

УДК 622.391. 821

**ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИНЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ
НАПРЯЖЕНИЙ ВБЛИЗИ ВЫРАБОТКИ В ОПТИЧЕСКИ
АКТИВНОЙ МОДЕЛИ**

Г.О.Казакбаева

ИГиОН НАН КР

При образовании в массиве горных выработок вокруг них происходит перераспределение первоначальных напряжений, которые имели место до их образования. Известно, что напряжения в различных местах выработки распределяются неодинаково. Устойчивость горной выработки определяется величиной и характером распределения напряжений в прилегающем массиве, которые, в свою очередь, зависят от глубины расположения выработки, формы ее поперечного сечения, наличия близко расположенных смежных выработок, физико-механических свойств боковых пород, окружающих выработку, и т.д.

Сложность изучения особенностей распределения напряжений вокруг выработок различного назначения обуславливает необходимость моделирования напряженно-деформированного состояния с учетом различных факторов. При теоретическом определении величин напряжений и характера их распределения вокруг выработок во многих случаях используются модели, в которых среда представляет собой однородный изотропный и сплошной материал. Однако в действительности природная характеристика

горного массива существенно отличается от теоретических моделей.

Массив состоит из различных пород с разными физико-механическими свойствами. Некоторые факторы, существующие в массиве пород, обуславливают пространственно-неоднородное распределение полей напряжений вокруг выработок. Задачи, связанные с устойчивостью выработок с учетом отдельных факторов, приводящие к неоднородному распределению напряжений в массиве горных пород, решены многими авторами поляризационно-оптическим методом и приведены во многих трудах, в частности, в /1-6/.

Среди факторов, приводящих к неоднородному распределению напряжений в массиве горных пород, особое место занимают остаточные напряжения и трещиноватость. При расчете устойчивости горных выработок влияние отмеченных факторов на распределение напряжений окружающих его пород изучено недостаточно. В связи с этим, в данной работе проведено исследование характера распределения остаточных напряжений вокруг выработки поляризационно-оптическим методом. Рассматриваются два варианта.

1. Характер распределения остаточных напряжений вблизи выработки в плоской оптически активной сплошной модели.

2. Характер перераспределения остаточных напряжений вблизи выработки в плоской оптически активной модели с учетом влияния горизонтальной трещины, расположенной в правом боку выработки.

Для исследования использована оптически активная плоская модель толщиной 8 мм, изготовленная из эпоксидной смолы ЭД-6 по известной технологии /7/. В плоской модели с выработкой температурным режимом созданы поля остаточных напряжений. Определены величины главных напряжений вблизи выработки по методике, изложенной в работах /7-8/, а также установлен их характер распределения.

Распределение напряжений вокруг выработки в сплошной плоской оптически активной модели.

Из картин изохром в плоской сплошной модели видно, что более высокая концентрация напряжений имеет место в боковых и угловых частях выработки (рис.1).

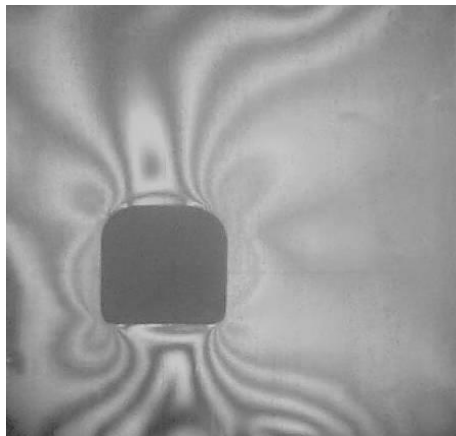


Рис. 1. Картина изохром полей остаточных напряжений вокруг выработки в сплошной модели.

В наших исследованиях величины остаточных напряжений определены по основным направлениям: над кровлей, по горизонтальному сечению в правом, левом боках и в днище выработки. В настоящей работе приведены результаты эксперимента в виде эпюр главных напряжений по вертикальному сечению над кровлей и по горизонтальному сечению в правой боковой части выработки.

Из эпюр главных нормальных напряжений видно, что по вертикальному сечению над выработкой нормальное напряжение σ_1 имеет знакопеременный характер распределения с преобладанием высоких растягивающих напряжений вблизи кровли, достигающих до 3-3,5 МПа. Удаляясь от контура выработки, растягивающие напряжения снижаясь переходят в сжимающие напряжения. Второе главное нормальное напряжение σ_2 в этом направлении имеет только

сжимающие значения. Вблизи контура выработки величины сжимающих напряжений незначительны, но в удалении от контура, достигают более высоких величин (6 МПа). Характер распределения сжимающих напряжений имеет сравнительно спокойный вид распределения (рис.2а). Величины максимальных касательных напряжений по данному сечению достигают от 1,5 до 1,9 МПа. Характер распределения $\tau_{\max}$ имеет неоднородный вид вблизи и в удалении от выработки (рис. 2б).

