

УДК 622.391.821

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ОПТИЧЕСКИ АКТИВНОМ ОБРАЗЦЕ

Казакбаева Г.О.

ИГиОН НАН КР

Величина горного давления при разработке месторождения вокруг выработанного пространства или конструкции, не является постоянной, а непрерывно изменяется во времени, возрастая или убывая в зависимости от воздействия горных работ. Известно, что напряженное состояние массива горных пород считается одним из основных факторов горного давления и его закономерность изменения во времени в связи с разработкой месторождения является закономерностью развития горного давления. Исследование напряженного состояния массива горных пород производится различными методами: аналитическими, моделированием или же натурными измерениями напряжений в горном массиве. Наиболее достоверные данные при ведении очистных работ могут быть получены методами непосредственных измерений напряжений в натурных условиях/1/.

Однако, проведение таких измерений напряжений во времени в натурных условиях является очень трудоемкими дорогостоящим мероприятием. Поэтому для измерения напряжений в течение длительного времени в нагруженном образце применяются физические методы. В связи с этим, нами в лабораторных условиях

проводились экспериментальные исследования характера перераспределения суммарных напряжений в длительно нагруженном оптически активном образце поляризационно-оптическим методом. Для этого оптически активный образец призматической формы с исходными полями остаточных напряжений был нагружен постоянной вертикальной нагрузкой (3,5 МПа) и находился в таком положении два года (со 2 июля 2012 года по июнь 2014г). Начальные результаты исследований опубликованы в работах [2-3]. В настоящей работе приведены полученные за два года обобщенные результаты исследований в нагруженном образце. Также приведены эпюры изменения характера распределения остаточных напряжений в разгруженном от длительной нагрузки образце. Ниже приведенные общие эпюры (рис.1-2) показывают характер перераспределения главных суммарных напряжений по основным сечениям образца, полученных в разное время (ноябрь 2012 г., сентябрь 2013 г. и июнь 2014 г).

Из эпюр перераспределения главных нормальных суммарных напряжений σ_1 видно, что с течением времени по вертикальному сечению нагруженного образца образовалась зона высоких растягивающих напряжений. Рост величин суммарных растягивающих напряжений σ_1 в среднем по измеренным точкам составляет 2,5 раза по сравнению с величинами исходных остаточных напряжений. Около торцевой части образца происходит перемена знака напряжений, растягивающие напряжения переходят в значительные сжимающие напряжения. Таким образом, с течением времени характер перераспределения суммарных напряжений σ_1 в образце не меняется, оставаясь знакопеременным, как и исходные остаточные напряжения (рис.1).

Эпюры суммарных главных нормальных напряжений σ_2 по вертикальному сечению образца показывают, что эти напряжения

являются сжимающими, как и исходные остаточные напряжения. Только в срединной части образца с течением времени произошли существенные снижения величин. Такая тенденция перераспределения суммарных напряжений наблюдается в течение всего времени нагруженного образца. Например, в локальных точках на этих участках образца величины исходных остаточных напряжений σ_2 достигали 16-17 МПа, а величины суммарных напряжений достигают 5-6 МПа. Около торцевой части образца, наоборот, имеют место высокие сжимающие напряжения, превышающие величины исходных остаточных напряжений в 1,3 раза (рис.1).

