

DOI: 10.26730/1999-4125-2018-4-65-74

УДК 622.831.1

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ У ГРАНИЦЫ  
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО ЦЕЛИКА В ЗОНЕ ФОРМИРОВАНИЯ  
ДЕМОНТАЖНОЙ КАМЕРЫ ОЧИСТНЫМ ЗАБОЕМ**

**STUDY OF LOAD DISTRIBUTION AT THE BORDER OF THE PROTECTIVE  
PILLAR IN THE ZONE OF DISMANTLING CHAMBER FORMATION  
BY A PRODUCTION FACE**

**Ремезов Анатолий Владимирович,**

д.т.н. проф. кафедры ГМиК, e-mail: lion742@mail.ru

**Anatoly V. Remezov,**

Dr. Sc. (Engineering), Professor

**Торро Виктор Оскарович,**

ст. преподаватель e-mail: torrovo@mail.ru

**Victor O. Torro<sup>1</sup>,** Senior lecturer

**Кузнецов Евгений Владимирович,**

к.т.н. заместитель директора,

**Yevgeni V. Kuznetsov,**

C. Sc. (Engineering), Deputy Director

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. Россия, 650000,  
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

**Аннотация:** При отработке мощных пологих угольных пластов длинными очистными забоями в настоящее время проблемным является вопрос о месте заложения монтажной камеры. Это особенно актуально в связи с необходимостью поддержания монтажной камеры в соответствии с требованиями правил безопасности, в том числе и при формировании её очистным забоем, для обеспечения безопасного и эффективного выполнения работ по демонтажу оборудования.

Выбор места заложения определяется рядом факторов в частности распределением нагрузки у границы предохранительного целика в зоне формирования монтажной камеры очистным забоем. Исследование этого вопроса является целью данной работы.

Суть метода исследований состоит в том, что используя натурные исследования, инструментальные измерения и теорию волнообразного распространения опорного давления впереди очистного забоя, по эмпирическим кривым грузовой площади от зависящих консолей можно определить действительный шаг обрушения основной кровли и суммарное опорное давление в системе: «завал - монтажная камера - предохранительный целик»

На базе полученных результатов исследований с учётом параметров опорного давления, нормативных размеров предохранительных целиков, размеров монтажной камеры был разработан алгоритм выбора оптимального места заложения монтажной камеры при формировании её очистным забоем.

Применение разработанной формы расчёта оптимального увеличения ширины целика для увеличения его прочности, послужит основой для успешной реализации технологии формирования монтажной камеры с помощью очистного забоя.

**Ключевые слова:** горное давление, предохранительный целик, размеры целика, монтажная камера, кровля пласта, шаг обрушения кровли, глубина расположения выработки, очистной забой.

**Abstract:** When mining powerful flat coal seams by long walls, the issue of locating a dismantling chamber becomes problematic. This is especially important due to the need to maintain the dismantling chamber in accordance with the requirements of safety regulations, including when it is formed by a production face, to ensure

safe and effective performance of equipment dismantling.

The choice of the chamber location is determined by a number of factors, in particular, by the load distribution at the border of the safety pillar in the zone of the dismantling chamber formation by a production face. The purpose of this work is to study this issue.

The essence of the study method is that using full-scale studies, instrumental measurements and the theory of wave-like propagation of the abutment pressure ahead of the production face, the empirical curves of the loading area from the hanging consoles make it possible to determine the actual increment of the main roof caving and the total abutment pressure in the system: "gob - dismantling chamber - safety pillar".

Based on the results of the study, the parameters of the abutment pressure, the standard sizes of safety pillars, and the dimensions of the dismantling chamber, the algorithm was developed for selection of the optimal location for the dismantling chamber when it was formed by a production face.

Application of the developed form for the calculation of optimum increase in the width of the pillar to improve its strength presents the basis for successful implementation of the techniques for formation of the dismantling chamber using the production face.

**Key words:** rock pressure, protective pillar, pillar dimensions, dismantling chamber, seam roof, roof caving increment, depth of the mine working location, production face.

Для определения ширины целиков используются различные формулы, которые оценивают прочностные характеристики целиков с учётом прилегающей нагрузки и теоретических формул прочности, что позволяет дать только приближённую оценку их устойчивости [1-8,10,11,13-15].

Наиболее приемлемой для определения ориентировочной ширины целика –  $b_{ор}$ , является формула, предложенная А.А. Борисовым [5]. В ней расчет несущей способности целика и эпюры нагрузок зависят от параметров целика  $b$ , а расчет нагрузки ( $P_i$ ) на целик предлагается производить на основании геологического разреза для конкретных условий по формуле:

$$P_i = \frac{1}{2} q_i L_i, \quad (1)$$

где  $q_i$  – нагрузка на  $i$ -ый мост породы, включая ее собственный вес;

$L_i$  – шаг обрушения  $i$ -ой породы-моста, определяется по формуле (2).

В случае, когда деформируемость краевой зоны пласта значительная, рекомендуется определять шаг обрушения основной кровли по формуле [5]:

$$L_i = \sqrt{\frac{q_{зак}}{q_i} \left( \frac{h_i^2}{6} \cdot \frac{\sigma_{пр.из}}{q_{зак}} - \psi \right)}, \quad (2)$$

Где  $h_i$  – мощность пород кровли  $i$ -го участка м;  $\sigma_{пр.из}$  – предел прочности на изгиб МПа;  $q_{зак}$  – закрепляющая нагрузка МПа;  $q_i$  – равномерно распределённая нагрузка  $i$ -го участка МПа;  $\psi$  – параметр, определяемый опытным путём.