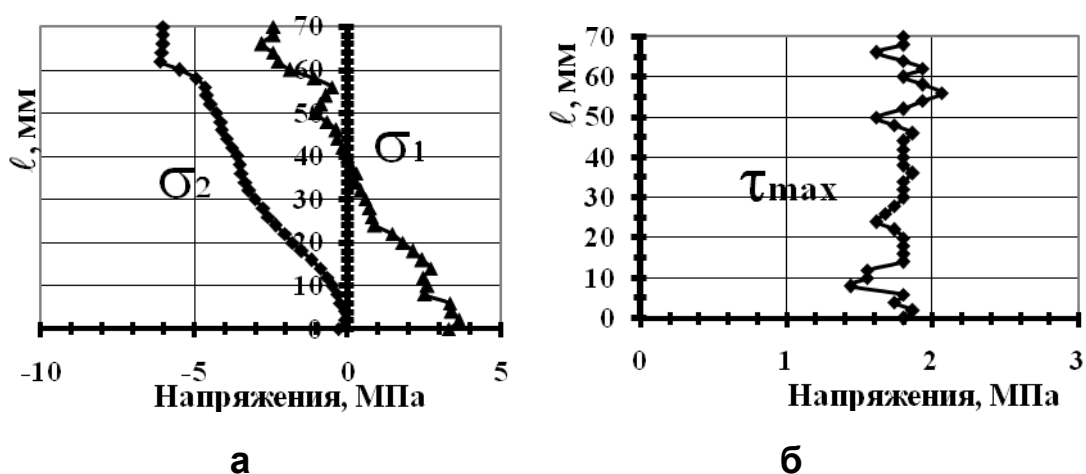


Рис. 2 . Эпюры главных напряжений в сплошной модельной пластине по вертикальному сечению над кровлей выработки.

По горизонтальному сечению с правой стороны выработки одно из главных нормальных напряжений σ_1 имеет незначительные растягивающие значения. Второе нормальное напряжение σ_2 в данном направлении имеет сжимающие значения, максимальные величины которых не превышают 4 МПа. По характеру распределения остаточные напряжения имеют спокойный вид (рис.3а). Величины максимальных касательных напряжений по этому сечению в отдельных точках достигают до 2 МПа. Характер распределения имеет спокойный вид (рис.3б).

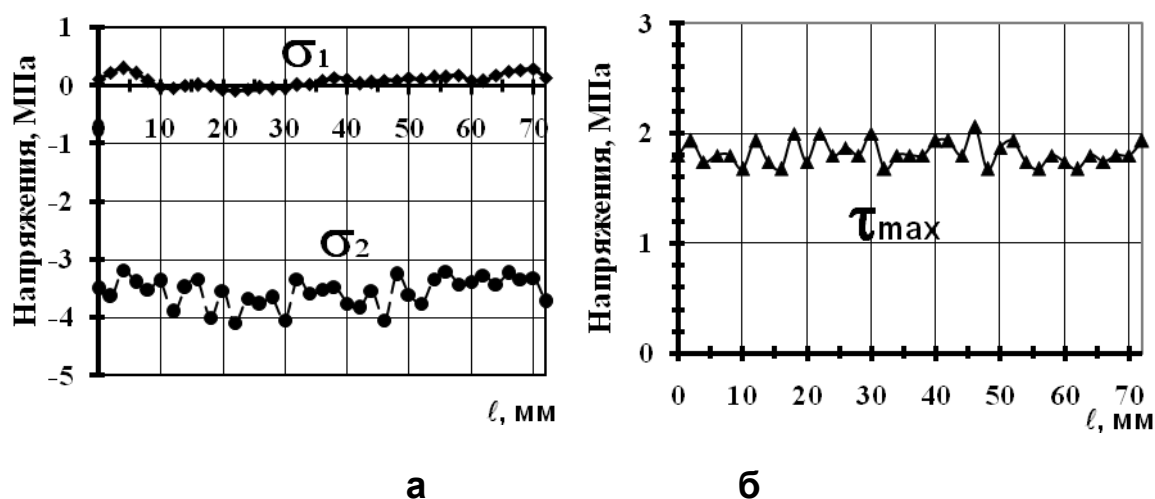


Рис.3. Эпюры главных напряжений в сплошной модельной пластине по горизонтальному сечению с правой стороны выработки.

Распределение напряжений вокруг выработки в плоской оптически активной модели с трещиной.