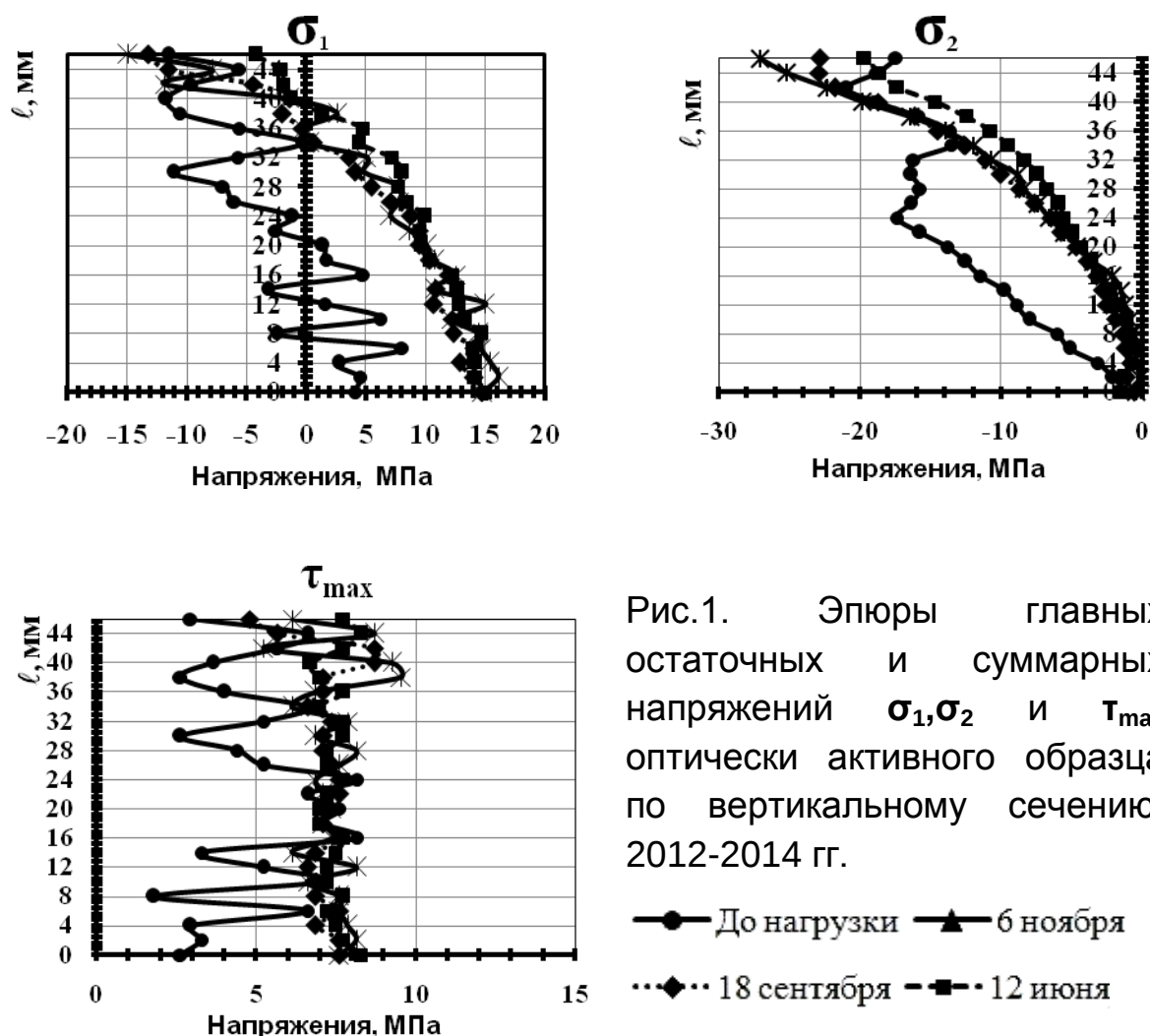


Рис.1. Эпюры главных остаточных и суммарных напряжений σ_1, σ_2 и τ_{max} оптически активного образца по вертикальному сечению, 2012-2014 гг.

Двухгодичное нагружение образца, также привели к росту величин максимальных касательных напряжений в отдельных точках по вертикальному сечению. Характер перераспределения максимальных касательных напряжений в срединной части образца, имеет сравнительно спокойный вид, чем вблизи торца(рис.1).

Эпюры главных суммарных напряжений σ_1 , σ_2 и $\tau_{\max}$ по горизонтальному сечению нагруженного образца (ноябрь 2012 г., сентябрь 2013 г. и июнь 2014 г) показывают на существенные снижения их величин с течением времени по сравнению с величинами исходных остаточных напряжений(рис.2).

