

**The originality.** The developed models of filtration and heat-transfer have become the research basic instrument since they reflect thermodynamical processes of a geocirculating system providing both warming and conditioning of industrial and civic buildings at the expense of summer heat and winter cold preserved within the disturbed water-bearing rocks.

**Practical implications.** Thus, geotechnical modulus has been substantiated. The modulus provides efficient development of thermal resource of the flooded mine while intaking pumping water from different levels for heat and cold supply of buildings depending upon outdoor temperature as well as its periodical activation by means of underground combustion of residual coal.

*Key words:* coal deposits, disturbed massif, submerged mine, thermal energy, geotechnology.

УДК 622.235:622.271

© А.А. Скачков, С.А. Жуков

## АДАПТАЦИЯ МЕТОДА КОНФОРМНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ К ЗАДАЧАМ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЭНЕРГОНАСЫЩЕНИЯ МАССИВА ПОРОДКОМБИНИРОВАННЫМИ СКВАЖИННЫМИ ЗАРЯДАМИ

© A. Skachkov, S. Zhukov

### ADAPTATION OF THE CONFORMAL MAPPINGS METHOD TO THE TASKS OF DIFFERENTIATED ENERGY SATURATION OF THE ROCK MASSIF BY COMBINED BOREHOLE CHARGES

**Цель исследования** – анализ возможности и перспектив адаптации методов конформных отображений функции комплексного переменного для установления закономерностей пространственной концентрации взрывной энергии в массиве скальных пород сложной структуры в зависимости от конструкции скважинного заряда и условий его взрывания; оценка влияния на действие взрыва разработанных авторских решений по конструкции скважинных зарядов для формирования направленных зон взрывных напряжений в массивах с целью создания дополнительных отражающих волны щелей.

**Методически** определение состояния твердой среды после взрыва в ней заряда ВВ определялось, исходя из уравнений Лапласа. Для решения плоских задач при этом использовались апробированные методы конформных отображений функции комплексного переменного, а также методы аналитических расчетов и геометрических построений; обоснование механизма формирования в анизотропной кристаллической среде концентраторов напряжений с применением пространственно-математических методов решения задач и сравнительной оценки их результатов.

**Результаты исследований.** Анализируется метод конформных отображений функции комплексного переменного на пригодность его для условий использования в карьере зарядов авторской конструкции. Обосновывается принцип реализации данной адаптации для формирования сети взрывных скважин. Выявлены особенности формирования контуров в массиве горных пород максимально и минимально напряженных зон вокруг скважинных зарядов в зависимости от конструкции последних и свойств среды в условиях авторской идеи симметричного подрыва породного массива, дифференцированно насыщенного взрывом.

**Научная новизна** заключается в авторской интерпретации механизма развития разрушения кристаллической среды вокруг скважинного заряда методом конформных отображений функции комплексного переменного и адаптационной модификации данного метода.

**Практическое значение** исследования заключается в разработке нового способа и расширении методических возможностей определения рациональных параметров взрывания ним скальных пород сложной структуры, что снижает удельные затраты взрывчатых материалов.

**Ключевые слова:** породный массив, взрывное разрушение, скважинный заряд, анизотропия пород, конформные отображения.

**Введение.** Несмотря на многочисленные научные исследования в Украине и других странах, посвященные эффективности буровзрывных работ (БВР), данную проблему решено далеко не полностью, поэтому задача поиска путей их совершенствования является весьма актуальной, так как соответствует сформулированным как **программа** «Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України 22.05.2015р. за напрямом енерго- та ресурсозбереження».

**Анализ последних исследований** по теории взрывного разрушения кристаллических массивов и практики БВР [1-3] показывает, что одним из наименее исследованных теоретически и нерешенных практически вопросов является формирование под действием взрыва напряженно-деформированного состояния краевой зоны уступа, что становится возможным путем дифференцированного энергонасыщения породного массива, в частности – способом создания реально работающих дополнительных отражающих упругие волны щелей и конструкций зарядов для этого [4].

**Постановка проблемы.** В связи с изложенным возникает необходимость в создании соответствующих разработанной конструкции заряда методов расчета его действия в разрушаемой среде, для чего сформулирована **идея** использования теории конформных отображений.