Каждая трещина в твердом теле ведет к перераспределению начальных напряжений: в одних местах они ослабевают, а в других - усиливаются. В данном варианте мы рассматриваем влияние трещины на характер распределения остаточных напряжений вокруг выработки. Трещина с длиной 4 см расположена справа от выработки. Картина изохром в плоской модели показывает, что трещина привела к снижению концентрации напряжений в угловых частях и вблизи контура с правой стороны выработки (рис.4).

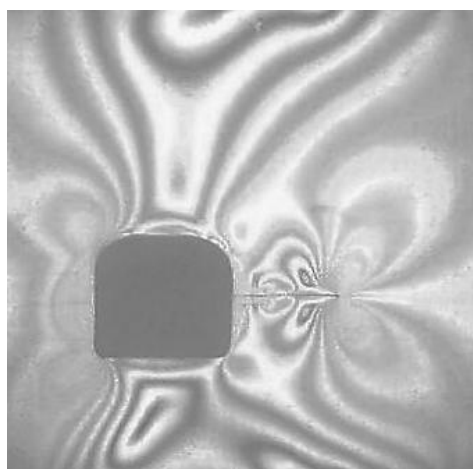


Рис.4. Картина изохром перераспределения остаточных напряжений вокруг выработки с влиянием трещины.

Эпюры главных нормальных напряжений в данном варианте по вертикальному сечению над кровлей выработки показывают, что характер распределения растягивающих напряжений σ_1 по сравнению с первым вариантом значительных изменений не испытывает, но в отдельных точках вблизи контура их величины растут, достигая до 3,9 МПа. Нужно подчеркнуть, что по сравнению с первым вариантом исследований влияние трещины привело к снижению величин сжимающих напряжений σ_1 и σ_2 в удалении от контура выработки (рис.5а-б).

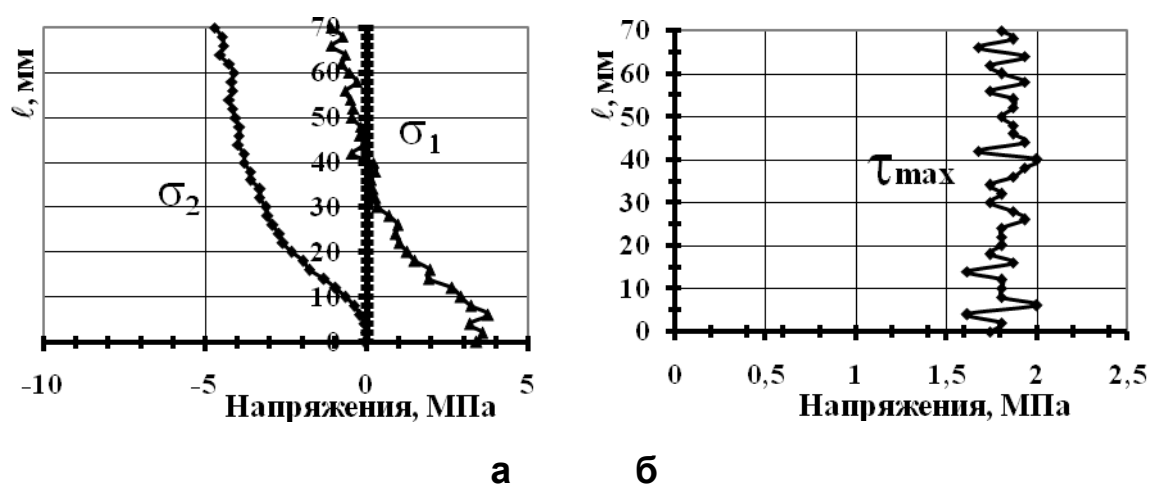


Рис.5. Эпюры главных напряжений по вертикальному сечению над кровлей выработок плоской модели с трещиной.

Трещина привела к следующим перераспределениям остаточных напряжений в правой боковой части выработки по горизонтальному сечению. Из рисунка 6а видно, что наблюдается значительный рост величин растягивающих напряжений σ_1 , которые до конца трещины достигают от 2 до 3,5 МПа. А второе главное напряжение σ_2 около контура выработки имеет сжимающие значения. Далее сжимающие напряжения, меняя знак, переходят в растягивающие напряжения. Высокая концентрация растягивающих напряжений σ_1 и σ_2 имеет место в конце трещины, где их величины достигают до 7 МПа. В удалении от конца трещины наблюдается

снижение величин растягивающих напряжений, и это видно из эпюр, приведенных на рис. 6а. Характер перераспределения главных напряжений с влиянием трещины в правом боку выработки имеет знакопеременный, неравномерный вид (рис.6а-б).

