

ИССЛЕДОВАНИЕ О ХАРАКТЕРИСТИКАХ ФОРМИРОВАНИЯ СДВИГОВОГО РАЗРУШЕНИЯ В ТРЁХМЕРНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

Кан М.Г.¹, Кан И.М.² Email: Kang1791@scientifictext.ru

¹Кан Мен Гук – кандидат геологических наук, преподаватель, кафедра тектонической геологии, факультет геологической разведки, университет Хванбук, г. Саривон;

²Кан Ир Мен – кандидат геологических наук, преподаватель, кафедра тектонической геологии, геологический факультет, университет им. Ким Ир Сена, г. Пиеньяне, Корейская Народно-Демократическая Республика

Аннотация: многие геологические явления природы образуются в течение длительного периода сложных процессов, таких как седимент, гибка и резка. Изучение этого процесса занимается геологическим тектоника. Геодинамика как основа структурной геологии играет очень важную роль в объяснении геологических структур. Потому что получено много данных, которые используются при интерпретации динамики. Поэтому необходимо срочно создать простую модель сложного геологического тела и применять его на ресурс разведки. В этой статье обсуждается математическая модель для интерпретации механизма формирования сдвигового разрушения. В статье поясняется, как положения поверхности для формирования сдвигового разрушения отличаются в 2-осевых и 3-осевых напряженных состояний.

Ключевые слова: сдвигового разрушения, напряжение, математической модели, коэффициент внутреннего трения, отношение напряжения.

STUDY ON THE FORMATION OF SHEAR FRACTURE IN THREE-DIMENSIONAL STRESS SYSTEM

Kang M.G.¹, Kang I.M.²

¹Kang Myong Guk - Candidate of geological sciences, Lecturer, GEOLOGICAL EXPLORATION FACULTY HVANBUK UNIVERSITY, SARIWON;

²Kang Il Myong - Candidate of geological sciences, Lecturer, DEPARTMENT OF TECTONIC GEOLOGY, FACULTY OF GEOLOGY, UNIVERSITY OF KIM IL SUNG, PYONGYANG, DEMOCRATIC PEOPLE'S REPUBLIC OF KOREA

Absrast: many geological phenomena of nature are formed for long periods of complex processes such as sedimentation, bending, and cutting. Studying of this process is geological tectonics. The basis of structural geology, geodynamics, is very important in explaining geological structures. Because many of the data obtained from the field are used in the interpretation of the dynamics. Therefore, it is urgently required to create a simple model of complex geological body and to apply it to resource exploration. This article introduces a mathematical model for interpreting the shear fracture mechanism. In the article, it is discussed how the position of the advantageous plane for the formation of the shear fracture is different in the 2 axial and 3 axial stress states.

Keywords: shear fracture stress, mathematical model, coefficient of internal friction, stress ratio.

УДК 551.1

При изучении формирования сдвигового разрушения во избежание сложности исследователи обычно считали, что сдвиговое разрушение включает в себя σ_2 -ось [1]. Но другие исследователи утверждают, что σ_2 -ось играет определенную роль в формировании сдвигового разрушения и при некоторых случаях поверхность сдвигового разрушения обсуждать, что не включается σ_2 -ось в него [2, 3].

В статье оценили по установке математической модели и моделированию числового значения, какая поверхность самая выгодная в формировании сдвигового разрушения, в каком случае поверхность сдвигового разрушения не включает σ_2 -ось и каков угол отклонения.

1. Установка математической модели

Математическая модель для определения самой выгодной поверхности в формировании сдвигового разрушения может быть установлена следующим образом.

$$\sigma_s - \mu \sigma_n = \text{наименьшее} \quad (1)$$

Тангенциальное напряжение (σ_s) и нормальное напряжение (σ_n) в состоянии трёхмерного напряжения выражается через уравнение (2 и 3).

$$\sigma_s = \sigma_0 n - [n^T \sigma_0 n] n \quad (2)$$

$$\sigma_n = \sigma_0 n \quad (3)$$

где μ – коэффициент внутреннего трения, $\sigma_0 = \text{diag} (1, \Phi, 0)$, n – единичный нормальный вектор плоскости, Φ – отношение главного напряжения ($\Phi = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$).