**Целями статьи** является анализ возможности и перспектив адаптации методов конформных отображений функции комплексного переменного для установления закономерностей пространственной концентрации взрывной энергии в массиве скальных пород сложной структуры в зависимости от конструкции скважинного заряда и условий его взрывания; оценка влияния на действие взрыва разработанных авторами конструкций зарядов для формирования направленных зон взрывных напряжений в массивах с целью создания дополнительных отражающих волны щелей.

**Изложение содержания исследования.** При разработанном способе необходимо осуществлять взрыв таким образом, чтобы его действие в направлении рядов было максимальным. Эта задача решается разными способами, одним из которых является отбойка блоков с применением линейных зарядов с ДШ, размещаемым в скважинах по линии формирования отражающей трещины. При этом нити ДШ располагаются в скважинах диаметрально противоположно, вплотную к стенкам, по линии ряда скважин, тогда детонационная волна, генерирующая ударную, достигая стенок, образует на них первичные трещины – концентраторы напряжений (рис. 1).

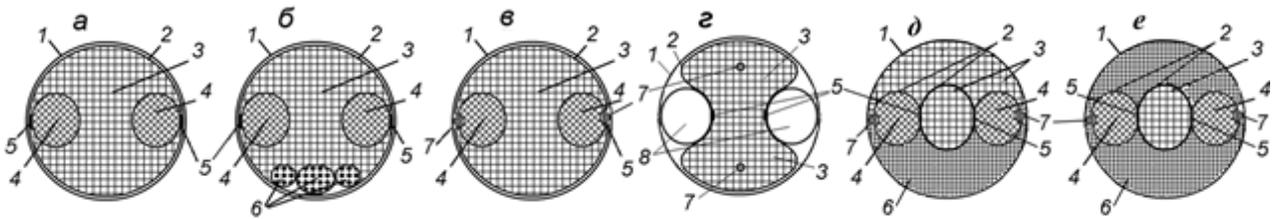


Рис. 1. Поперечное сечение скважинных зарядов парных рядов:

1 – скважина; 2 – полимерный рукав; 3– низкобризантный заряд; 4– линейные высокобризантные заряды; 5 – места пропайки рукава; 6 – инертные демпферы; 7– ДШ; 8 – воздушные образователи кумулятивных желобов

В связи с этим и был предложен способ дифференцированного энергонасыщения массива рядами комбинированных скважинных зарядов, которые, взаимодействуя между собой, формируют ориентированные определенным образом поля максимальных и минимальных напряжений в породе, обеспечивая щелеобразование между ними. Для определения закономерностей формирования полей напряжений при этом были выполнены соответствующие аналитические исследования.

Методически определение состояния твердой среды после взрыва в ней заряда ВВ определялось, исходя из уравнений Лапласа. Для решения плоских задач при этом можно воспользоваться хорошо апробированным методом конформных отображений функции комплексного переменного [5].

Изображая контуры заряда и свободной поверхности некоторыми линиями в плоскости  $Z$ , на которых потенциал принимает постоянные значения, подбираем аналитическую функцию  $F=f(z)=\psi(x,y)+i\varphi(x,y)$  комплексного переменного  $Z$  таким образом, чтобы  $\varphi(x,y)$  принимало заданное постоянное значение на поверхности заряда, а на свободной поверхности равнялось нулю. При таких условиях  $\varphi(x,y)$  можно принять за потенциал поля начальных скоростей, так как оно является гармонической функцией и удовлетворяет начальным условиям.

Аналитическая функция, отображающая исследуемую область  $Z$  на полосу  $0 \leq I_m \omega \leq \varphi_0$  плоскости  $\Phi$  и является комплексным потенциалом поля начальных скоростей. Решение задачи сводится к нахождению функции  $f(z)$ , отображающей исследуемую область плоскости  $Z$  на полосу плоскости  $\Phi$ .

Первоначально определяются линии равного потенциала и линии тока, когда величина вектора заданной скорости в каждой точке взрываемой среды будет равна модулю производной комплексного потенциала. Затем определяется плотность энергии в каждой точке среды с учетом ее плотности.

Применение метода конформных отображений позволяет определить зону разрушения среды в зависимости от конструкции, параметров заряда и его расположения относительно свободной поверхности. При этом рассматривается действие взрыва цилиндрического заряда, расположенного параллельно свободной поверхности [5-6].