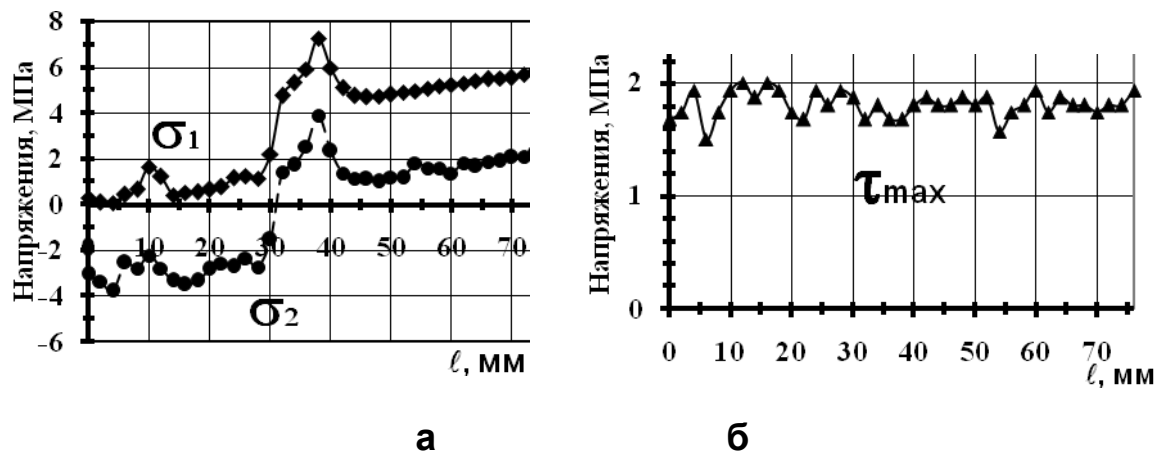


Рис.6. Эпюры главных напряжений на правом боку по горизонтальному сечению выработки в плоской модели с трещиной.

Таким образом, результаты проведенных исследований поляризационно-оптическим методом позволяют сделать следующие выводы.

- Выявлено, что в сплошной модели вблизи кровли выработки по вертикальному сечению и в его днище преобладают растягивающие напряжения, а в удалении от контура имеют место сжимающие напряжения.
- Выявлено, что по горизонтальному сечению в боках выработки в сплошной модельной пластине имеют место высокие сжимающие напряжения с равномерным характером распределения.
- Выявлено, что трещина, расположенная на правом боку выработки повлияла на распределение напряжений вокруг нее, приведя к росту величин растягивающих и к снижению величин сжимающих напряжений вблизи контура выработки.

- Выявлено, что на правом боку вблизи выработки с проведением трещины произошли снижения величин сжимающих напряжений, а вблизи ее конца образовалась зона высоких растягивающих напряжений. Также трещина изменила характер распределения главных остаточных напряжений, приведя к знакопеременному, скачкообразному виду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ривкин И.Д., Чистяков Е.П. Влияние некоторых горно-геологических факторов на характер напряженного состояния пород и контура выработки // Поляризационно-оптический метод исследования напряжений: Тр. Всесоюз. конф. 23-27 июня. – Л., 1966. – С. 462–466.
2. Трумбачев В.Ф., Молодцова П.С. Применение оптического метода для исследования напряженного состояния пород вокруг горных выработок. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 95 с.
3. Хаимова-Малькова Р.И. Исследование на моделях из оптически активного материала агарина характера разрушения пород вокруг горных выработок. // Поляризационно-оптический метод исследования напряжений: Тр. 5-й Всесоюз. конф. 23-27 июня. – Л., 1966. – С. 481-487.
4. И.Т. Айтматов, Н. Карагулов. Влияние трещин на напряженное состояние пород, окружающих горную выработку. // В сб. Устойчивость горных пород в камерах и подготовительных выработках. Изд. Илим, Фрунзе. 1969. С. 22-32.
5. Айтматов И.Т., Тажибаев К.Т., Казакбаева Г.О. Исследование распределения остаточных и действующих напряжений вокруг выработки в трещиноватой модели поляризационно-оптическим методом // Известия Кыргызского технического университета им. И.Раззакова. Бишкек, 2005. – № 7. – С.10–18.

6. Айтматов И.Т., Тажибаев К.Т., Казакбаева Г.О. Моделирование остаточных напряжений и их взаимодействие с внешними силами вблизи выработки методом фотоупругости // Современные проблемы механики сплошных сред. Гидрогазодинамика и экзогенно-геологические процессы природы / Сб. тр., вып. Третий. – Бишкек, 2004. – С. 6–13.
7. Хаимова-Малькова Р.И. Методика исследования напряжений поляризационно-оптическим методом. – М.: Наука, 1970. – 115 с.
8. Феппл Л., Менх Э. Практика оптического моделирования. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отд., 1966. – 211 с.