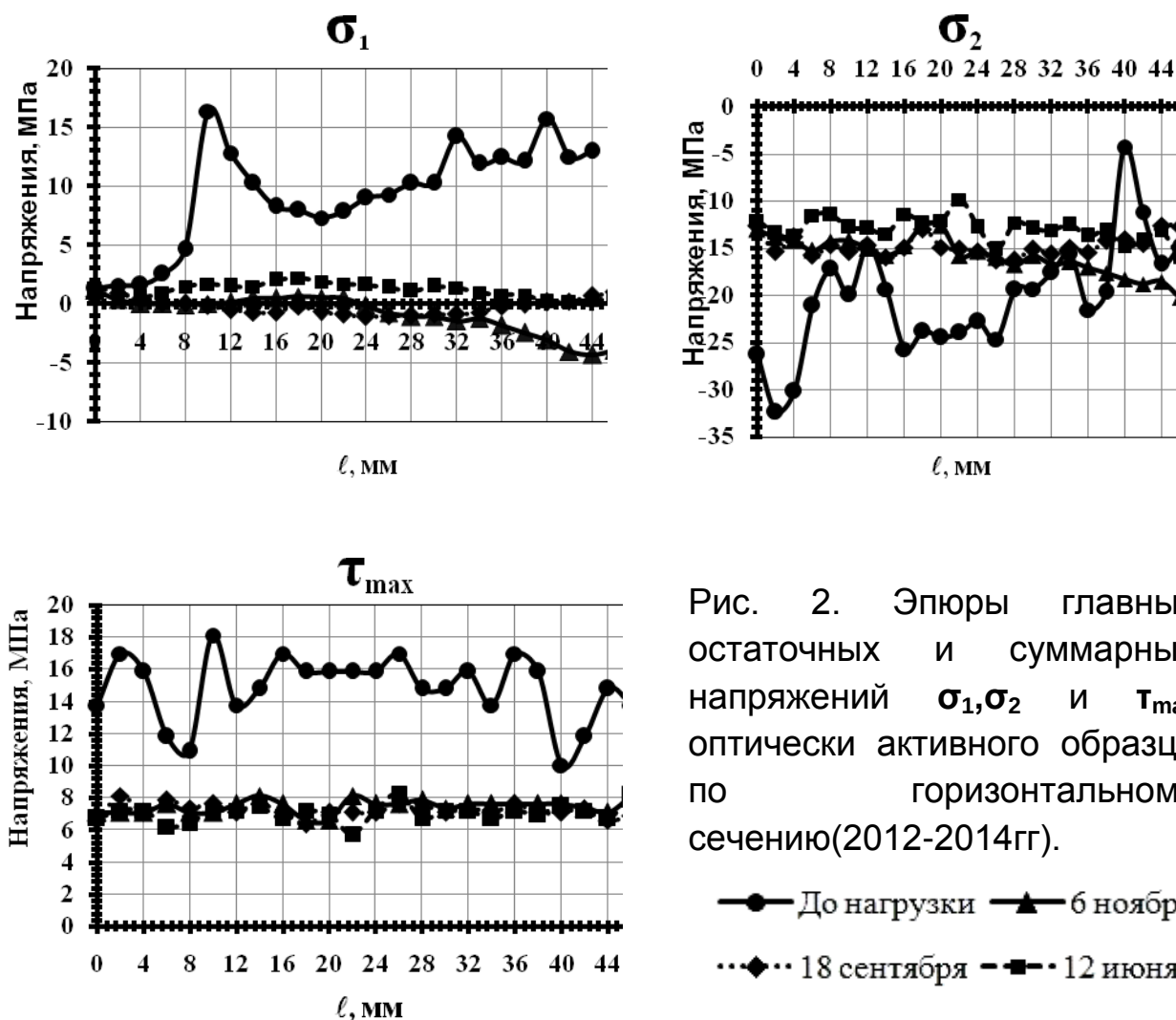


Рис. 2. Эпюры главных остаточных и суммарных напряжений σ_1, σ_2 и $\tau_{\max}$ оптически активного образца по горизонтальному сечению(2012-2014гг).