Так как на свободной поверхности давление отсутствует, то значение потенциала на ней равно нулю. При таких граничных условиях нахождение комплексного потенциала сводится к нахождению отображающей функции заданной области  $Z$  на полосу  $0 \leq I_m \Phi \leq \varphi$  плоскости  $\Phi$ . Отображение должно осуществляться таким образом, чтобы контур заряда перешел в прямую  $I_m \Phi = \varphi_0$ , а контур свободной поверхности – в прямую  $I_m \Phi = 0$ . Для нахождения этой функции отображаем исследуемую область на круговое кольцо (рис. 2).

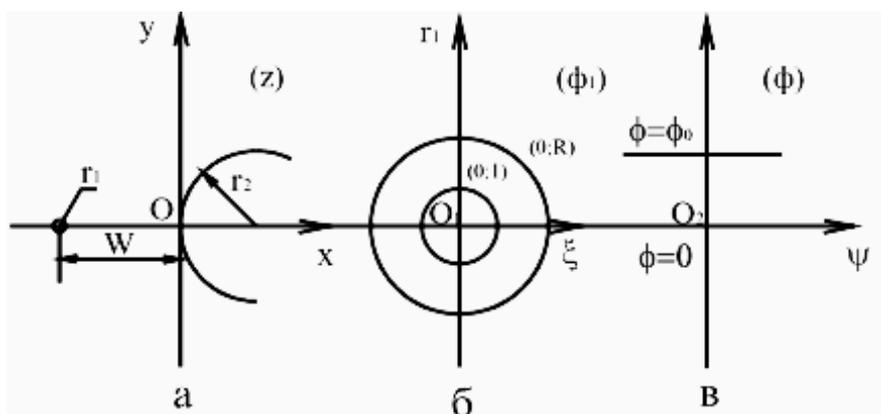


Рис. 2. Соответствие границ при конформном отображении:  
 а — исследуемая область; б — промежуточная область;  
 в — каноническая область

С учетом функции, осуществляющей это отображение, радиусов кольцевых областей и ЛНС, отображая круговое кольцо на полосу плоскости  $\Phi$ , получаем искомую функцию комплексного потенциала, исходя из которого, можно получить уравнение воронки разрушения, которое является уравнением овала Кассини. В зависимости от различных геометрических соотношений возможны следующие три случая: 1) зона разрушения имеет форму овала; 2) зона разрушения разделяется на две части (вблизи заряда и вблизи свободной поверхности); 3) взрыв заряда – камуфлетный.

Если свободная поверхность имеет форму плоскости, то уравнение воронки разрушения — овал Кассини с центром в начале координат. Используя это уравнение, можно получить формулу для определения величины нарушенности вглубь массива. Из анализа этих зависимостей следует, что определяемая зависимость – близка к линейной. С увеличением радиуса заряда резко возрастает степень и распространение зоны нарушенности породы вглубь массива. С удалением заряда от свободной поверхности нарушенность вглубь массива увеличивается, стремясь к постоянной величине.

Используя вышеприведенную методику, можно получить расчетную формулу для определения зависимости расстояния между зарядами от физико-механических свойств пород, ЛНС, типа ВВ и величины удельного заряда.

Для определения комплексного потенциала, т.е. функции, отображающей заданную область в плоскости  $Z$  на бесконечную полосу в плоскости  $\Phi$ , используют дополнительно ряд промежуточных областей  $D_1, D_2$  и  $D_3$  [6]. Отобра-

жение на промежуточные области может быть получено с помощью интеграла Шварца-Кристоффеля, применяя который аналогично для отображения области  $D_2$  на  $D_3$ , получаем окончательно искомый комплексный потенциал; принимая  $G=W$ , – комплексный потенциал от взрыва ряда зарядов.

Предполагая, что влияние соседних зарядов на величину потенциала на поверхности заряда – незначительно, интенсивность источника  $N_{ii}$  при взрывании ряда зарядов может быть принята равной интенсивности источника при взрывании одиночного заряда.

Экспериментально установлено, что максимальные сжимающие напряжения при мгновенном взрывании четырех зарядов, расположенных по углам квадрата, больше на 22-26%, а энергия импульса напряжений – на 53-62%, чем при взрыве одиночного заряда такой же мощности, причем дробление породы в призме не улучшается, а ухудшается. Следовательно, дробление хрупких сред определяется не только величиной максимальных сжимающих напряжений, но и характером напряженного состояния среды, которое создается режимом взрывного нагружения.