Влияние  $q_{зак}$  даст значительное снижение несущей способности уже при:

$$q_{зак} > 0,1 \sigma_{пр.сж}, \quad (3)$$

Известно, что консольная плита (или балка) полностью теряет свою несущую способность при:

$$q_{зак} > 0,8 \sigma_{пр.сж}, \quad (4)$$

Где  $\sigma_{пр.сж}$  – предел прочности на сжатие, МПа.

Отрицательные значения  $L_i$  полученные в результате расчёта по формуле (2) могут указывать на следующие обстоятельства:

1. Слой, принимаемый на основании геологического разреза за основную кровлю, в действительности ею не является и в данных условиях не обладает достаточной несущей способностью;

2. Значения параметров входящих в формулу (2), определены неверно [5].

Предлагается ориентировочную ширину целика определять по формуле:

$$b_{ор} = \frac{\gamma_{ср} H^2 \text{ctg} \delta + \sum_{i=1}^n P_i}{\xi \frac{\sigma_{пр.сж}}{n} - \gamma_{ср} H}, \quad (5)$$

Где  $\delta$  – угол обрушений (разломов),  $\delta = (50 \div 70)^\circ$ ;  $\xi$  – коэффициент ползучести при сжатии (1,2-1,5);  $\gamma_{ср}$  – средний объёмный вес налегающих пород т/м<sup>3</sup>;  $H$  – глубина отработки м. [5].

Для получения реальной величины нагрузки от зависающих консолей пород основной кровли, возникающей в месте взаимовлияния демонтажной камеры и целика, предлагается учитывать ее по грузовой площади. То есть, расчет уточненных параметров предохранительного целика у границы отработки выемочного столба, должен учитывать нагрузку от зависающих консолей, рассчитанную по эмпирической кривой типа:

$$y = ax^2 + bx - c, \quad (6)$$

где  $x$  – длина активного взаимовлияния демонтажной камеры и предохранительно целика,  $c$  – мощность пласта,  $a$ ,  $b$  – коэффициенты определяющие параметры кривой грузовой площади, которая рассчитывается по определенному интегралу:

$$S_{\pi} = \int_0^{l/2} [(ax^2 + bx - c) - x] \cdot dx, \quad (7)$$

Таблица 1. Сравнительная оценка параметров предохранительных целиков в уклонном поле 18-2 пласта «Толмачёвский» по плану шахты и по модели А. А. Борисова

Table 1 Comparative estimation of protective pillars parameters in the dip-working panel 18-2 of Seam "Tolmachyovsky" in accordance with the mine plan and A. A. Borisov's model

1	2	3	4	5	6
Между ДК 18-6 и 18-2 <sup>вент.</sup> вентиляционным уклоном	1°	6°	384	30	34,02356357
Между ДК 18-8 и 18-2 <sup>вент.</sup> вент. уклоном	1°	6°	417	40	40,60465679
Между ДК 18-10 и 18-2 <sup>вент.</sup> вент. уклоном	1°	6°	457	50	48,09069487
Между ДК 18-27 и 18-2 <sup>путевым</sup> путевым уклоном	1°	12°	436	100	45,8984869
Между ДК 18-29 и 18-2 <sup>путевым</sup> путевым уклоном	1°	10°	436	100	45,73538907
Между ДК 18-31 и 18-2 <sup>путевым</sup> путевым уклоном	1°	12°	466	110-125	52,731095

Примечание: 1 - Местонахождение целика; 2 - Угол наклона пласта по простиранию, град; 3 - Максимальный угол падения пласта, град; 4 - Глубина заложения от поверхности, м; 5 - Ширина принятая шахтой в плане, м; 6 - Ширина, рассчитанная по модели А. А. Борисова с уточнением параметров целика, м

