

УДК 622.211(571,17):551.243

Р. И. Ненашева, В. С. Зыков, Б. Б. Чебоксаров

ОЦЕНКА СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ КУЗБАССА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Современные угольные шахты представляют собой высокомеханизированные и высокотехнологичные горные предприятия. Но их успешная работа зависит не только от технотехнологического уровня, но и от качества планирования горных работ. При этом необходимо учитывать опасные и вредные проявления горного давления, характерных для Кузбасса техногенных геодинамических явлений: горных ударов, внезапных выбросов угля и газа, внезапных прорывов и др. В настоящее время не существует методики оценки тектонической сложности, определяющей возможность различных геодинамических проявлений на угольных шахтах, несмотря на то, что этим вопросам давно уделялось большое внимание как в научном плане, так и в практике ведения горных работ [1]. Решить рассматриваемую проблему можно, по нашему мнению, путем создания методики преобразования тектонической информации в качественно новые показатели, характеризующие геодинамическую активность горного массива.

Эти вопросы можно решить в том случае, если найти тектонические показатели, которые определят, с одной стороны, закономерность размещения тектонических форм, а с другой стороны – степень их влияния на геодинамическую ситуацию при ведении горных работ. Для установления этих показателей исследованы несколько геологопромышленных районов, находящихся в различных структурно-тектонических условиях.

Кузнецкий бассейн, как тектоническая единица, имеет верхнепалеозойско-мезозойский возраст и входит в Алтайско-Саянскую складчатую область.

Он обрамлен со всех сторон относительно древними структурами, которые повлияли в целом на его тектоническую сложность. Развитие тектонических структур Алтайско-Саянской области, в том числе и Кузнецкой территории, получило свое начало около двух млрд. лет назад и продолжается до настоящего времени. Современные взгляды на тектонику рассматриваемых структур включают такие понятия, как движение тектонических плит в прошлые и современные эпохи. Процесс движения тектонических плит объединяется под общим названием «Тектоника плит».

На всей территории Кузнецкого бассейна и обрамляющих его структур (Кузнецкий Алатау, Горная Шория, Салаирский кряж и Томь-Колывань) широко распространены складчатые формы и разломы (дизъюнктивы). Они представлены крупными единицами от первого порядка до малых структур третьего и четвертого порядков. Крупные разломы первого и второго порядков пересекают всю площадь с северо-запада на юго-восток и уходят за пределы Кузнецкой территории. Разломы второго и третьего порядков ориентированы в северном и северо-восточном направлениях. В меньшей степени распространены разломы широтного направления. В пределах Кузнецкой территории расположены тридцать девять тектонических блоков, которые образуют четыре микроплиты. Микроплиты различаются между собой формой, строением, направлением движения и способом контактового причленения к разломам первого и второго порядков. [2]

Кузнецко-Алатаусская мик-

роплита (I) характеризуется односторонним движением в северо-западном направлении. Она содержит в своем составе внутриплитные тектонические структуры второго и третьего порядков. Горношорская микроплита (II) имеет крайне сложное строение. В ее пределах выделяются шоли – локальные структуры: Кузнецко-Золото-китатская локальная структура (II-A) на севере смыкается с микроплитой IV и содержит ряд внутриплитных структур второго порядка: Яйский выступ (Я.) и Суховский (Сх.), Мурюкский (Мр.), Туганаковский (Тг) и Кузнецкий (Кз) грабены и горсты. Все северные внутриплитные структуры имеют вытянутую форму. И только при сочленении с Кузбассом, на востоке центральной части, тектонические блоки приобретают формы куполов (Крапивинские). При сочленении Кузбасса с Горношорскими пикообразными блоками некоторые тектонические структуры приобретают линзовидные формы. Здесь движение второй микроплиты резко меняет свое юго-восточное направление на юго-западное. Микроплиты III и IV формировались преимущественно при вращательном движении и поэтому имеют полуциркульные структуры. Они названы соответственно Кузнецко-Салаирской и Томь-Колыванской.

