

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ МАЛОАМПЛИТУДНЫХ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СДВИГАЮЩИХ НАГРУЗОК

к.т.н. Бугара М.И., (ГОО "Шахта Южнодонбасская №1"),
всп. Мерзликін А. В. (ДонНТУ)

Розглянуто механізм утворення малоамплітудної розривної порушеності на фізичній і комп'ютерній моделях. Порівняння результатів моделювання підтвердило задовільну збіжність експериментальних даних.

DISJUNCTIVE FAULTS FORMATION UNDER SHEARING LOADS

Bugara M.I. and Merzlikin A.V.

Microfault origin and development have been investigated in physical and computer models. Comparison of the results of modeling demonstrated good agreement of experimental data and reliability of final conclusions.

Малоамплитудные разрывные нарушения в плоскости напластования горного массива являются одним из главных факторов, который оказывает негативное влияние на темпы развития горных работ в угольной промышленности. Во избежание столкновения горных работ с тектоническим нарушением на горнодобывающих предприятиях используют различные методы их прогнозирования. Для качественного прогноза необходимо более детальное изучение механизма образования разрывной тектонической нарушенности. В данной работе рассматривается один из механизмов формирования малоамплитудных разрывных нарушений на физической и компьютерной моделях (рис. 1).

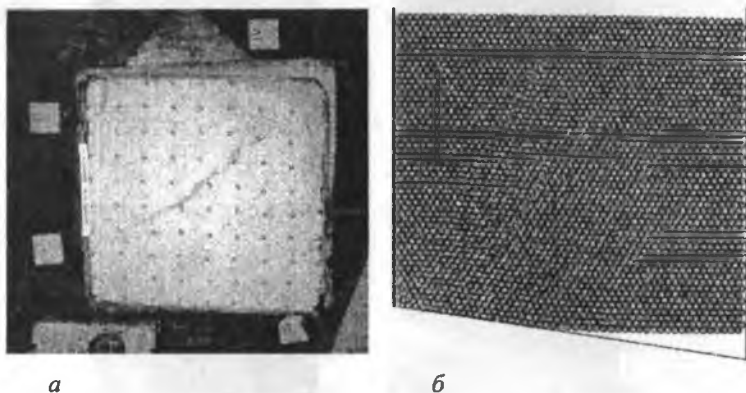


Рис. 1. Физическая (а) и компьютерная (б) модели малоамплитудных разрывных нарушений.

Физическая модель изготавливалась из эквивалентных материалов с соблюдением критериев подобия и граничных условий [1]. В соответствии с масштабом 1:500 моделировался массив горных пород 250×250×30м и крепостью вмещающих пород 55МПа. На большинстве шахтных полей преобладают дизъюнктивы типа надвигов и сбросов. Поэтому моделировались нарушения путем приложения на границы модели сдвигающих усилий, которые наиболее характерны для полей напряжений при образовании

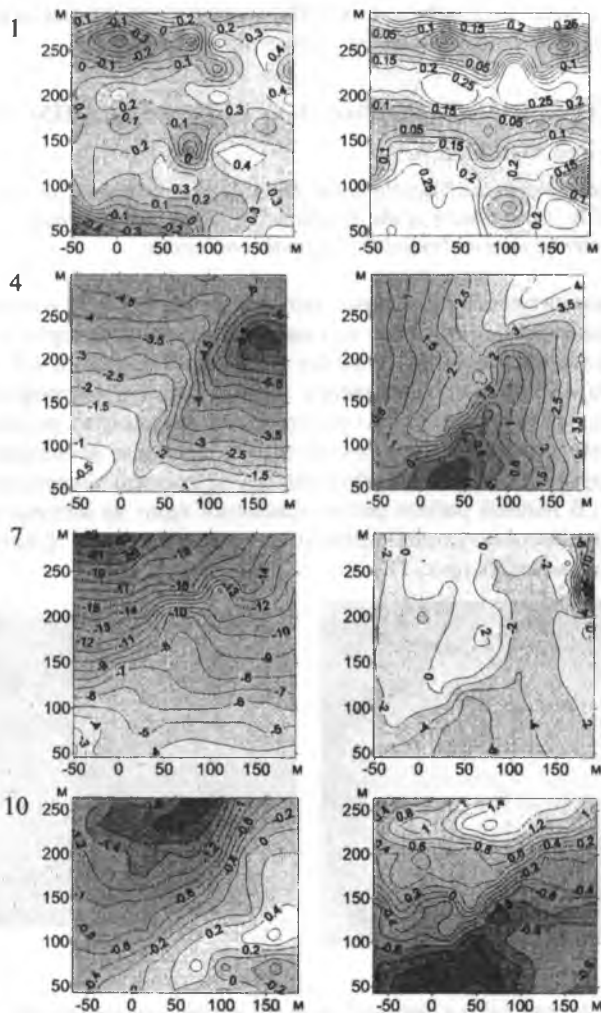


Рис. 2. Изогипсы перемещения точек физической модели по оси X (слева), Y (справа) на 1, 4, 7 и 10 этапах моделирования.