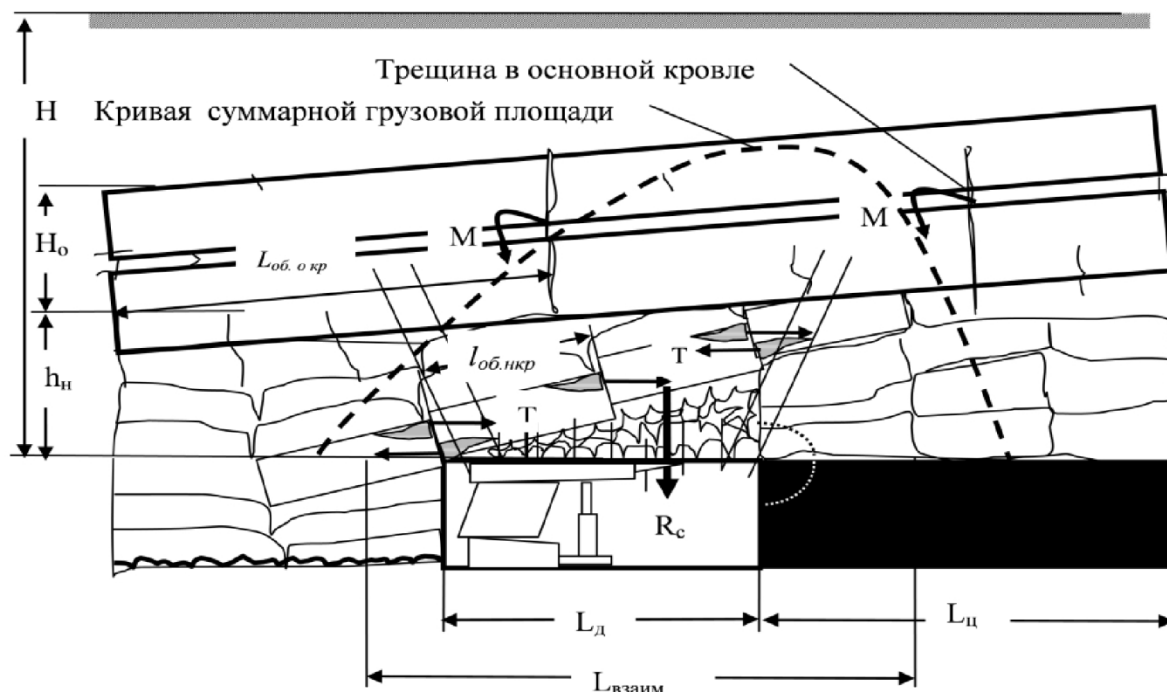


Рис. 1. Общий случай формирования опорного давления в системе «завал - демонтажная камера – предохранительный целик» при соотношении между длиной шага обрушения основной кровли и пролетом демонтажной камеры  $L_{об.}: L_{д.к.} \geq 0,3 - 0,5$  (9) (вертикальный разрез по простиранию пласта)

Fig. 1 The general case of abutment pressure formation in the system «gob - dismantling chamber - protective pillar» at a relationship between the length of the main roof caving increment and the dismantling chamber span  $L_{col.}: L_{d.ch.} \geq 0,3 - 0,5$  (9) (a vertical section on the strike of the seam)

Для повышения достоверности результатов, предлагается производить более точный расчет характера распределения нагрузки на целик по

формуле (5). Сравнительная оценка параметров предохранительных целиков в уклонном поле 18-2 пласта «Толмачёвский» по различным методам

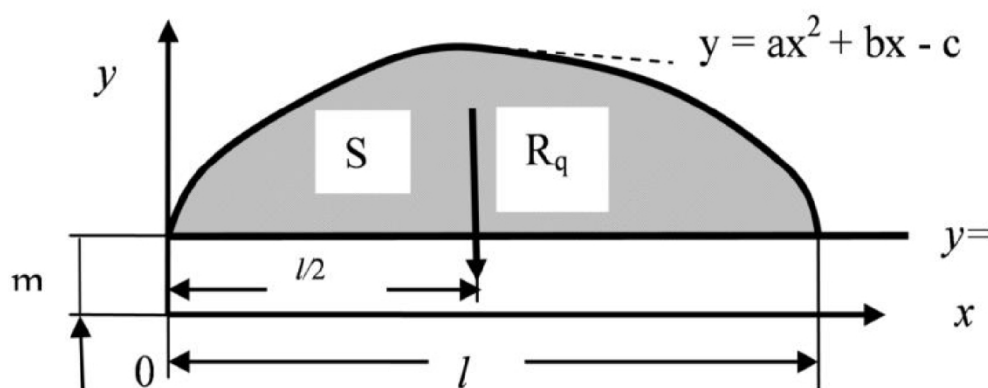


Рис. 2. Кривая грузовой площади  $y=ax^2+bx-c$  (6) в зоне влияния опорного давления от очистного забоя, при формировании им демонтажной камеры у предохранительного целика, при мощности пласта  $m$

Fig. 2. Curve of the loading area  $y=ax^2+bx-c$  (6) in the zone of abutment pressure impact from the production face when it is used to form the dismantling chamber by a protective pillar, at seam thickness  $m$

приведена в табл. 1.

В западной части уклонного поля 18-2 пласта Толмачёвский, наблюдается совпадение по ряду параметров целиков. Эти параметры шахтой были определены по оригинальным материалам исследований [9]. При этом расчетная глубина расположения выработки принята  $H_p = 500$  м, при минимальном расчетном сопротивлении пород сжатию на контуре выработки с жесткой крепью  $R_c = 20$  МПа. В итоге ширина угольных целиков, при углах до  $35^\circ$  и среднеобрушающихся породах основной кровли составила 110 м. Шахтой же ширина целиков, расположенных на глубине 500 м, принята равной 125 м. Тем не менее, даже при увеличенных размерах целиков, имелись проблемы по управлению горным давлением. Для разработки мер по его снижению были проведены натурные исследования в действующем очистном забое, с целью определения действительного шага обрушения основной кровли.

Исходя из этого, в работе рассмотрены возможные варианты соотношения шага обрушения активной кровли и ширины демонтажной камеры на границе с предохранительным целиком в привязке к конкретным горно-геологическим условиям. Уточнение эпюры распределения нагрузки для характерных случаев, выполняется с учетом соотношения размеров краевой зоны и ширины целика, которое может быть:

$$b > b_{кр.}, b \gg b_{кр.}, b = 2b_{кр.}, b < b_{кр.} \quad (8)$$

В процессе рассмотрения решается задача по определению  $R_c$  – равнодействующей силы давления у границы отработки выемочного столба с учетом активной зоны воздействия слоев непосредственной и основной кровли. Эпюра фактического давления может иметь три характерные конфигурации в зависимости от длины шага обрушения основной кровли и его соотношения с пролетом демонтажной камеры. Ширину демон-

тажной камеры предлагается считать константой ( $L_{дк} = 1050 \text{ мм} \times 7 \approx 7,4$  м). Рассмотрим в соответствии с (8) три основных случая (рис. 1-3).

$R_c$  – равнодействующая силы давления с учетом активной зоны воздействия слоев непосредственной и основной кровли,  $T$  – горизонтальные силы распора блоков непосредственной кровли

Основная задача это определение  $R_c$ . Решение данной задачи требует определения параметров уравнения суммарной грузовой площади (6), которое в соотношении (9) (рис. 1) в графическом выражении имеет форму параболы. Схема расчета приведена на рис. 2.