Интервал замедления между последовательно взрывающимися группами взаимодействия будет соответствовать времени  $t_p$  образования новой свободной поверхности по линии отражающей щели, которое может быть поставлено в зависимость от радиуса заряда, относительной величины ЛНС и коэффициента сближения зарядов. Из расчетов следует, что с уменьшением  $W$ , при прочих постоянных параметрах, время  $t_p$  резко уменьшается; с увеличением радиуса заряда  $r$  при  $W=\text{const}$  время разрушения возрастает пропорционально радиусу заряда  $r$ . Таким образом, может быть определен интервал замедления между последовательно взрывающимися зарядами взаимодействия.

В практике разработки месторождений линейные заряды (из ДШ в том числе) для направленного разрушения пород известны давно и применяются достаточно широко. Однако, применяются они в основном при шпуровой отбойке. Что касается применения их для направленного разрушения пород скважинными зарядами промышленных бризантных ВВ, то многие вопросы, касающиеся механизма взаимодействия таких зарядов с массивом пород и его разрушения остаются изученными недостаточно и требуют дальнейших исследований. В связи с этим, были выполнены аналитические исследования особенностей разрушения скальных пород скважинными зарядами, состоящими конструктивно из линейных зарядов, ориентированных вдоль образующих скважины, и основного заряда, заполняющего ее.

Для улучшения направленного действия зарядов ВВ на контуре скважины, по ее образующим, располагают нити ДШ. При этом размер заряда по дуге сечения скважины регулируется количеством нитей ДШ (рис. 3).

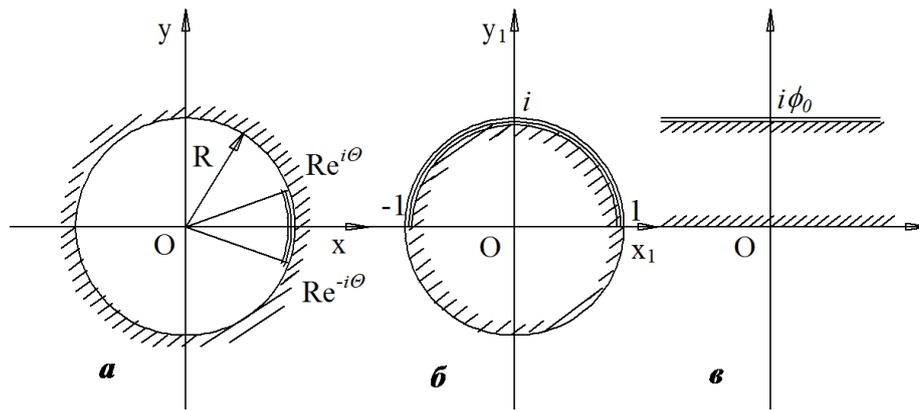


Рис. 3. Соответствие границ при конформном отображении заданной области на каноническую

В данной конструкции заряда назначение ДШ – создание концентраторов напряжений на стенках скважины и боковое инициирование основного заряда рыхления, заполняющего полость скважины. В качестве основного заряда целесообразно использовать низкобризантные чувствительные ВВ. В случае применения флегматизированных ВВ или инициирования основного заряда по отношению к контурным с микрозамедлением центрально расположенными нитями ДШ, нити, расположенные на контуре скважины, кроме создания концентраторов напряжений по ее образующим, могут уплотнять ВВ основного заряда и образовывать в нем линейные кумулятивные выемки.

Для исследования действия такого заряда решается несколько задач.

**Задача 1.** Рассматривается действие плоского линейного заряда на поверхности скважины (рис. 3, а).

Для исследования процессов, которыми сопровождается взрывание заряда, пользуемся моделью действия взрыва в твердой среде, разработанной профессором Власовым О.Е. [7]. В случае решения плоской задачи, применим метод конформных отображений.

Согласно разработанной методике, необходимо заданную область отобразить на полосу  $0 \leq I_m \omega \leq \varphi_0$  так, чтобы линия заряда перешла в линию  $I_m \omega = \varphi_0$ , а свободная поверхность – в линию  $I_m \omega = 0$ .

Сначала заданную область отобразим на внутренность круга при следующем соответствии точек (рис. 3,б):  $z_1 = Re^{-i\theta}$  при  $\omega = -1$ ;  $z_2 = Re$  при  $\omega = i$ ;  $z_3 = Re^{+i\theta}$  при  $\omega = 1$  (рис. 2, 3).