Следовательно, движение микроплит было как односторонним или вращательным, так и поступательным или комбинированным. Обычно при начальном движении плиты возникает ее вращение [3]. Последующее ее движение зависит от активности астеносферы, залегающей ниже плиты. Существуют методические приемы,

Таблица 1

Показатели тектонических секторов

Микроплита, название	№ сектора, его направление	Линейные показатели, км			Угловые показатели, град.			E_x/E_y	E_x/E_z
		E_x	E_y	E_z	E_a^0	E_{β}^0	E_{ρ}^0		
I Кузнецко-Алатаусская	E_{4-5} , с-в	61	31	2,5	18	81	81	1,9	24,4
	E_{6-5} , ю-в	32	18	2,2	20	80	80	1,8	14,5
	E_{6-7} , ю-в	38	8	2,6	12	84	84	4,7	14,5
II Кузнецко- Горношорская	1. E_{12-20A} ю-з	30	8	2,0	20	80	80	3,7	15,0
	2. E_1 , с-з	13	6	2,6	20	80	80	2,1	5,0
	3. E_{14-20B} , ю-в	45	12	3,9	11	84,5	84,5	3,8	11,5
	4. E_{14-21} , с-з	24	8	1,4	18	81	81	3,0	17,6
	5. E_{14-21} , ю-в	94	12	2,0	10	85	85	7,8	47,0
	6. E_{13-14} , ю-в	90	14	4,1	10	86	86	6,4	21,9
III Кузнецко-Салаирская	E_{18} , ю-з	31	16	2,0	20	80	80	1,9	15,5
	E_{20} , ю-з	71	19	2,2	12	84	84	3,7	32,3
IV Томь-Колыванская	E_{19A-19} , с-з	55	19	3,0	20	80	80	2,9	18,1

позволяющие определять скорость и направление движения плиты.

Для изучения характера движения Кузнецких микроплит были построены полюса Эйлера (рис. 1). Они играют в изучении тектоники плит большую роль. В частности, с их помощью можно определить направления движения микроплит, названных выше. Полюс Эйлера

является центром вращения плиты. Фиксируя координатную систему отсчета одной плиты относительно движения другой, можно видеть, что координаты последней, в системе отсчета первой, непрерывно изменяются.

То же произойдет с точками второй плиты относительно первой, если вторая плита вращается. Исключением является

единственная неподвижная точка Е – полюс (центр) вращения, постоянно сохраняющий в системе координат значения (X_E ; Y_E). Фиксированные точки Эйлера используются для описания вращательного движения плит. Нахождение полюсов вращения на плане начинается с определения границ и зон региональных разломов, по которым происходило продвижение

Таблица 2

Основные параметры тектонических секторов

Диапазон углов направления сектора, град	Разность в диапазоне, град	Величина деформации, E_z , м	Отношение показателей E_x/E_y	При влиянии каких полюсов Эйлера происходили деформации
Шахта «Распадская», пласт 6-ба				
<u>60-90</u> 38	30	3,0-31,0	2,1-7,5	E_3 , E_{13-2A} , E_{2-2A}
<u>100-140</u> 23	40	2,2-20,0	2,1-6,9	E_{14-20} , E_{2-13} , $E_{14-20(ЮВ)}$, $E_{13-14(ЮВ)}$
<u>240-270</u> 39	30	2,0-14,0	2,3-5,0	E_{20B-1} , E_{1-3} , E_{20B} , $E_{14-21(Ю3)}$, $E_{13-14(Ю3)}$
Шахта «Первомайская», пласт XXVII				
<u>45-90</u> 15	45	15,0-22,2	3,0-3,6	E_{12} , $E_{12-20A(СВ)}$
<u>91-110</u> 39	19	4,5-20,0	3,9-4,5	E_{20A}
<u>250-270</u> 46	20	5,0-15,2	2,8-4,2	$E_{12-20A(Ю3)}$
Шахта им. Кирова, пласт Поленовский				
<u>40-82</u> 21	42	1,0-1,4	3,4-7,6	E_{16-20}
<u>140-170</u> 50	30	0,5-1,5	5,0-7,5	E_{20-16}
<u>200-220</u> 29	20	0,1-1,0	2,1-4,0	E_{20}