Согласно рис. 2 равнодействующая нагрузка  $R_q$  будет равна:

$$R_q = \gamma S_{\Pi} \quad (10)$$

Площадь  $S_{\Pi}$  может быть вычислена с помощью определенного интеграла:

$$S_{\Pi} = \int_0^{l/2} (ax^2 + bx - c) \cdot dx, \quad (11)$$

Максимальный изгибающий момент в точке, отстоящей на расстоянии  $l$  от уступа в зоне влияния очистного забоя, при формировании им демонтажной камеры, и предохранительного целика определится из выражения:

$$M(x) = -R_q \cdot l \quad (12)$$

Следует отметить, что эмпирические параболы грузовой площади в зависимости от конкретных горно-геологических свойств кровли и конкретных размеров камер и целиков, будут иметь различные формы и параметры. Их построение рекомендуется осуществлять на основании геологического разреза, выполненного для конкретных условий.

Для второго случая,  $R_c$  при увеличении опорного давления в боковых зонах демонтажной камеры, будет иметь форму грузовой кривой, при этом длина шага обрушения основной кровли с пролетом демонтажной камеры находится в соот-



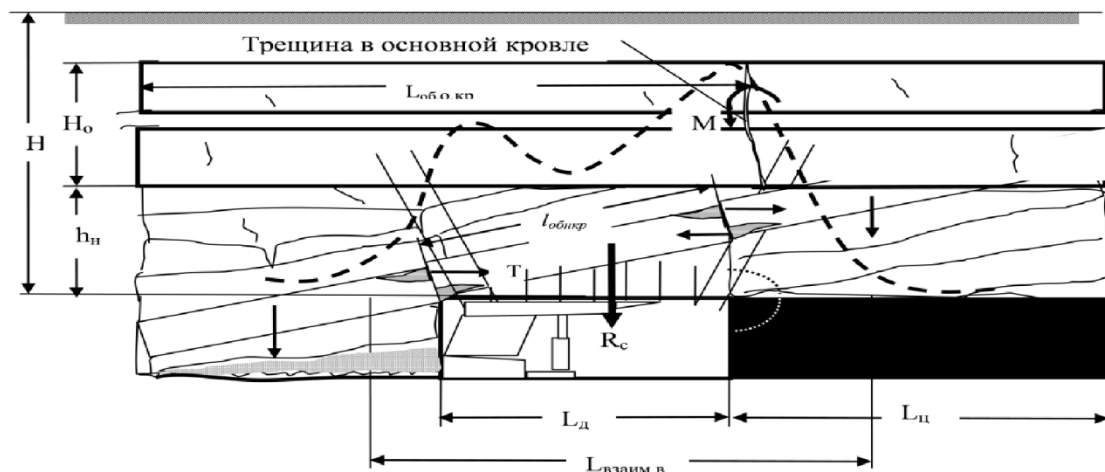


Рис. 3. Общий случай формирования опорного давления в системе «завал - демонтажная камера - предохранительный целик» при соотношении длины шага обрушения основной кровли и пролета демонтажной камеры  $L_{об.}:L_{д.к.} \leq 1$

Fig. 3. The general case of abutment pressure formation in the system «gob - dismantling chamber - protective pillar» at a relationship between the length of the main roof caving increment and the dismantling chamber span  $L_{col.}:L_{d.ch.} \leq 1$

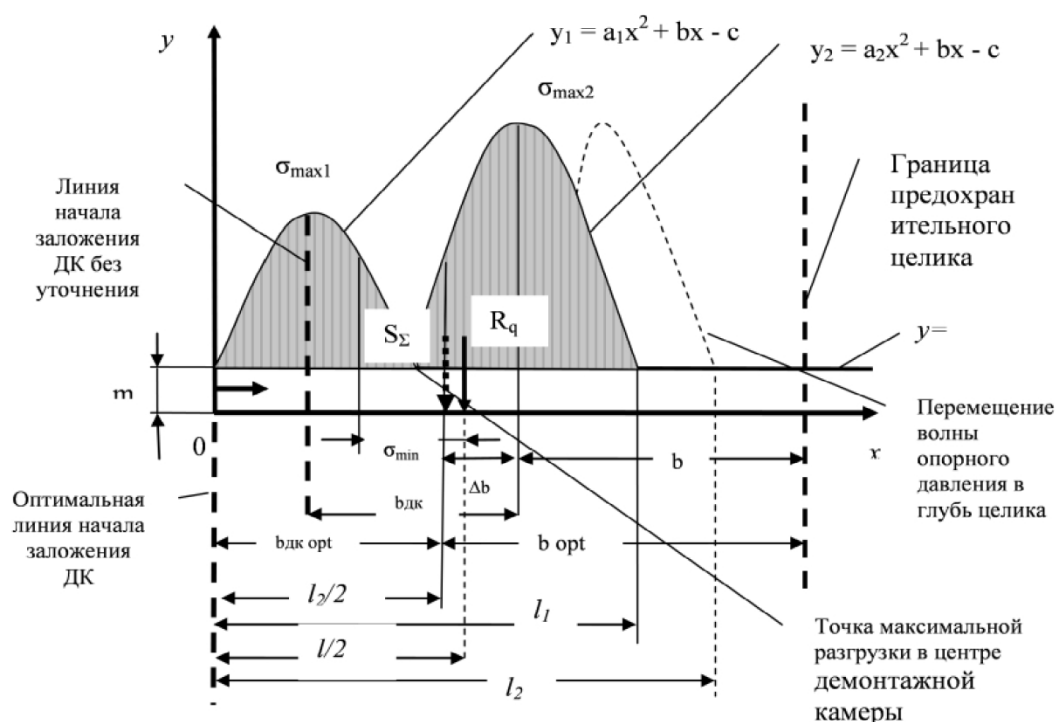


Рис. 4. Грузовая площадь, сформированная путём суммирования двух площадей, ограниченных параболлами  $y_1 = a_1x^2 + bx - c$  (14),  $y_2 = a_2x^2 + bx - c$  (15) и уравнением мощности пласта  $y = m$ , в зоне влияния опорного давления от очистного забоя, при формировании им демонтажной камеры у предохранительного целика

Fig. 4. The loading area generated by summation of two areas, restricted by parabolas  $y_1 = a_1x^2 + bx - c$  (14),  $y_2 = a_2x^2 + bx - c$  (15) and the seam thickness equation  $y = m$ , in the zone of abutment pressure impact from the production face when it forms the dismantling chamber near a protective pillar

ношении  $L_{об.}:L_{д.к.} \leq 1$  (13). Кривая суммарной грузовой площади, будет представлять из себя две параболлы. Их построение начинается с точки по оси ординат, соответствующей по значению мощности пласта (постоянная  $c$ ) (рис. 3).

