УДК [622.1:551.252]001.24

М.В.Никулин, В.Е.Григорьев, А.Л.Панфилов
ВНИМИ, Санкт-Петербург, Россия

ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЙ Д-Е, E_2, D-E_3 (E_3) ПОЛЯ ШАХТЫ «КОМСОМОЛЬСКАЯ» ОАО «ВОРКУТАУГОЛЬ»

На основании горно-геометрического и морфологического анализа установлено, что форма разрывных нарушений может изменяться благодаря развитию флексурных перегибов на площадях, примыкающих к описанным разрывным нарушениям.

On the basis of mining-geometrical and morphological analysis it was established that the shape of fracture disturbances may vary due to the development of flexure overbending at the areas adjoining the faults.

Рассматриваемый участок в структурном плане приурочен к северо-западному флангу замка Воркутской мульды северо-восточного простирания. Участок осложнен тремя разрывными нарушениями Д-Е, E_2, d-e_3 (E_3). Нарушение E_2 ограничивает участок с юга, нарушение Д-Е с северо-запада, с севера и востока граница участка совпадает с технической границей шахтного поля (рис.1). Геологическая информация получена по данным разведочного бурения (разведочные линии 6, 7^a, 8, 9, скв.1589 и 1553), а также при документации людского ходка 12-с, конвейерного и вентиляционного штреков лавы 722-с.

Разрыв Д-Е является одним из самых крупных нарушений Воркутского месторождения, прослежен по простиранию на 8 км и на описываемом участке пересечен разведочными линиями 7^a, 8, 9 (рис.1). Трассировка разрывного нарушения Д-Е как единой структуры проведена по данным разведочного бурения. В пределах участка сместитель нарушения Д-Е меняет падение с северо-западного на юго-восточное, а простирание линии скрещения сместителя с горизонтальной плоскостью на участке меняется на 35° (от северо-западного на северо-восточное).

По представлениям специалистов геологической службы ОАО «Воркутауголь», сместитель нарушения Д-Е перекручен на отрезке между скв.1589 и 1553, где, судя по рисовке изогипс на плане горных работ по пластам Тройному ($n_{14+13+12}$) и Мощному ($n_{14+13+12+11}$), происходит сочленение сбросовой и взбросовой частей нарушения Д-Е (линия *С-С* на рис.1). На юго-запад от разведочной скв.1589 нарушение принимают за сброс с амплитудой смещения крыльев по пласту Мощному 60, 115, 164 м соответственно по разведочным линиям 7^a, 8, 9 (рис.2-4). Угол падения юго-западной ветви сместителя нарушения (сбросовая часть) составляет 55-70°. К северу от скв.1589 нарушение Д-Е считается взбросом с амплитудой