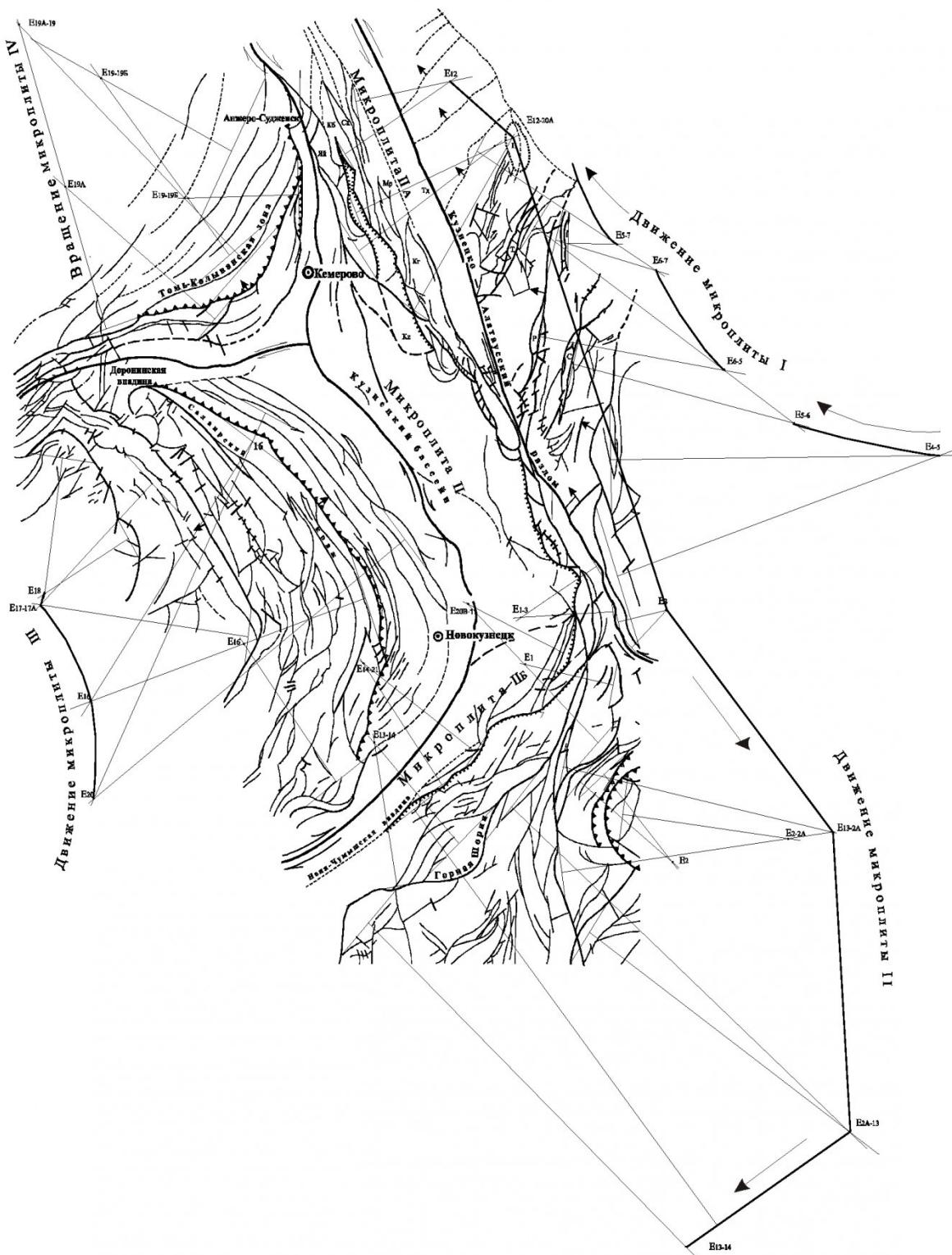


Рис. 1. Схема построения полюсов Эйлера и определение движения микроплит.