Схема расчета грузовой площади приведена

на рис. 4.

Согласно рис. 4 равнодействующая нагрузка  $R_q$  в точке  $x = \frac{l}{2}$  будет смещена, поскольку возникают неравномерные нагрузки по линиям завал - демонтажная камера и демонтажная камера-целик.

Её величина в этой точке может быть определена по формуле:  $R_q = \gamma S_x$ , (16). Причём на кромке последнего возникают большие нагрузки от опорного давления. Перемещение максимума опорного давления к центру целика обеспечивается порядком формирования и определением места заложения демонтажной камеры, соотношением шага обрушения и ширины демонтажной камеры, а также увеличением ширины целика. Кроме того необходимо учитывать, что процессы сдвижений активной кровли и прироста нагрузки на целик в момент оформления демонтажной камеры не являются мгновенными. Исследования показывают, что для уменьшения отрицательного влияния опорного давления на состояние кровли демонтажной камеры и целика, связанного с перемещением максимума опорного давления к центру целика, происходящего в момент оформления демонтажной камеры, необходимо регулировать скорость подвигания очистного забоя в эффективных пределах.

Суммарная площадь  $S_x$  определится по сумме определенных интегралов от эмпирических кривых, где  $c$  – равна мощности пласта:

$$S_x = \int_0^{l/2} (a_1 x^2 + bx - c) \cdot dx + \int_0^{l/2} (a_2 x^2 + bx - c) \cdot dx \quad (17)$$

В данном случае границы уклона рассматриваются как постоянная величина. Поэтому линей-

ные длины в системе завал – демонтажная камера – целик, уменьшаются на  $\Delta b$ . Следовательно, принимаемое в данном случае плечо равнодействующей  $l_2$  – будет меньше на  $\Delta b/2$ .

В этом случае, изгибающий момент от зависших консолей в месте заложения демонтажной камеры, отстоящей на расстоянии  $b_{opt}$  (оптимальной ширины целика) от уклона, в зоне влияния демонтажной камеры и предохранительного целика будет меньше и определится из выражения:

$$M(x) = -R_q \cdot l_2 \quad (18)$$

Для третьего случая формирования опорного давления в системе «завал - демонтажная камера – предохранительный целик» при соотношении длины шага обрушения основной кровли и пролета демонтажной камеры  $L_{об.к.} : L_{д.к.} \geq 1$  (19), форма суммарного опорного давления имеет вид, см. рис. 5 (разрез по простиранию пласта).

В данном случае эмпирическая кривая также может быть выражена уравнением  $y = ax^2 + bx - c$  (6). Однако, при этом длина консоли обрушающихся пород основной кровли будет значительно больше. Консоль будет зависеть над всей демонтажной камерой и одним концом опираться на породы завала, а другой защемляется в породах основной кровли. Поэтому основная зона взаимовлияния определяется длиной шага обрушения основной кровли, который составляет, как мини-

