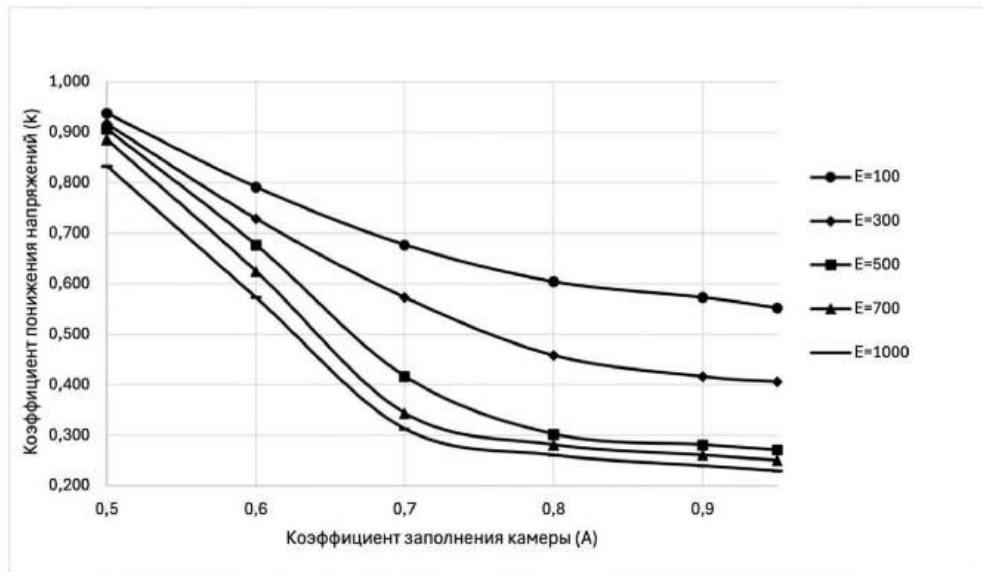
A - степень заполнения камеры;

E - модуль упругости закладки, МПа,

при этом закладочный материал подбирают так, чтобы величина коэффициента понижения напряжений была минимальна, после этого определяют величину приведенной глубины, а достаточную ширину междукамерных целиков, которые оставлены между камерами второй очереди в опорном межучастковом целике, рассчитывают на давление столба пород в пределах приведенной глубины.



Фиг. 1



Фиг. 2