Это отображение можно осуществить с помощью дробно-рациональной функции

$$\frac{\omega - \omega_1}{\omega - \omega_3} \cdot \frac{\omega_2 - \omega_3}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{z - z_1}{z - z_3} \cdot \frac{z_2 - z_3}{z_2 - z_1}.$$

Подставляя в нее значения  $z_i, \omega_i$ , получим  $\omega = i(z - Rc_c)/(R - zC_c)$ , где  $C_c = (e^{i\theta} + i)/(ie^{i\theta} + 1)$ . Функция  $\omega = (\varphi_0/\pi) \ln[(z+1)/(z-1)]$  отображает единичный круг на полосу  $-\varphi_0/2 \leq I_m \omega \leq \varphi_0/2$ .

Тогда функция, отображающая заданную область на полосу (рис. 3,в), будет иметь вид  $\omega = (\varphi_0 / \pi) \ln \{ [-z(1+C_i)+R(i+C)]/[R(1+C_i)-z(C+i)] \}$ . Преобразовав эту функцию, получим значение комплексного потенциала

$$\omega = (\varphi_0 / \pi) \ln(Re^{i\theta} - z)/(R - ze^{i\theta}).$$

Первая производная комплексного потенциала имеет вид

$$\omega' = (2\varphi_0 iR \sin \theta) / \pi(R^2 - 2Rz \cos \theta + z^2).$$

Тогда плотность энергии в произвольной точке среды  $q(x,y) = \rho[\omega']^2/2$ .

Подставляя значения производной комплексного потенциала в эту формулу и преобразовав полученное выражение, получим

$$q(x,y) = (2\varphi_0^2 \rho R^2 \sin^2 \theta) / \pi^2 [(R^2 + x^2 - y^2 - 2Rx \cos \theta)^2 + 4y^2(x - R \cos \theta)^2].$$

При малых значениях угла  $\theta$  приближенно  $\sin \theta = \theta$ , а  $\cos \theta = 1$ , тогда последняя формула упрощается и приобретает вид

$$q(x,y) = (2\varphi_0^2 \rho R^2 \theta^2) / \pi^2 [(x - R)^2 + y^2]^2.$$

Полученные формулы позволяют определить зону разрушения накладным линейным зарядом из условия равенства плотности энергии и удельной работы разрушения:  $q(x,y) = \sigma_s^2 / 2E$ .

Преобразуем это уравнение к виду  $(x-y)^2 + y^2 = (2\varphi_0 R \theta \cdot \sqrt{\rho E / \pi \sigma_s})^2$ .

Полученное уравнение является уравнением окружности с центром в точке  $O_1$  и радиусом  $R_s$ , т.е.  $R_s = 2\varphi_0 R \theta \cdot \sqrt{\rho E / \pi \sigma_s}$ , где  $R_s$  – радиус зоны разрушения.

Так как  $R2tg \theta$  является шириной накладного заряда в поперечном сечении скважины, то радиус зоны разрушения – пропорционален его длине, величине потенциала  $\varphi_0$  и обратно пропорционален прочности породы.

**Задача 2.** Рассмотрим действие системы накладных линейных зарядов на поверхности скважины.

Для нахождения комплексного потенциала воспользуемся методом наложения. Определим величину модуля (первой производной) начальной скорости  $\omega' = f'(z) = (8\varphi_0 R^4 / \pi) [(i z^3 \sin 4\theta) / (R^8 - 2R^4 \cos 4\theta + z^8)]$ .

Уравнение зоны разрушения находим аналогично предыдущей задаче. В данном случае уравнение зоны разрушения имеет более сложный вид.

Правильность результатов аналитических исследований была подтверждена экспериментально. При этом следует заметить, что плотность энергии при взрывании системы линейных зарядов, расположенных диаметрально противоположно на стенках полости скважины, зависит от соотношения энергетических характеристик ВВ (особенно бризантности), акустических характеристик породы и диаметра скважины, так как названный показатель зависит от степени совпадения фаз волн, распространяющихся от зарядов и взаимодействующих между собой: они могут либо повышать ее, либо – погашать. В связи с этим представляется целесообразным в определенных случаях создавать микрозамедление во взрывании противоположно расположенных в скважине линейных зарядов.

**Задача 3.** Главной целью и результатом устройства и взрывания линейных накладных зарядов из ДШ является предварительное ослабление породы в заданных направлениях и образование начальных трещин – концентраторов на-

пряжений на стенках скважины. Рассмотрим взрыв скважинного заряда при наличии четырех (рис. 4, а) и двух (рис. 4, б) искусственно созданных центрально-симметричных трещин-концентраторов напряжений.