Таким образом, вышеприведенные результаты показывают, что остаточные напряжения, взаимодействуя, с напряжениями от внешней нагрузки создали зону высоких растягивающих напряжений по вертикальному сечению образца. Такая зона впоследствии могла привести к появлению трещин или к разрушению материала. А по горизонтальному сечению, наоборот, с течением времени произошли существенные снижения напряжений. Бока образца по горизонтальному сечению были свободны от внешней нагрузки и поэтому снижения напряжений в этом направлении происходили в течение всего времени.

Через два года вышеописанный образец был разгружен от внешней вертикальной нагрузки. Чтобы установить какие изменения произошли в течение двухгодичной нагрузки с распределением исходных остаточных напряжений в образце, произведены измерения их величин по основным направлениям. Эпюры остаточных главных напряжений по вертикальному сечению после разгрузки образца (рис. 3) показывают, что одно из напряжений σ_1 имеет только высокие растягивающие значения, тогда как до нагрузки имел знакопеременный характер распределения с высокими величинами сжимающих напряжений. Величины остаточных растягивающих напряжений после разгрузки в среднем по образцу в 2 раза превышают величины исходных напряжений. Второе главное нормальное остаточное напряжение σ_2 после разгрузки образца имеет сжимающие значения, которые значительно снизились по сравнению с исходными величинами.