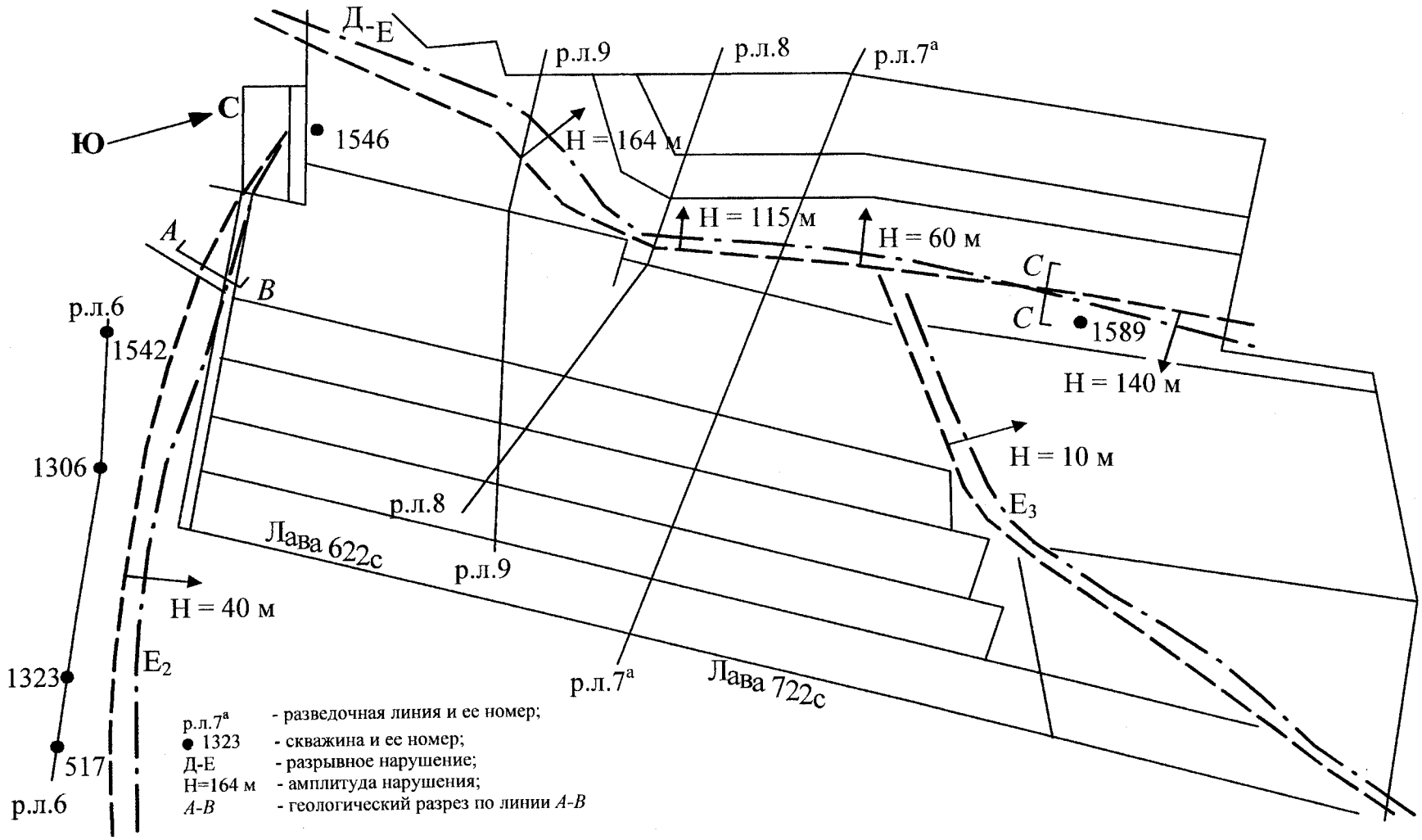


Рис.1. Шахта «Комсомольская» ОАО «Воркутауголь». Участок сопряжений нарушений

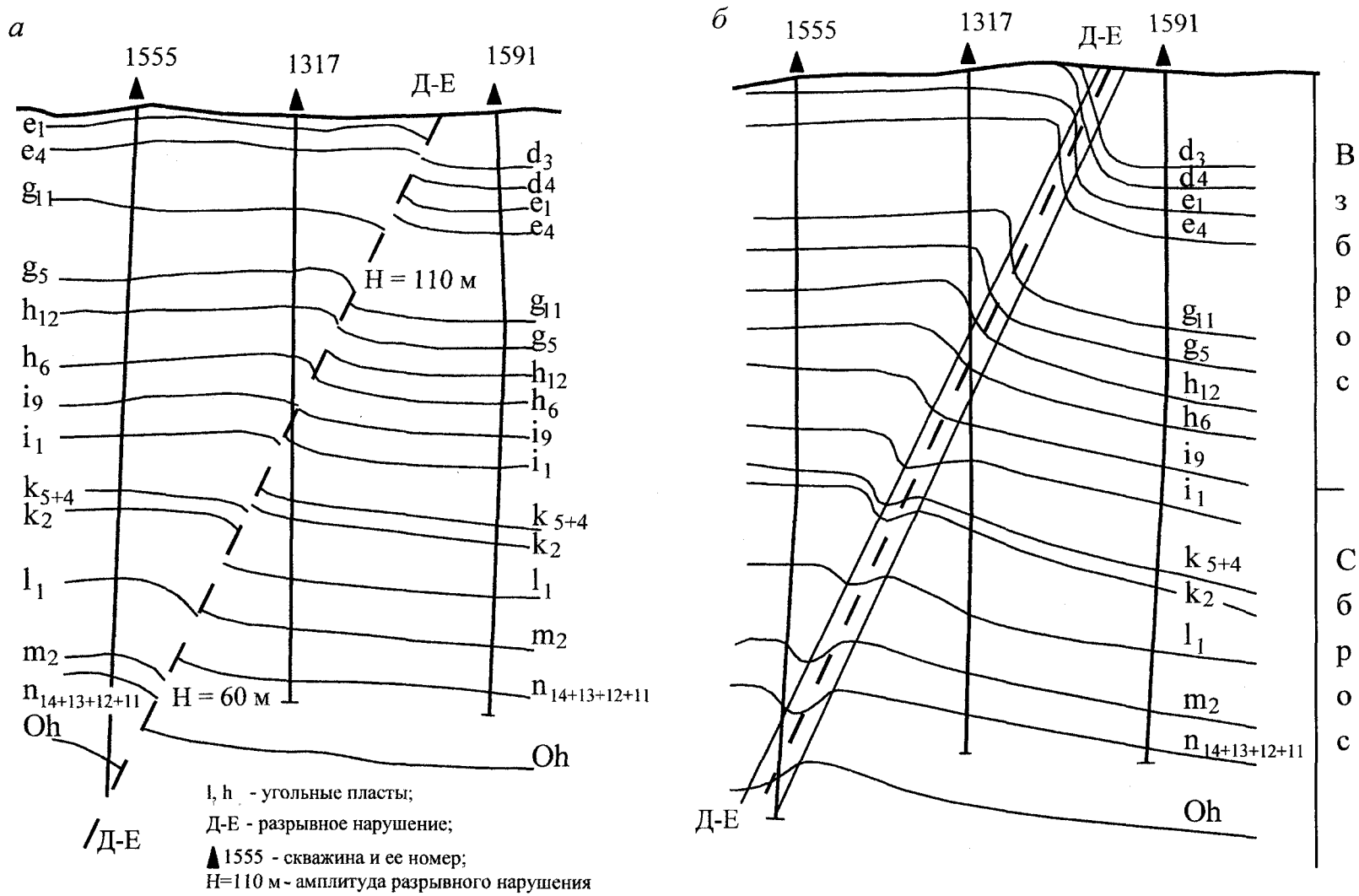


Рис.2. Схема флексуры у разрывного нарушения Д-Е: *а* – интерпретация нарушения шахтными геологами; *б* – точка зрения автора