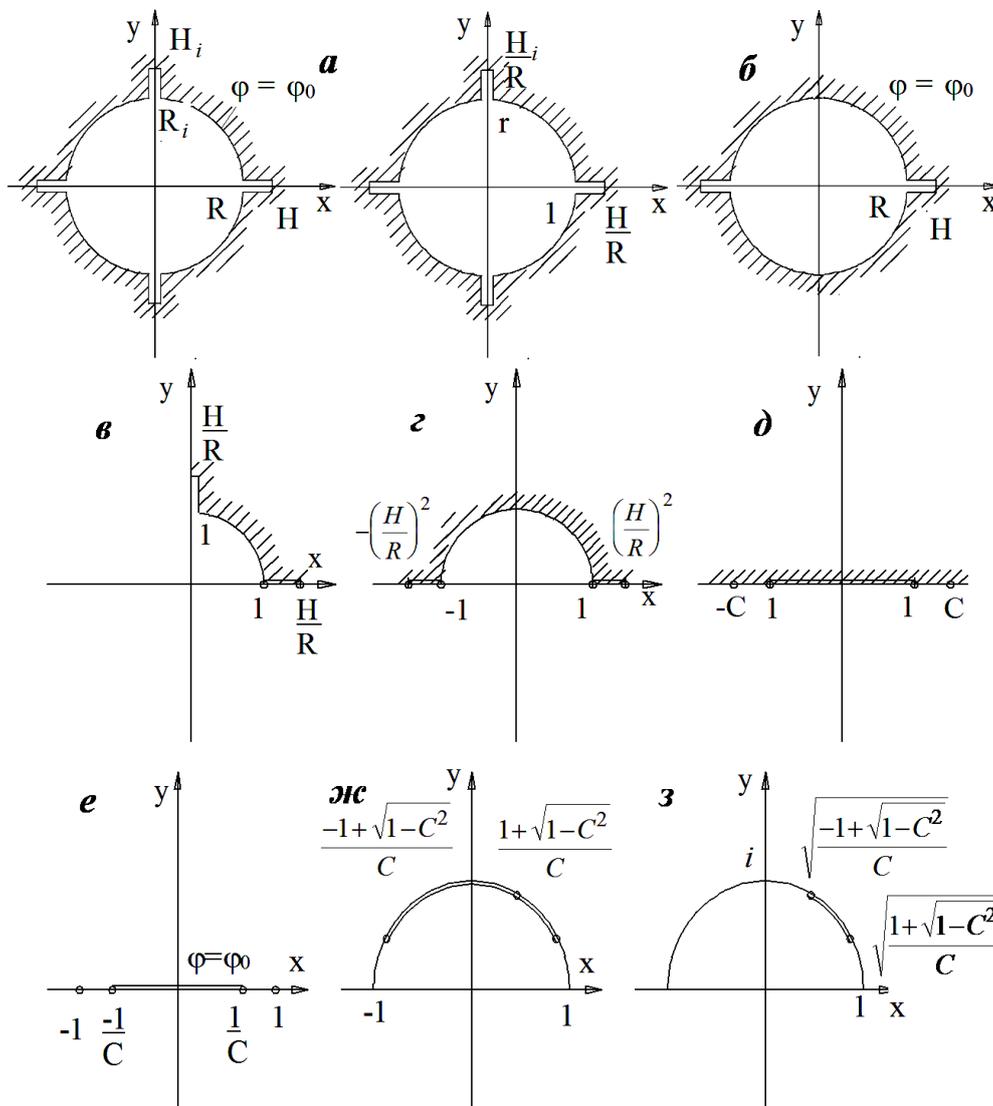


Рис. 4. Соответствие границ и последовательность конформных отображений заданной области на каноническую

Подставляя значения  $\omega_l$  вместо  $z$ , окончательно получим искомый комплексный потенциал, а для дальнейших исследований находим производную комплексного потенциала.

Определяем модуль производной комплексного потенциала вдоль оси  $Ox$

Подставляя значение производной в выражение плотности энергии, получим закон распределения плотности вдоль действительной оси  $Ox$ .

Если предположить, что трещины являются свободными поверхностями, то потенциал на поверхности трещины можно принять равным нулю ( $\varphi=0$ ). На поверхности скважины величина потенциала будет равна  $\varphi_0$ . Тогда решение задачи сводится к отображению внешнего контура круга с разрезами на полосу  $0 \leq I_m \omega \leq \varphi_0$ .