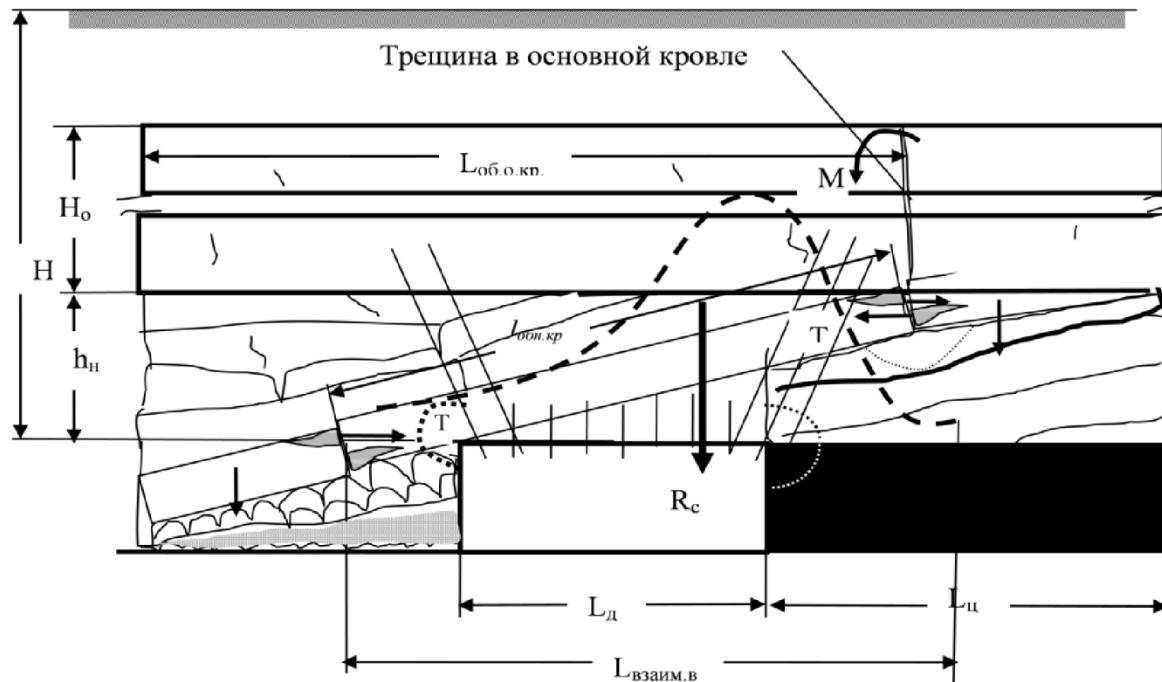


Рис. 5. Общий случай формирования опорного давления в системе «завал - демонтажная камера – предохранительный целик» при соотношении длины шага обрушения основной кровли и пролета демонтажной камеры  $L_{об.к.} : L_{д.к.} \geq 1$

Fig. 5. The general case of abutment pressure formation in the system «gob - dismantling chamber - protective pillar» at a relationship between the length of the main roof caving increment and the dismantling chamber span  $L_{col.} : L_{d.ch.} \geq 1$

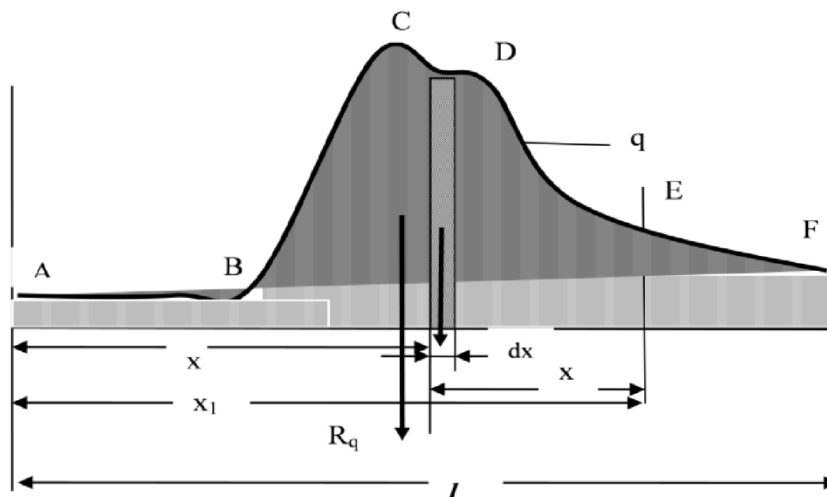


Рис. 6. Схема поперечных сил и эпюра моментов для плиты размером  $l$  при неравномерном распределении сил давления  $q$  в зоне повышенных напряжений при формировании демонтажной камеры очистным забоем

Fig. 6. The scheme of lateral forces and moment curve for a plate of size  $l$  at non-uniform distribution of pressure forces  $q$  in a zone of increased stresses at formation of the dismantling chamber by a production face

мум, 20 м, а высота грузовой кривой определяется мощностью основной кровли см. (рис. 5). Зависшая плита из пород основной кровли, опирающаяся в завале на обрушенные породы непосредственной кровли, создаёт неравномерную нагрузку по кривой суммарного опорного давления. Схема поперечных сил  $Q(x)$  и эпюра изгибающих моментов  $M(x)$  для плиты размером  $l$  при неравномерном распределении сил давления  $q$  в зоне повышенных напряжений при формировании демонтажной камеры очистным забоем приведена на рис. 6.

Здесь кривая A-B-C-D-F, показывает закономерность изменения  $q(x)$  и называется грузовой линией [5], а площадь ограниченная этой кривой носит название грузовой площади. Изгибающий момент в том же сечении может быть вычислен по формуле:

$$M(x_1) = -R_q \cdot x_r \quad (20)$$

Согласно [12], изгибающий момент от неравномерно распределенной нагрузки равен грузовой площади лежащей по одну сторону от сечения, умноженной на расстояние от центра тяжести этой площади, до рассматриваемого сечения (плечо равнодействующей).

Равнодействующая нагрузка  $R_q$  в точке  $x = l/2$  в данном случае может быть рассчитана по формуле (10), а площадь  $S_n$  по определённому интегралу (7).

Максимальный изгибающий момент в точке, отстоящей на расстоянии  $(l - \frac{\Delta b}{2})$  от уклона, находящейся в зоне влияния демонтажной камеры и предохранительного целика, определится по формуле (12).

В итоге, используя натурные исследования, инструментальные измерения и теорию волнооб-

разного распространения опорного давления впереди очистного забоя, по эмпирическим кривым грузовой площади от зависающих консолей - можно определить действительный шаг обрушения основной кровли и суммарное опорное давление в системе: «завал - демонтажная камера - предохранительный целик». На базе полученных результатов исследований с учётом параметров опорного давления, нормативных размеров предохранительных целиков, размеров демонтажной камеры был разработан алгоритм выбора оптимального места заложения демонтажной камеры при формировании её очистным забоем (Рис.7).

Форма расчёта оптимальной ширины предохранительного целика у границы отработки выемочного столба при формировании демонтажной камеры очистным забоем с использованием предлагаемого метода приведены в табл. 2.

### Выводы

1. Снижение опорного давления в месте заложения демонтажной камеры достигается повышением скорости подвигания очистного забоя в момент формирования демонтажной камеры в привязке к конкретным параметрам - мощности основной кровли и шагу ее обрушения.

2. Определение шага обрушения основной кровли и максимальных изгибающих моментов, возникающих у границы предохранительного целика в системе: «завал - демонтажная камера - предохранительный целик», должно осуществляться с учётом величины опорного давления, прочности предохранительного целика и его ширины.