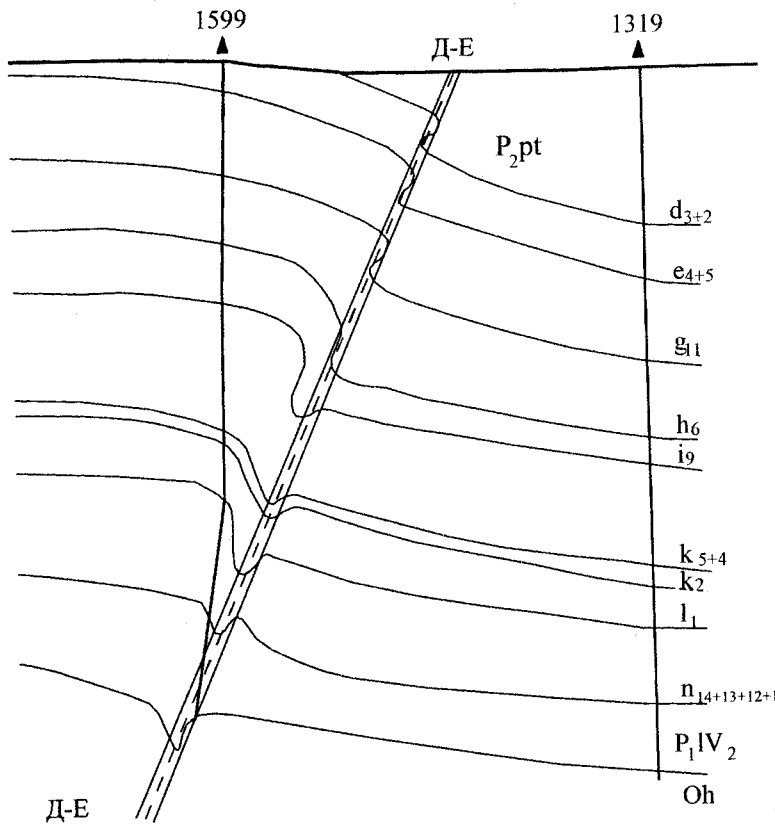


Рис.3. Схема морфологии флексуры у разрывного нарушения Д-Е

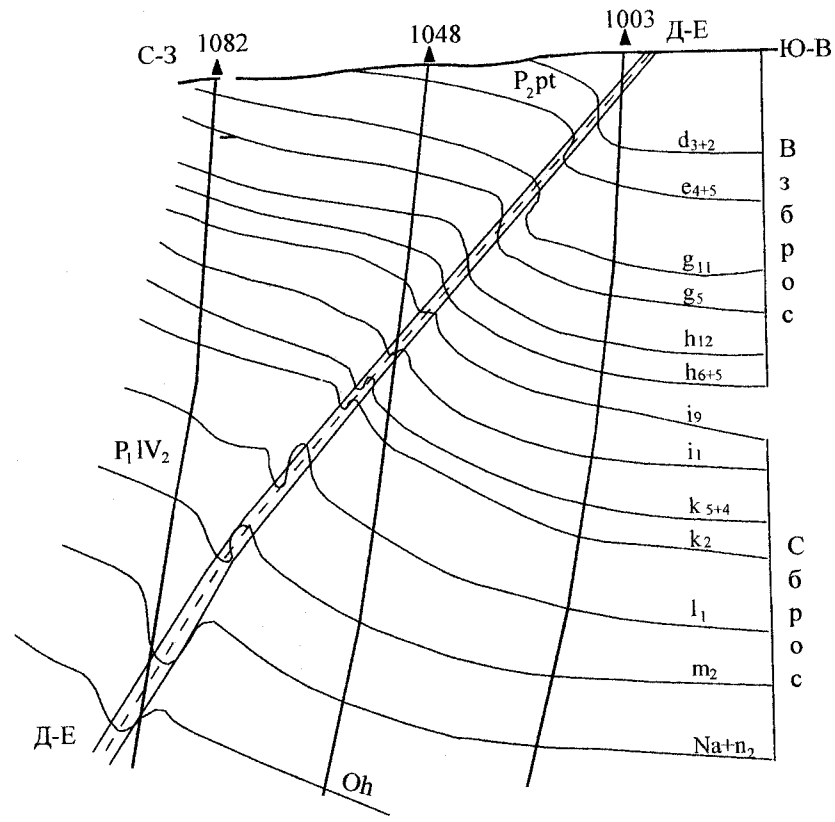


Рис.4. Схема флексуры, переходящей в разрывное нарушение Д-Е

130-140 м. Исходные геологические материалы позволяют предложить два основных варианта интерпретации: нарушение Д-Е может являться составным, т.е. тектонической зоной, включающей как минимум два нарушения, и нарушение Д-Е является одиночным разрывом с весьма изменчивой морфологией сместителя.

Необходимо учитывать, что нарушение Д-Е оттрассировано на основе фрагментарных косвенных данных. По данным разведочного бурения фиксируется не амплитуда разрыва, а смещение пласта, которое определяется как алгебраическая сумма амплитуд сближенных нарушений, находящихся на участке между точками подсечения пласта. При этом нарушение, подсеченное на верхних горизонтах, классифицируется как взброс, а на нижних – как сброс. В плане возможны два варианта сочетания разрывов: а) в месте примыкания нарушений их амплитуды должны быть равны нулю; б) разрывы располагаются субпараллельно друг другу, затухая на некотором расстоянии от точки «сочленения» между скв.1589 и 1553. В пользу второго варианта свидетельствует факт незакономерного изменения амплитуд вдоль нарушения с севера на юг 140, 60, 115, 164 м. Для расчета напряженного состояния массива условно можно принять, что точка с нулевой амплитудой лежит на линии *С-С* (см. рис.1).

Рассмотрим еще один вариант интерпретации геологических данных, основанный на наличии на участке примыкания тектонических нарушений Д-Е, $Е_2$, d-$е_3$ ($Е_3$) флексурного перегиба, в результате чего падение сместителя по простиранию меняется на обратное. На дизъюнктивно нарушенных угольных месторождениях, осложненных наложенной складчатостью, широко распространено изменение фонового залегания пластов и морфологии сместителей. В свою очередь, в сечении складчатой структуры осложняющее разрывное нарушение может иметь в одном крыле форму взброса, в другом сброса*. В пределах поля шахты Комсомольская установлены флексурные осложнения северо-западного крыла Воркутской мульды. Флексуры ($Д_1$, $Д_2$, $Д_3$) имеют северо-восточное простирание. На участках флексурных перегибов угленосная толща имеет более крутое падение. Морфология разрывного нарушения Д-Е на участке флексур весьма изменчива как по падению, так и по простиранию. Нарушение Д-Е прослежено по пласту Мощному на протяжении 8 км, зияние пласта при этом сохраняется. Постоянство знака смещения является признаком, характеризующим нарушение Д-Е как один и тот же разрыв на нижних и верхних горизонтах.