Для удобства обсуждения согласовали систему главного напряжения с координатной системой, т.е. фиксировали σ_1 -ось в направлении север-юг, σ_2 -ось в направлении восток-запад и σ_3 -ось в направлении вверх-вниз. Таким образом, формула $(\sigma_s - \mu \sigma_n)$ представлена следующим образом.

$$\sigma_s - \mu \sigma_n = (x \sigma_0 t - x t^E \sigma_0 t^E x \sigma_0 t - x t^E \sigma_0 t^E x \sigma_0 t - x t^E \sigma_0 t^E x \sigma_0 t)^{1,2} - \mu x t^E \sigma_0 t^E \quad (4)$$

Оно будет определяться с помощью численного расчета, потому что, трудно определить максимальное значение уравнения (4) аналитическим методом. В статье выяснили, как различать состояния положения благоприятные значения элементы положения в состоянии напряжения 2-оси и 3-оси. Для того чтобы изучали способ изменения обсужденного состояния положения при изменении значения отношения главного напряжения Φ и значения коэффициент внутреннего трения μ (рис. 1).

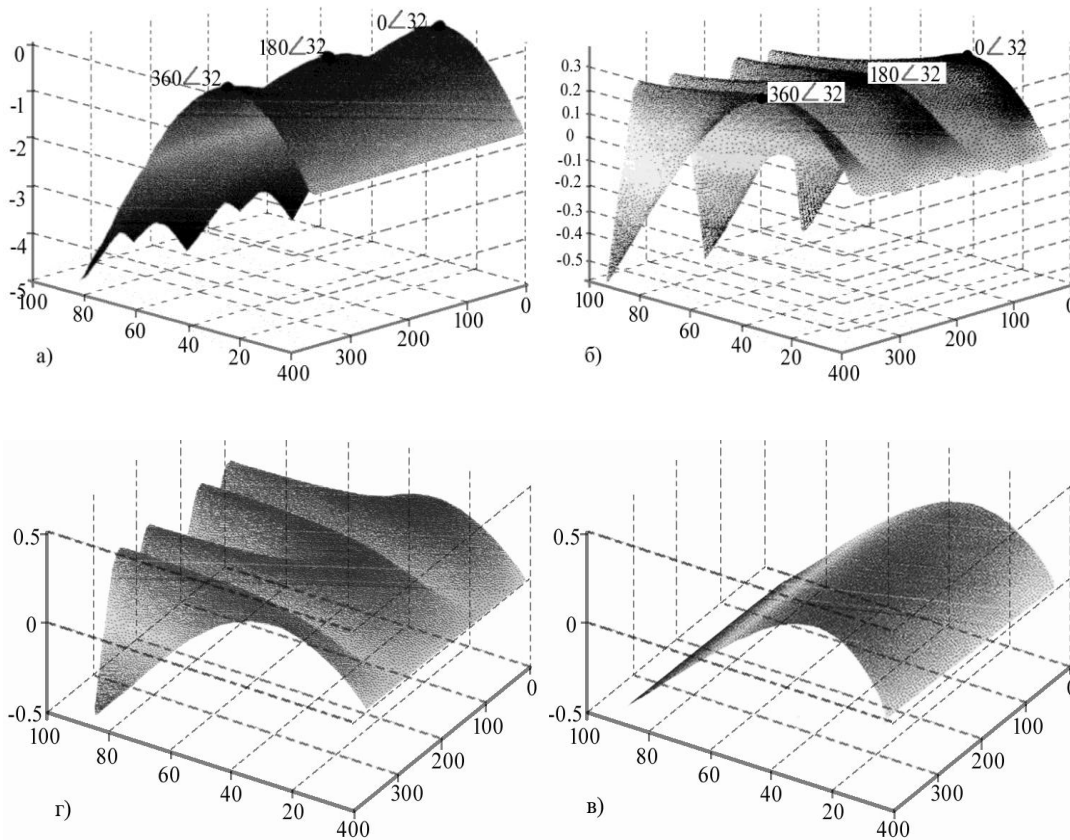


Рис. 1. Наиболее благоприятные элементы положения для формирования сдвигового разрушения ($\mu = 0,5, \Phi = 0,9$)
 а) $\mu = 0,5, \Phi = 0,9$, б) $\mu = 0,5, \Phi = 0,1$, в) $\mu = 0,5, \Phi = 1,0$, г) $\mu = 0,5, \Phi = 0$

В а) и б) рисунка 1 (при этом случае $\mu=0,5, \Phi=0,9, \mu=0,5, \Phi=0,1$) показаны элемент положения, который возможность самой высокой плоскости при формировании сдвигового разрушения, т.е. значение $(\sigma_s - \mu \sigma_n)$ максимально. Если в этом состоянии элемент положения 180/32, 360/32, поверхность включает σ_2 -ось и σ_1 -ось встречает с 32° . Через это можно узнать, что σ_2 -ось включает в сдвиговом разрушении.