Для нахождения комплексного потенциала пользуемся свойством симметрии отображений. Сначала отображаем заданную область (рис. 4, а) на внешний контур единичного круга с разрезами. Это отображение осуществляется функцией  $z_1 = z/R$ .

Рассмотрим область, лежащую в первом квадранте (рис. 4, в). С помощью функции  $z_2 = z_1^2$  отображаем данную область на верхнюю полуплоскость с удаленным полукругом (рис. 4, г). Для отображения данной области на верхнюю полуплоскость пользуемся функцией Жуковского  $z_3 = (1/2)(z_2 + 1/z_2)$ . В этом случае полукруг переходит в отрезок  $[-1, 1]$ , а конец трещины переходит в точку  $C$  (рис. 4, д)  $C = (1/2) [(H/R)^2 + (R/H)^2]$ .

Отображаем с помощью дробно-рациональной функции рассматриваемую область на верхнюю полуплоскость так, чтобы линия заряда и трещин находилась на отрезке  $[-1, 1]$   $z_4 = z_3 / C$  (рис. 4, е).

Пользуемся обратной функцией Жуковского  $z_5 = z_4 + \sqrt{z_4 - 1}$ . Эта функция отображает верхнюю полуплоскость с удаленным полукругом (рис. 4, ж).

Полученную область отобразим на первый квадрант с помощью функции  $z_6 = \sqrt{z_5}$ . При этом окончания заряда переходят в точки  $-\sqrt{(-1 + \sqrt{1 - C^2})/C}$  и  $\sqrt{(1 + \sqrt{1 - C^2})/C}$ . Подставляя последовательно значения  $z_1, z_2, \dots, z_6$ , окончательно получаем функцию, отображающую заданную область (рис. 4, з).

На рис. 5 показан характер зависимости изменения плотности энергии от расстояния до конца трещины.

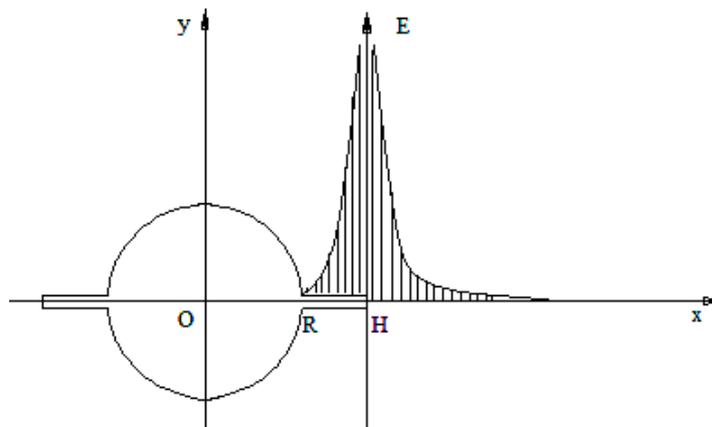


Рис. 5. Распределение плотности энергии вдоль действительной оси (OX)

**Выводы.** Анализируя приведенные выше исследования, можно утверждать возможность и целесообразность адаптации метода конформных отображений функции комплексного переменного для практического применения при обосновании способа дифференцированного взрывного нагружения породного массива с предварительным его разупрочнением и созданием отражающих волны щелей.

Известно, что концентрация энергии – максимальна на концах трещин и резко снижается с удалением от них, однако, наиболее существенным является то, что на характер возрастания напряжений (крутизну эпюр), а, следовательно,

и на характер разрушения породы, очень существенно влияет их пространственный и временной интервал развития, который, в свою очередь, определяет начальная форма концентраторов, с одной стороны, а с другой – динамика прилагаемых воздействий.

#### Перелік посилань

1. Фокин В.А., Тарасов Г.Е., Тогунов М.Б., Данилкин А.А., Шитов Ю.А. (2008). Совершенствование технологии буровзрывных работ на предельном контуре карьеров. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 224 с.
2. Бротанек И.и Вода Й. (1983). Контурное взрывание в горном деле и строительстве. М.: Недра. 144 с.
3. Матвейчук В.В., Чурсилов В.П. (2002). Взрывные работы. М.: Академический Проект. 384 с.
4. Скачков А.А., Жуков С.О. (2018). Конструктивний розвиток технології підривання порід свердловинними зарядами з диференційованим енергонасиченням масиву. Збірник наукових праць Національного гірничого університету, (53), 79-87.
5. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. (1972). Методы теории функций комплексного переменного. М.: Наука. 737 с.
6. Жуков С.А. (1999). Теоретические аспекты попутной добычи природного камня. Монография. Кривой Рог: Минерал. 187 с.
7. Власов О.Е., Смирнов С.А. (1962). Основы расчета дробления горных пород под действием взрыва. М.: Изд-во АН СССР. 107 с.