На рис.2 приведены сопоставительные разрезы по разведочной линии $7^а$-$7^а$. На рис.2, *а* сместитель изображен одной линией. Очевидно, что нижняя часть толщи поражена сбросом Д-Е с амплитудой 60,0 м, что хорошо видно по смещению пласта Мощного, выше по разрезу амплитуда затухает и по пласту i_9 она близка к нулю; по пласту h_6 нарушение имеет взбросовый характер, а пласт g_{11} уже имеет амплитуду смещения 110,0 м.

Глядя на рис.2, *а*, невозможно объяснить превращение сброса во взброс снизу вверх по разрезу без смены знака смещения на обратный, чего не может быть для одного и того же нарушения.

---

* *Гарбер И.С.* Разрывные нарушения угольных пластов (по материалам шахтной геологии) / И.С.Гарбер, В.Е.Григорьев, Ю.Н.Дупак и др. Л.: Недра, 1979.

Удовлетворительное объяснение изменения формы нарушения со сброса на взброс можно получить из рассмотрения рис.2, *б*. Это связано с изменением морфологии пласта и наличием флексурных перегибов по падению сместителя. На рис.2, *б* сместитель изображен в виде зоны (двумя линиями), к которой приурочены замковые части флексур, переходящие в нарушения. На рис.2, *а* обозначены только подвороты пласта у сместителя, а на рис.2, *б* реставрированы замковые части складок, которые могли быть срезаны в зоне дробления вблизи сместителя нарушения Д-Е. Ситуация, изображенная на рис.2, *б*, не противоречит теории образования разрывных нарушений и изменения их формы*. На основании аналогичных рассуждений сделаны построения сместителя нарушения Д-Е по разведочным линиям 8-8 (рис.3) и 9-9 (рис.4).

В юго-западной части описываемого участка разведочной линией 6 (рис.1), скв.1323 и 517 (рис.5) и конвейерным штреком 341с-222с (разрез по *А-В*) вскрыто нарушение E_2 (рис.6).

Нарушение E_2 субширотного простирания прослежено на глубоких горизонтах, ниже горизонтов –(650-750) м, во всех пересечениях по сокращению разреза или «выпадению» из него угольных пластов. Нарушение E_2 – сброс с опущенным северным крылом и амплитудой 40,0-50,0 м. Сместитель падает на север, северо-запад под углом 40-50°. Сброс E_2 затухает в районе скв.1546, вблизи нарушения Д-Е (рис.1). При расчете напряженности массива горных пород в этом узле необходимо учитывать, что затухание сброса E_2 может оказаться в зоне влияния сброса Д-Е.

Характер зоны дробления у сброса E_2 представлен на рис.6 по линии разреза *А-В* конвейерного штрека 341с (рис.1). При детальной документации выясняется, что сместитель редко представлен одной плоскостью, чаще всего это ряд сместителей, слагающих зону дробления, достигающую в данном случае ширины около 40,0 м. Суммарная амплитуда смещения по сместителям около 15-17 м.

На северном фланге участка к нарушению Д-Е примыкает сброс $g\text{-}e_3(E_3)$. Простирание нарушения северо-западное, близкое к широтному. Амплитуда этого сброса уменьшается по его простиранию в северо-восточном направлении и на границе участка достигает всего 0,5 м, вблизи нарушения Д-Е его амплитуда составляет 30,0 м. Сместитель падает на северо-запад под углом 40-50°.

Рассматривая узел, где нарушение $g\text{-}e_3$ приближается к дизъюнктиву Д-Е, следует учитывать, что распределение амплитуд по простиранию носит асимметричный характер. Максимум амплитуд всегда смещен в сторону более крупного нарушения (Д-Е). В точке сочленения разноориентированных дизъюнктивов амплитуда должна быть равна нулю*.