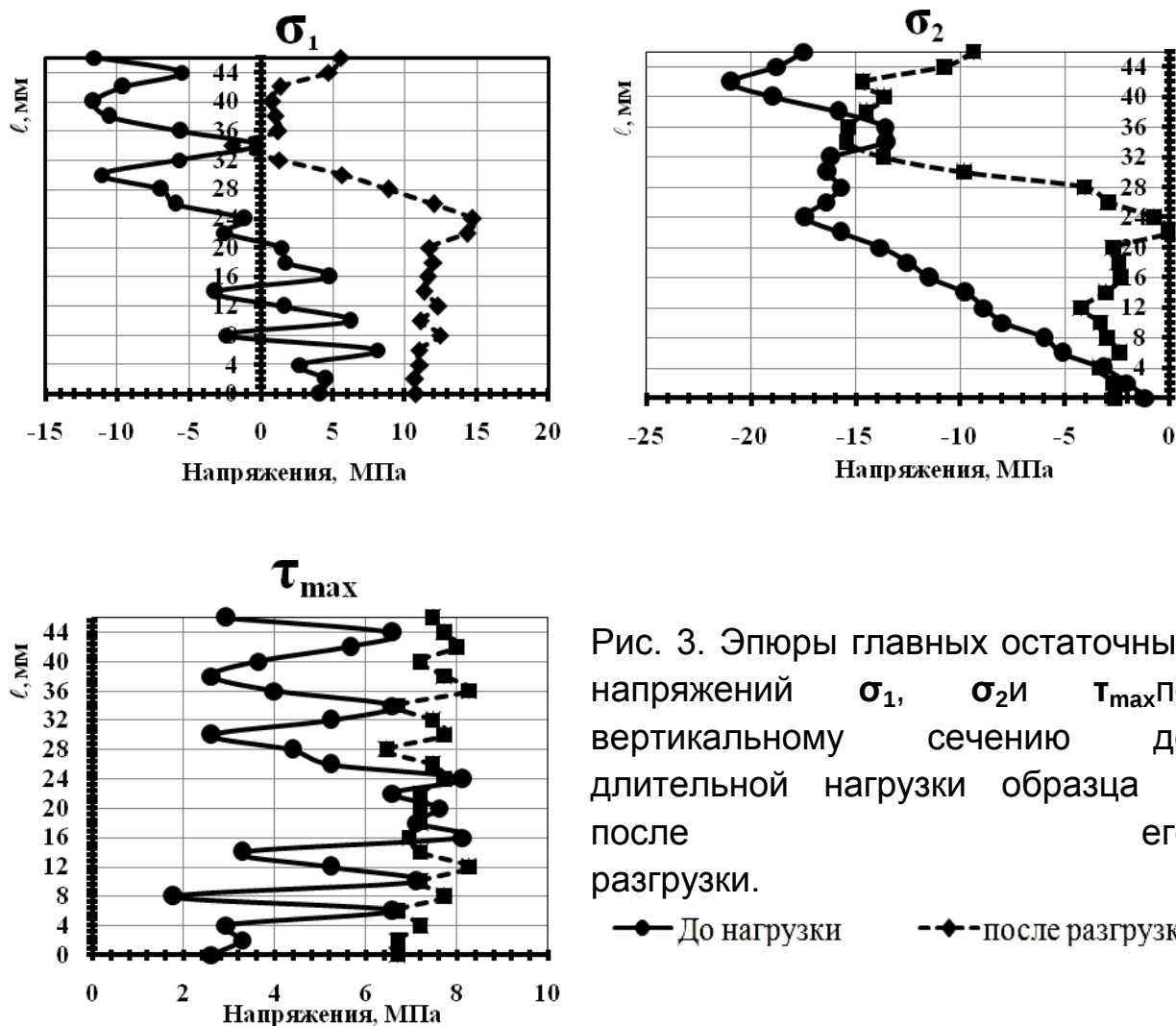


Рис. 3. Эпюры главных остаточных напряжений σ_1 , σ_2 и $\tau_{\max}$ по вертикальному сечению до длительной нагрузки образца и после его разгрузки.

Эпюра остаточных максимальных касательных напряжений по вертикальному сечению после разгрузки образца показывает рост величин и сравнительно спокойный характер их распределения.

Эпюры главных остаточных напряжений σ_1 , σ_2 и $\tau_{\max}$ по горизонтальному сечению после разгрузки образца, приведенные ниже (рис.4), показывают на существенные снижения их величин. Растягивающие остаточные напряжения в отдельных точках образца снизились более чем в три раза по сравнению с исходными напряжениями. После разгрузки образца от двухгодичной внешней нагрузки, имея низкие величины, характер распределения остаточных напряжений σ_1 и σ_2 по данному сечению сохраняется.