увеличенных нарушений. Процесс формирования нарушения происходил поэтапно, и после каждого этапа данные фиксировались, что в дальнейшем позволило рассмотреть пошаговое образование малоамплитудных тектонических разрывов.

Весь процесс трещинообразования можно разделить на три стадии: начальная, развитого разрушения и полного разрушения. На контурных картах (рис. 2) представлены этапы формирования нарушения в виде изогипс отображающих величину перемещения частей модели. Для большей наглядности на рис. 3 представлены векторные карты перемещения точек модели.

Первые стадии моделирования характерны доуплотнением моделируемых пород и образованием отдельных разрывов небольшой величины. Развитие нарушения начинается из левого нижнего угла модели и распространяется по всей диагонали в виде небольших, отдельных разрывов. В последствии, при дальнейшем нагружении, локально образованные нарушения соединялись друг с другом, создавая при этом систему трещин.

Исходя из полученных данных видно, что в очаге зарождения малоамплитудной нарушения и начальной стадии их развития возникает градиент сдвижений, при котором структуры характеризуются локально-

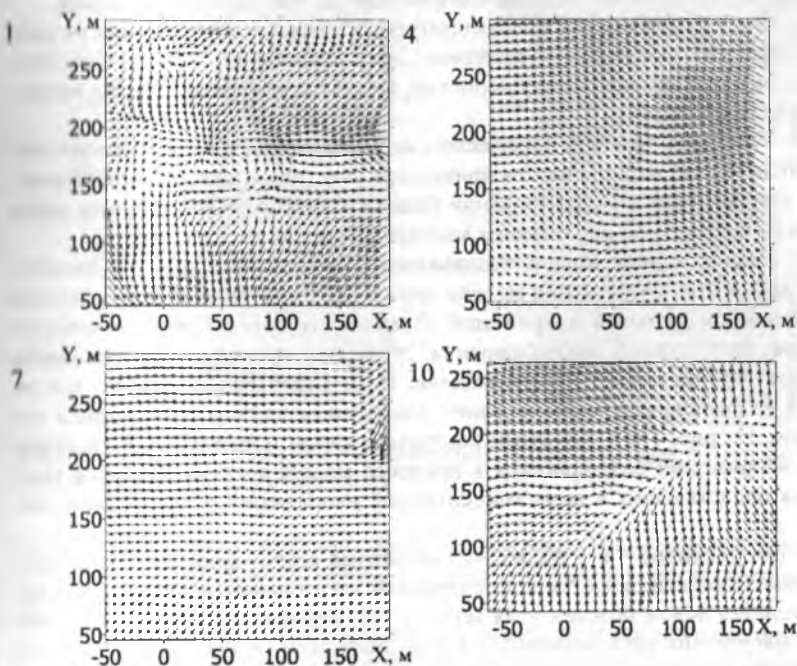


Рис. 3. Векторные карты перемещений точек физической модели на 1, 4, 7 и 10 этапах.

стью, и имеют формы вихрей (рис 3).

По диагонали, вдоль которой действуют максимальные касательные напряжения, образуется магистральный разрыв, имеющий наибольшую амплитуду. Одновременно с развитием магистрального разрыва формируются более мелкие, опережающие его нарушения, с небольшой амплитудой.

На заключительных стадиях моделирования параллельно магистральному разрыву формируются нарушения с меньшей амплитудой направление и параметры, которых совпадают с главным.

По морфологическому типу образования, большинство нарушений представляется в виде древообразных систем трещин. Максимальная амплитуда разрывов при отработке физической модели составила 2,5 м в пересчете на натуральный размер. В процессе развития роста амплитуд малоамплитудных нарушений зарождается структура полей смещений, центральная часть которой совпадает с осью нарушения, а периферийные части имеют разнонаправленный характер.

Изучение изменения амплитуд моделируемых нарушений показало, что амплитуда одного и того же нарушения изменяется на всей его длине, равно как и направление падения сместителя. Эти результаты подтверждают выводы сделанные авторами в статье [2], описывающей особенности пространственного положения поверхности сместителя нарушения.

Физическая модель малоамплитудных разрывных нарушений не дает возможности проследить напряженно деформированное состояние массива в процессе образования нарушенности, в связи с чем, была создана компьютерная модель.