Асимметрию в распределении амплитуд у примыкающих нарушений можно объяснить тем, что один конец сместителя развивается в ненарушенном массиве (скв.1592, рис.1), второй – в зоне влияния нарушения Д-Е. Можно предположить, что нарушение $g\text{-}e_3$, постепенно затухая в обе стороны от точки с максимальной амплитудой, быстрее достигает нулевого значения в зоне влияния нарушения Д-Е.

* Там же.

* Там же.

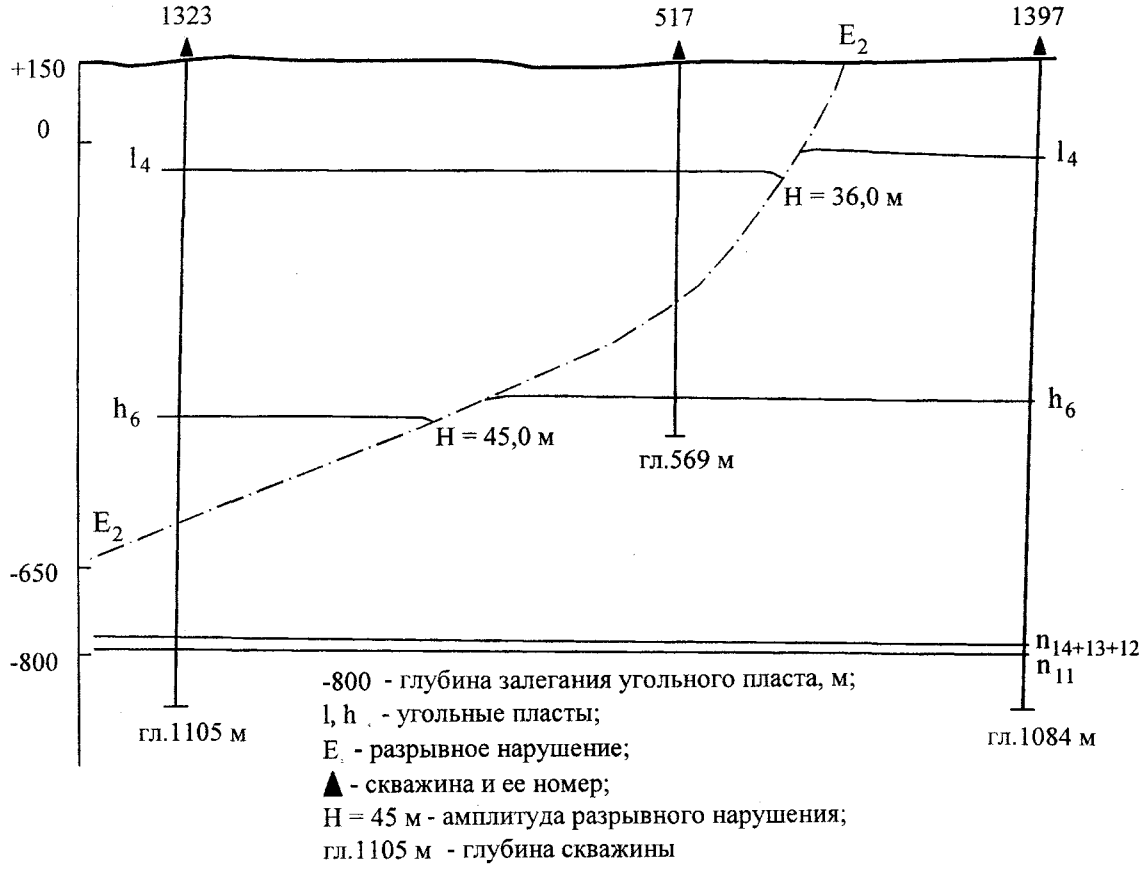


Рис.5. Геологический разрез по разведочной линии 6 (шахта «Северная»)