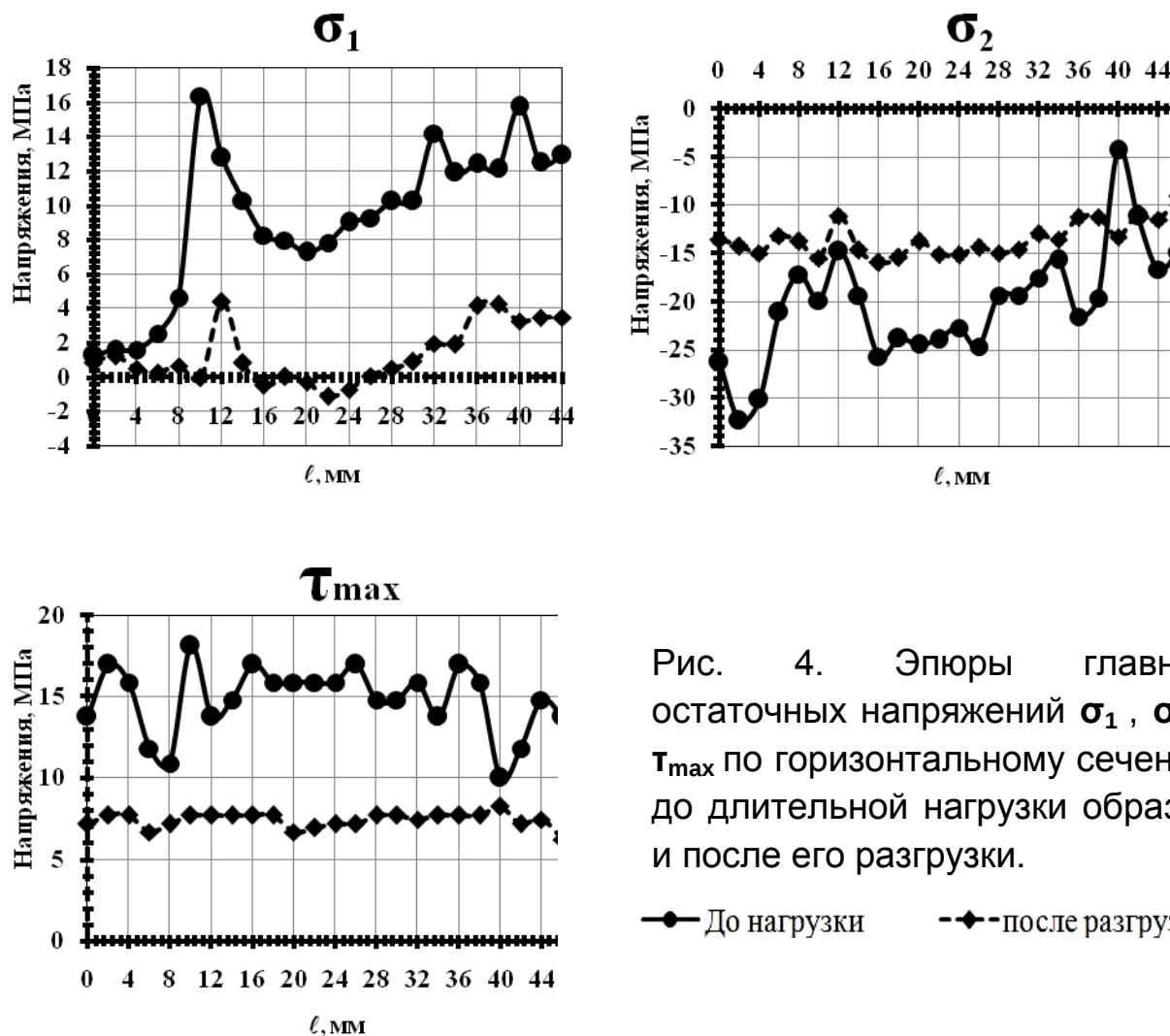


Рис. 4. Эпюры главных остаточных напряжений σ_1 , σ_2 и τ_{max} по горизонтальному сечению до длительной нагрузки образца и после его разгрузки.

Из эпюр максимальных касательных напряжений по горизонтальному сечению после разгрузки образца видно, что произошли снижения величин в среднем в 2 раза. Характер распределения остаточных касательных напряжений по сравнению с исходными напряжениями образца имеет спокойный, равномерный вид.

Полученные результаты после разгрузки образца от длительной внешней нагрузки показали, что по вертикальному сечению образца образовалась зона растягивающих остаточных напряжений с высокими величинами.

По горизонтальному сечению образца при продолжительном действии внешней вертикальной нагрузки произошли существенные снижения величин как сжимающих, так и растягивающих остаточных напряжений с сохранением их характера распределения.

Таким образом, анализ результатов проведенных экспериментальных исследований показал, что характер перераспределения суммарных напряжений в образце с течением времени зависит от характера распределения, величины и знака исходных остаточных напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. . Влох Н.П, Сашурин А.Д.. Измерение напряжений в массиве крепких горных пород. Изд.: НЕДРА, Москва. 1970г., С. 123.
2. Казакбаева Г.О.. Распределение напряжений при одноосном сжатии оптически активного образца с остаточными напряжениями. - В сб.: Современные проблемы механики сплошных сред. Бишкек: 2013г., вып.№17, С.143-150.
3. Казакбаева Г.О., Аманалиев А.А.. Исследование характера перераспределения напряжений во времени в твердом оптически активном образце. - В сб. Современные проблемы механики сплошных сред. Бишкек: 2014г., вып.№9, С.129-134.