Наиболее благоприятные значения элементы положения показаны в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Изменение элементов положения возможной поверхности в сдвиговом разрушении по изменению μ

μ	Поверхность 1		Поверхность 2	
	азимут падения ($^\circ$)	угол падения ($^\circ$)	азимут падения ($^\circ$)	угол падения ($^\circ$)
0	360	45	180	45
0,1	360	42	180	42
0,2	360	39	180	39
0,3	360	37	180	37

0,4	360	34	180	34
0,5	360	32	180	32
0,6	360	30	180	30
0,7	360	28	180	28
0,8	360	26	180	26
0,9	360	24	180	24
1	360	23	180	23

В табл. 1 показано, что угол падения возможной поверхности в сдвиговом разрушении изменяется с помощью коэффициента внутреннего трения.

Таблица 2. Изменение элементов положения возможной поверхности в сдвиговом разрушении по изменению Φ

Φ	поверхность 1		поверхность 2	
	азимут падения (°)	угол падения (°)	азимут падения (°)	угол падения (°)
0,1	360	30	180	30
0,2	360	30	180	30
0,3	360	30	180	30
0,4	360	30	180	30
0,5	360	30	180	30
0,6	360	30	180	30
0,7	360	30	180	30
0,8	360	30	180	30
0,9	360	30	180	30

В табл. 2 можно знать, что элементы положения возможной поверхности в сдвиговом разрушении не изменяют, когда отношение главного напряжения изменяется при интервале значения 0,1 – 0,9. Поэтому при случае $\sigma_1 < \sigma_2 < \sigma_3$, в трёхмерном напряженном состоянии поверхность для формирования сдвигового разрушения почти похоже на состояние напряжения σ_2 -оси. Но в рисунке 1 в) и г) отличаются от а) и б).

Как показано в рис. 1 в), при этом случае $\Phi=1$ поверхность сдвигового разрушения может возникнуть во всех азимутах падения с углами падения 32° , т.е. при $\sigma_1=\sigma_2$ азимуты падения равны, но сдвиговые разрушения с различными азимутами падения могут быть сформированы на одном из напряженного состояния. И в случае $\Phi=0$ возможных значений элементов положений можно изменить в пределах с $0/32^\circ$ до $60/90^\circ$, $120/90^\circ - 180/32^\circ$, $180/32^\circ - 240/90^\circ$ и с $300/90^\circ$ до $0/32^\circ$.

По этих результатов, можно показать, что, когда значение Φ составляет около 0 или 1, с помощью различных факторов окружения, таких как неоднородностью среды, сдвигового разрушения может развиваться вдоль плоскости, которая не включает в себя 2-оси с определенным углом отклонения

Выход

1. Как и в напряженном состоянии 2-оси, так в состоянии напряжении 3-оси поверхность с $\sigma_s - \mu \sigma_n =$ наименьшее можно касаться наиболее благоприятным для формирования сдвигового разрушения, и математическая модель может быть создана.

2. Внутренний коэффициент трения μ влияет на угол наклона сдвигового разрушения. И, когда величина Φ отношения напряжений 0 или 1, сдвиги различных систем могут быть созданы. Но тогда $0 < \Phi < 1$, в гомогенной среде, только сдвиговый разрыв две системы сопряжения всегда образуется.

Список литературы / References

1. *Byon Ju Hyok*, The study on the method for fault system boundary by element laying of fault, candidate degree thesis, 2014.
2. *Morris Alan P.* The importance of the effective intermediate principal stress (σ_2) to fault slip patterns, Journal of Structural Geology. 31 (2009), 950 – 959.
3. *Haimson Bezael.* The effect of the intermediate principal stress on fault formation and fault angle in siltstone, Journal of Structural Geology. 32 (2010). 1701 – 1711.