Учитывая, что при физическом моделировании в формировании малоамплитудной нарушенности принимали участие множество механизмов, при компьютерном моделировании более конкретно рассматривался лишь один из механизмов образования малоамплитудных нарушений.

Компьютерная модель создавалась с применением метода дискретных элементов. Разрушение модели производилось путем приложения к ее границам касательных напряжений. В целом это соответствует одному из этапов физического моделирования, что дает возможность сравнивать компьютерную и физическую модели. На компьютерной модели, так же как и на физической, фиксирование полученных данных происходили поэтапно. На рис. 4 и 5, показаны контурные карты нормальных и касательных напряжений возникающих в процессе моделирования разрывов (значения представлены в виде концентраций напряжений в конкретной точке).

Из рисунков 4 и 5 видно, что начальная стадия формирования нарушенности характеризуется концентрацией касательных и нормальных напряжений в левом нижнем углу модели. Это приводит к зарождению главного нарушения расположенного вдоль диагонали модели. В процессе нагружения модели в этой зоне образуется нарушение параллельное главному. Более высокие значения касательных напряжений, распространяющиеся в нижней части модели послужили почвой для формирования более

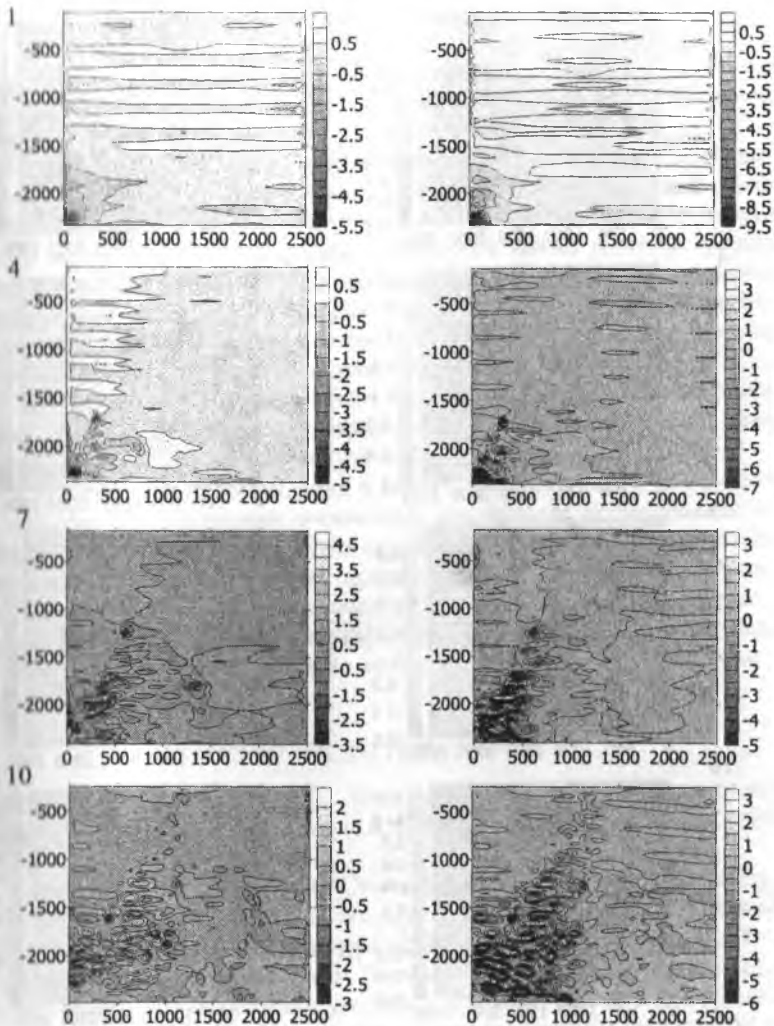


Рис. 4. Изогипсы нормальных напряжений по оси X (слева), Y (справа) на 1, 4, 7 и 10 этапах моделирования.

мелких нарушений оперяющих крупные разрывы. На векторных картах в этих местах расположены вихри, которые отображают концентрацию напряжений.