3. При формировании демонтажной камеры очистным забоем определение оптимального места её заложения необходимо производить с учё-

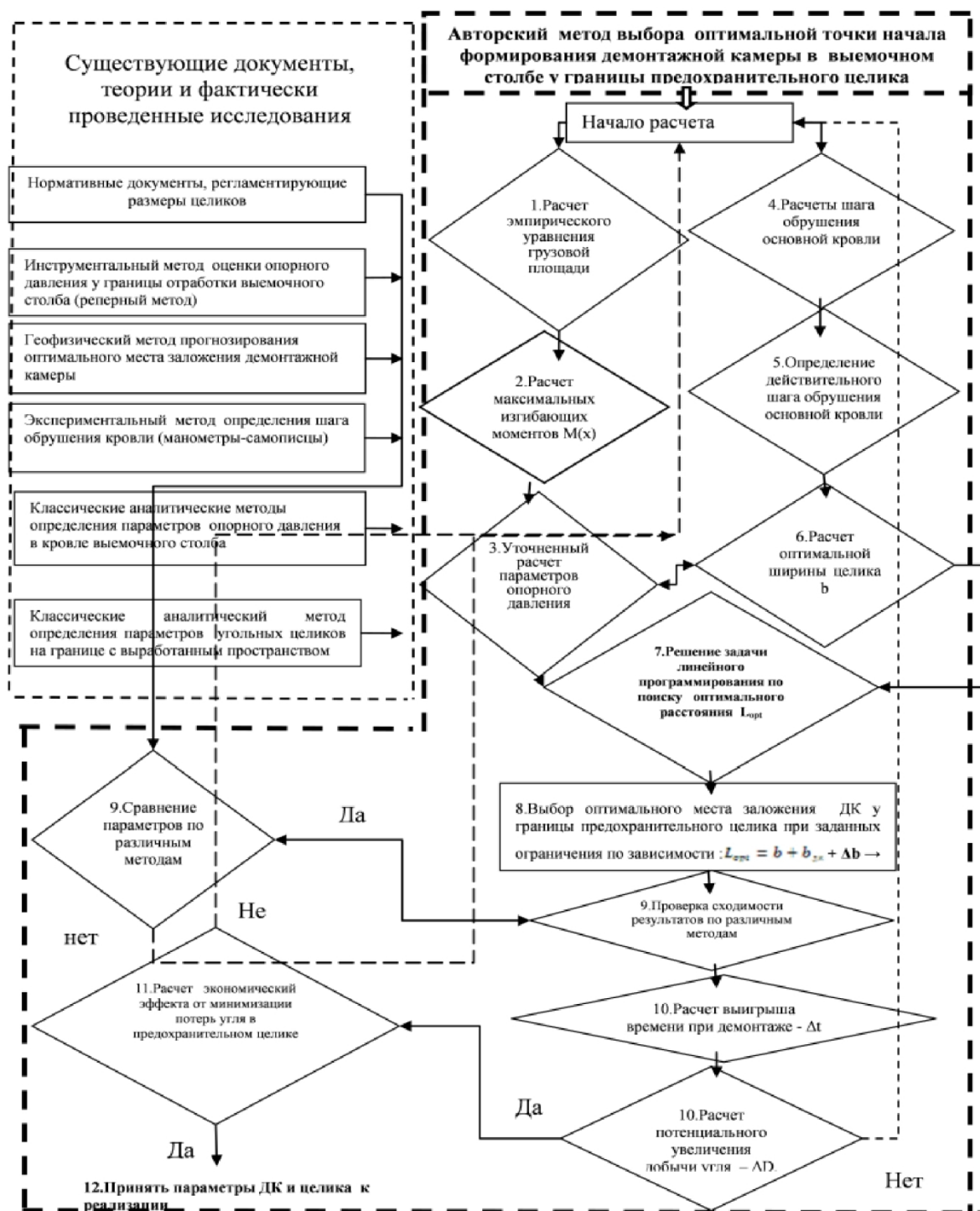


Рис. 7. Алгоритм выбора оптимального места заложения демонтажной камеры при формировании её очистным забоем

Fig. 7. Algorithm for selection of an optimum location of the dismantling chamber when it is formed by a production face

том повышения устойчивости камеры и предохранительного целика.

4. Аналитико-логическая форма расчёта оптимального увеличения ширины целика с целью повышения его прочности служит основой для успешной реализации технологии формирования

демонтажной камеры с помощью очистного забоя.

Таблица 2. Форма расчёта оптимального увеличения ширины целика  
Table 2. Form of calculation of an optimum increase in the width of a pillar

1	2	3	4	5
$\begin{cases} \Delta b_1 \rightarrow opt \\ \Delta b_2 \rightarrow opt \\ \Delta b_3 \rightarrow opt \end{cases} \rightarrow \Delta b_{opt}$ $\Delta b_{opt} \rightarrow L_{opt}$ $L_{opt} = b + b_{д.к.} + \Delta b_{opt} \rightarrow opt$	$\begin{cases} S_{p_1} \rightarrow opt \\ S_{p_2} \rightarrow opt \\ S_{p_3} \rightarrow opt \end{cases} \rightarrow S_{p\ opt}$	$\Delta t = T - t$	$\Delta D = \Delta t \cdot D$	$\Delta P = \Delta D \cdot p$