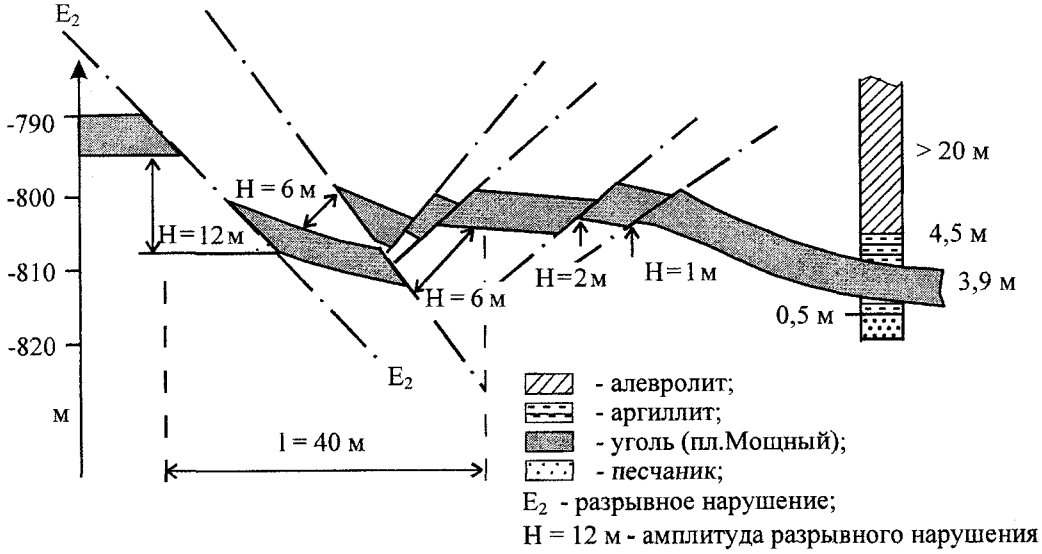


Рис.6. Разрез по конвейерному штреку 341с-222с

Оценивая тектоническую обстановку на описываемом участке, необходимо выяснить вопрос об относительном возрасте образования нарушений Д-Е, E_2 и $g\text{-}e_3$. Наиболее крупное нарушение Д-Е можно считать секущим, а нарушения E_2 и $g\text{-}e_3$ примыкающими. По данным эксплуатации угольных месторождений не было зафиксировано ни одного пересечения разрывных нарушений, что позволяет сделать вывод о более молодом возрасте примыкающих нарушений*. В нашем случае можно предположить следующую возрастную последовательность образования нарушений: сначала возник разрыв Д-Е, затем E_2 и, наконец, $g\text{-}e_3$.

Для сбросов характерна ориентировка осей главных нормальных напряжений, когда наибольшие сжимающие или наименьшие растягивающие главные напряжения σ_3 располагаются вертикально, а наименьшие сжимающие или наибольшие растягивающие σ_1 – горизонтально. Для взбросовой ветви нарушения Д-Е (севернее линии *С-С*, рис.1) ориентировка осей σ_3 и σ_1 должна меняться либо это может быть связано с морфологическими изменениями пласта, обусловленными наличием флексурных перегибов, что достаточно часто встречается на Воркутском угольном месторождении. Разновозрастность описываемых нарушений предполагает локальную перестройку регионального поля напряжений, что необходимо учитывать при геомеханических расчетах.

Анализируя документацию по нарушениям Д-Е, E_2, $g\text{-}e_3$, можно предположить, что мы имеем дело не с чистыми сбросами и взбросами, а со сбрососдвигами и взбрососдвигами. Это нарушения с векторами перемещения, занимающими промежуточное положение между линиями простирания и падения сместителя. Для диагностики сдвиговой составляющей необходимо тщательное изучение признаков перемещения на поверхности сместителя и других факторов сдвиговых деформаций во вмещающих породах. При пологом и наклонном залегании угольных пластов горизонтальное смещение по сдвигам приводит к образованию форм, характерных для взбросов и сбросов в сечениях вкрест простирания пласта и сместителя.

Сдвиговые составляющие и ширина зоны дробления увязаны с нормальной амплитудой смещения крыльев дизъюнктивов и изменяются по простиранию нарушений в соответствии с изменением амплитуд. По опыту отработки нарушенных угольных месторождений сдвиговые составляющие деформаций равняются примерно половине нормальной амплитуды нарушений.

Размер и направление сдвиговой составляющей корректировались по гипсометрическим планам пластов Мощного и Четвертого. Горизонтальное смещение устанавливалось по смещению изолиний в плоскости проекции пласта вдоль простираний сместителей нарушений.

На основании горно-геометрического и морфологического анализа установлено, что форма разрывных нарушений может изменяться как по падению, так и по простиранию благодаря развитию флексурных перегибов. Этот вывод важен для прогноза направления развития или затухания нарушений и принятия правильных инженерных решений при раскройке шахтных полей и выборе систем разработок угольных месторождений.

* Там же.