На основе полученных результатов можно произвести сравнение двух моделей для определения достоверности моделирования процесса образования малоамплитудной разрывной нарушенности. Сравнение компьютерной

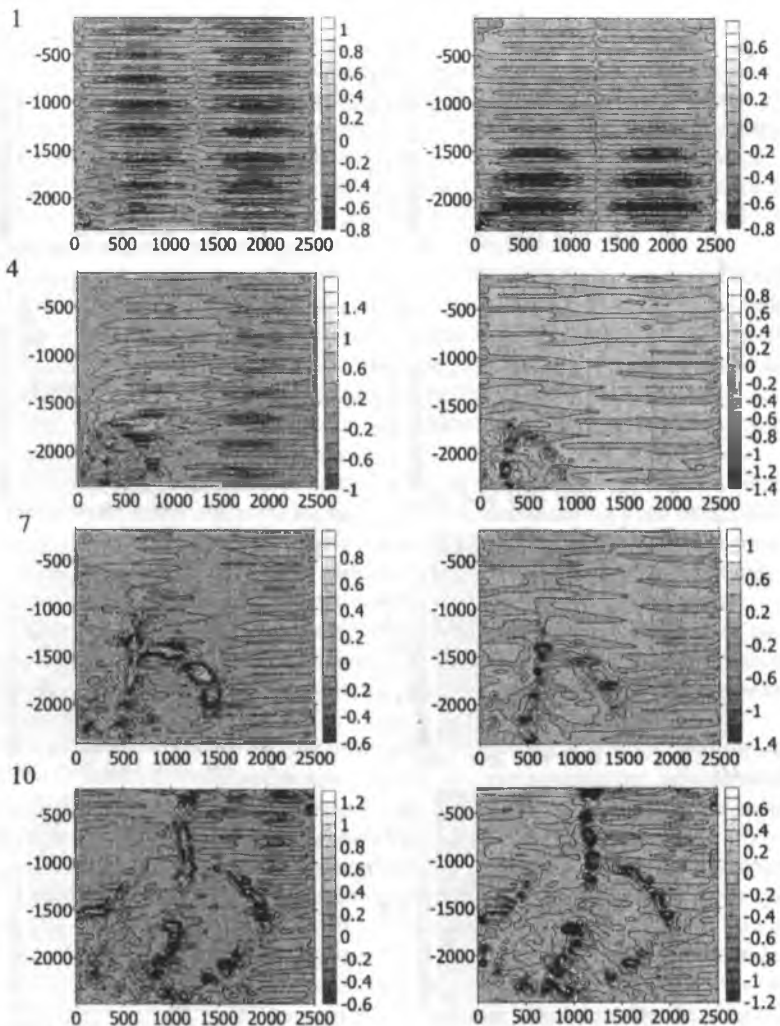


Рис. 5. Изогипсы касательных напряжений по оси X (слева), Y (справа) на 1, 4, 7 и 10 этапах моделирования.

и физической моделей осуществлялось на одних и тех же стадиях моделирования.

На начальной стадии наблюдаются многочисленные сдвиговые деформации, локализованные в области действия наибольших касательных напряжений. Зарождение разрывов, ориентированных вдоль одной диагонали происходит одновременно на двух моделях. Места образования разрывов характеризуются однотипными изменениями области деформиро-

ния при обоих способах моделирования. Происходит развитие области трещиноватости, распространяющейся к середине модели и ее боковым частям.

На стадии формирования тектонических разрывов происходит расширение сдвиговых нарушений в центральные части моделей. Многочисленные разрывы объединяются в магистральный разрыв с максимальной амплитудой в центре. Образовываются новые системы трещин параллельно магистральной. Одновременно происходит формирование трещин с малой амплитудой, которые опережат наибольшие разрывы. Все образованные трещины имеют одинаковую ориентацию. При этом значения нормальных и касательных напряжений увеличивается.

Заключительная стадия, в обеих моделях, характерна развитием наметившихся тенденций. Образовываются совокупности нарушений близких конфигураций, число и амплитуда которых количественно растет.

Сравнение этапов зарождения и развития нарушения при различных способах моделирования показывает, что процесс формирования нарушений протекает идентично. Это свидетельствует о том, что механизм образования этих нарушений был единым и область, на которой расположены такие нарушения можно использовать для тренировки и прогноза с использованием нейронных сетей [3]. Применение полученных результатов при прогнозировании сократит время на тренировку сети и повысит вероятность прогноза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов Г.Н., Бутько М.Н., Васильев Ю.И. и др. Моделирование проявления горного давления. Л. «Недра», Ленингр. отд-ние, 1968, 279 стр.
2. Мерзликин А.В. Журба В.В. Статистический анализ малоамплитудных разрывных нарушений угольных пластов // Проблемы горного давления. Сборник научных трудов, Донецк, 2001. – №5. – С. 20–27.
3. Назимко В.В, Мерзликин А.В., Захаров В.С. Прогноз мелкоамплитудных разрывных нарушений угольных пластов с помощью нейронных сетей и генетических алгоритмов // Геотехнологии на рубеже XXI века. т. II – Донецк: ДУНПГО, 2001. – С. 9–15.