#### АНОТАЦІЯ

**Мета дослідження** – аналіз можливості та перспектив адаптації методів конформних відображень функції комплексної змінної для встановлення закономірностей просторової концентрації вибухової енергії в масиві скельних порід складної структури в залежності від конструкції свердловинного заряду та умов його підривання; оцінка впливу на дію вибуху розроблених авторських рішень щодо конструкцій свердловинних зарядів для формування спрямованих зон вибухових напружень в масивах з метою створення додаткових відбиваючих хвилі щілин.

**Методично** визначення стану твердого середовища після вибуху в ньому заряду ВР визначалося, виходячи з рівнянь Лапласа. Для вирішення плоских задач при цьому використовувалися апробовані методи конформних відображень функції комплексної змінної, а також методи аналітичних розрахунків та геометричних побудов; обґрунтування механізму формування в анізотропному кристалічному середовищі концентраторів напружень із застосуванням просторово-математичних методів рішення задач та порівняльної оцінки їх результатів.

**Результати досліджень.** Аналізується метод конформних відображень функції комплексної змінної щодо придатності застосування його для умов використання в кар'єрі зарядів авторської конструкції. Обґрунтовується принцип реалізації даної адаптації для формування мережі вибухових свердловин. З'ясовано особливості формування контурів у масиві гірських порід максимально і мінімально напружених зон навколо свердловинних зарядів у залежності від конструкції останніх та властивостей середовища за умов авторської ідеї симетричного підривання породного масиву, диференційовано насиченого вибухом.

**Наукова новизна** полягає в авторській інтерпретації механізму розвитку руйнування кристалічного середовища навколо свердловинного заряду методом конформних відображень функції комплексної змінної та адаптаційній модифікації даного методу.

**Практичне значення** досліджень полягає в розробці нового способу та розширенні методичних можливостей визначення раціональних параметрів підривання ним скельних порід складної структури, що знижує питомі витрати вибухових матеріалів.

**Ключові слова:** породний масив, вибухове руйнування, свердловинний заряд, анізотропія порід, конформні відображення.

#### ABSTRACT

**Purpose.** The main purpose of the presented research is to analyze the possibilities and prospects for adapting the conformal mappings methods of a function of a complex variable to determination patterns of spatial concentration of explosive energy in an array of a complex structure rocks depending on the design of the borehole charge and the conditions for its blasting; assessment of the impact on the explosion action developed by the author's decisions on the design of borehole charges for the formation of directional zones of explosive stresses in arrays in order to form additional reflective waves slit.

**The research methodology.** Methodically, the determination of the solid surroundings condition after an explosion of an explosive charge in it was determined on the basis of the Laplace equations. To determine planar problems, we used tested conformal mappings methods of a function of a complex variable, as well as methods of analytical calculations and geometric constructions; substantiation of the mechanism of formation of stress concentrators in an anisotropic crystalline surroundings using spatial-mathematical methods for solving problems and comparative evaluation of their results.

**Findings.** The conformal mappings method of the function of a complex variable on its suitability for the conditions of use in the open pit of the author's construction charges is analyzed. The principle of implementation of this adaptation for the formation of a network of explosive wells is substantiated. The features of the formation of contours in the rock massif of maximally and minimally stressed zones around borehole charges are determined depending on the design of the latter and the properties of the surroundings under the conditions of the author's idea of symmetrically undermining the rock massif differentially saturated with an explosion.

**The originality.** The scientific novelty lies in the author's interpretation of the mechanism for the development of the destruction of the crystalline medium around the borehole charge by the method of conformal mappings of the function of a complex variable and adaptive modification of this method.

**Practical implications.** The practical significance of the study lies in the development of a new method and the expansion of the methodological possibilities of determining rational parameters for the blasting of rocks with a complex structure, which reduces the unit costs of explosive materials.

**Key words:** rock massif, explosive destruction, borehole charge, rock anisotropy, conformal mappings.