1- Увеличение эффективной длины предохранительного целика, м,  $\Delta b$ ; 2- Увеличение прочности целика,  $\Delta S_p$ ; 3- Сокращение простоев на ликвидацию обрушений,  $\Delta t$ , сутки; 4- Увеличение косвенной добычи от сокращения простоев,  $\Delta D$ , т; 5- Экономический эффект от рационального увеличения длины предохранительного целика,  $\Delta P$ , руб.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указания по управлению горным в очистных забоях под (над) целиками и краевыми частями при разработке свиты пластов мощностью до 3,5м и с углом падения до 35°. Ленинград : ВНИМИ, 1984. – 59 с.
2. Черняк, И.Л. Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт / И. Л. Черняк, Ю. И. Бурчаков – М. : Недра, 1984. – 304 с.
3. Слесарев В. Д. Определение оптимальных размеров целиков различного назначения – М. : Углетехиздат, 1948.
4. Бублик, Ф.П. К вопросу определения нагрузки на предохранительные и барьерные целики / Ф. П. Бублик, Г. А. Иванов, А. В. Плахов // Уголь. 1974. – № 2. – С. 3-5.
5. Борисов, А.А. Механика горных пород и массивов. – М. : Недра, 1980. – 360 с.
6. Цымбаревич П.М. Механика горных пород. М. : Углетехиздат. 1948.
7. Геомеханика / П. В. Егоров, Г. Г. Штумпф, А. А. Ренев [и др.] // Государственное учреждение Кузбасский государственный технический университет. - Кемерово. 2002. – 339 с.
8. Гмошинский В.Г. Горное давление на пологий угольный пласт в окрестности выработок. Уголь, 1957, № 6. – С 16-23.
9. Торро В.О. Опыт отработки мощных пологих пластов в Кузбассе / В.О. Торро, В.А. Ремезов и др. // Кемерово. ООО «ОФСЕТ» 2015. - 898с.
10. Горное давление. Его проявления при ведении горных работ в массиве горных пород / А. В. Ремезов, И. К. Костинцев, В. Г. Харитонов, Н. В. Рябков, А. И. Жаров, В. В. Климов, И. Л. Харитонов, С. В. Новоселов / Кемерово. - 2013. – 681 с.
11. Ремезов А.В. Исследования проявления горного давления при работе спаренных лав на шахте «Октябрьская» ПО «Ленинскуголь» / А.В. Ремезов, Ю.Г. Зельцер, А.М. Бонин // Совершенствование технологии отработки угольных месторождений Кузбасса: Сб. науч. тр. / Ассоциация «Кузбассуглетехнология». – Кемерово, 1991. – С. 108-115.
12. Беляев, А.М. Сопротивление материалов. – М. : Недра, 1965. – 856 с.
13. Oskar Jacobi. Praxis der Gebirgsbeherrschung – Verlag Gluckauf GmbH, Essen, 1981. – 568 s.
14. Leonhardt J. Vorlaufige Richtlinien zur Anwendung des Prallhammers. – Mitt. Aus dem Markscheidewesen, 1965, Bd. 72, S. 127 – 139.
15. Knissel W., Linzig H. J. Verlegung der Abbaustrecken druckentlastete Zonen. Steinkohlenbergwerk der Zukunft. – Essen, Bergbau-Forschung, 1977.

## REFERENCES

1. Directions for to management mountain in breakage faces under (over) pillars and regional parts by working out of retinue of seams by power to 3,5m and with an angle of incidence to 35 °. Leningrad: LISTEN, 1984. - 59 p.

2. Chernjak, I.L. management a rock pressure in development openings of deep pits / I. L. Chernjak, Ju. I. Burchakov - M: Bowels, 1984. - 304 p.
3. Slesarev V. D. Definition of optimum sizes it is whole of different function - M: Ugletehizdat, 1948.
4. Bublik, F. P. To a question of definition of loading on safety and barrier pillars / F. P. Bublik, G.A.Ivanov, A. V.Plahov//Coal. 1974. - № 2. – p. 3-5.
5. Borisov, A. A. Rock mechanics and files. - M: Bowels, 1980. - 360 p.
6. Cimbarevith P. M. Mechanics rock. M: Ugletehizdat. 1948.
7. Geomechanics / P. V. Egorov, G. G. Shtumpf, A. A. Renev [etc.] // Official body the Kuzbass state technical university. - Kemerovo. 2002. - 339 p.
8. Gmshinsky V. G. Rock pressure on a flat coal seam in a neighbourhood of developments. Coal, 1957, № 6. - P 16-23.
9. Toppo V. O. Opyt of working off of powerful flat seams in Kuzbas / V.O.Torro, V.A.Remezov, etc.//Kemerovo. Open Company "OFFSET" 2015. – 898 p.
10. A rock pressure. Its developing processes at conducting mountain works in a rock mass / A. V. Remezov, I. K. Kostinets, V. G. Haritonov, N. V. Rjabkov, A. I. Zharov, V. V. Klimov, I. L. Haritonov, S. V. Novoselov / Kemerovo. - 2013. - 681 p.
11. Remezov A.V. Research of a rock pressure manifestation at work of the paired walls on pit «October ON» «Leninskugol» / A. V. Remezov, JU. G. Zeltzer, A. M. Bonin//Perfection of production engineering of working off of coal deposits of Kuzbas: Сб. науч. тр. / Association « Kuzbassugletesnologija» . - Kemerovo, 1991. - P. 108-115.
12. Beljaev A. M. Resistance of materials. - M: Bowels, 1965. - 856 p.
13. Oskar Jacobi. Practice Gebirgsbeherrschung - Verlag Gluckauf GmbH, meal, in 1981. - 568 p.
14. Leonhardt J. Vorlaufige Richtlinein to a rock bump explanation. - Mitt. From mine surveying, in 1965, т. 72, p. 127 - 139.
15. Knissel watt., Linzig C.Dzhoul. A lining of extraction galleries drukentlastete zones. Steinkohlenbergwerk the future. - meal, mineral industry research, in 1977.

Поступило в редакцию 22.08.2018

Received 22 August 2018