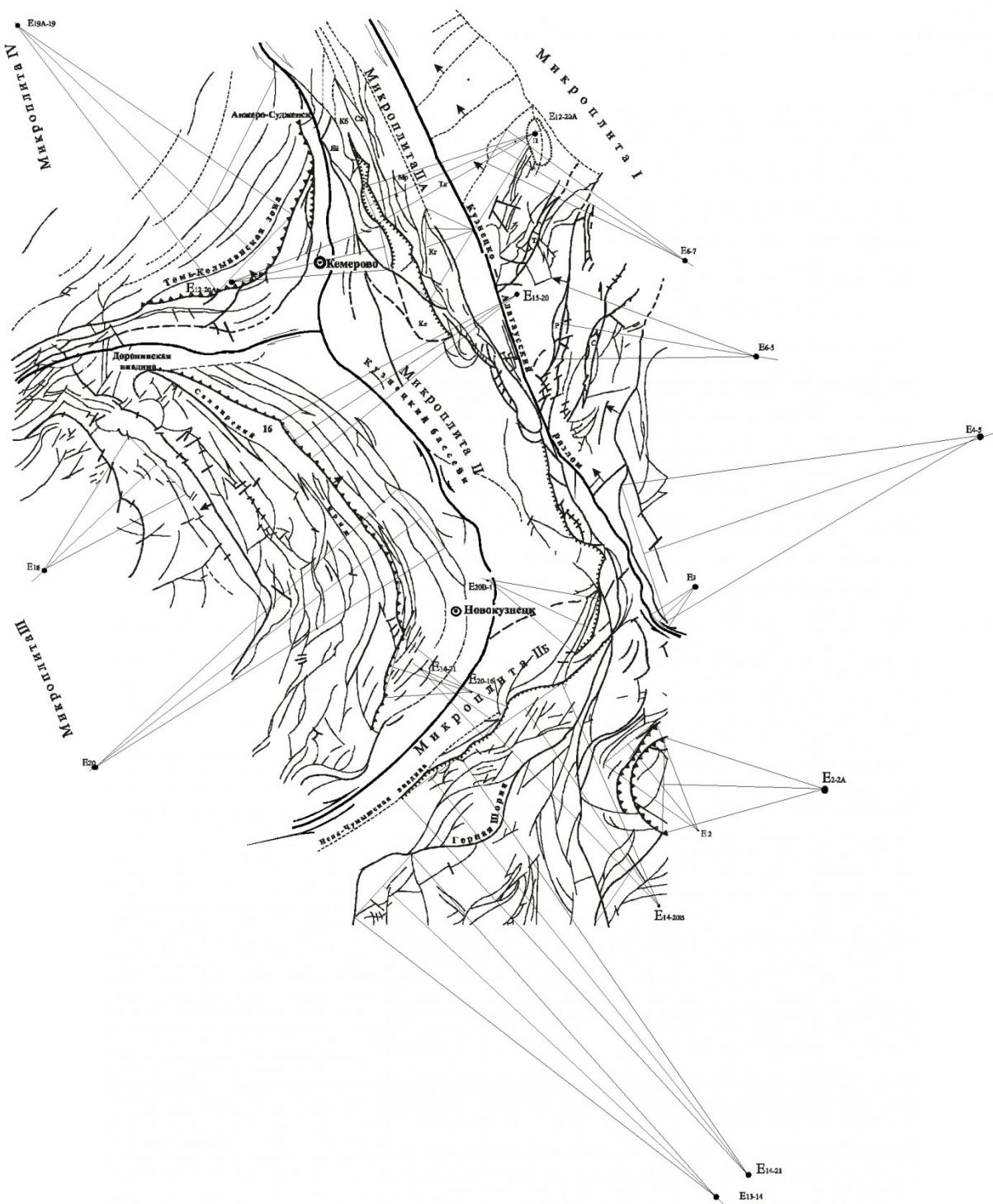
микроплит и шолей. Затем выделяются наибольшие перегибы разлома. Через каждый перегиб проводится укладывающийся в нем прямолинейный отрезок. К середине отрезка проводится перпендикуляр. Точка пересечения перпендикуляров, восста-

новленных к нескольким отрезкам, является полюсом вращения микроплиты или шоли.

Обычно для определения точки вращения принимаются не только разломы первого и второго порядков, но и разломы третьего и четвертого порядков,

когда они принимают участие в движении тектонических блоков. Полюса Эйлера соединяются между собой. Линия их соединения определяет поступательное движение микроплиты.

Для определения интенсивности тектонических деформа-



замыкания.

Это говорит о том, что некоторые тектонические блоки максимально деформированы, а некоторые из них временами проскальзывали относительно друг друга (при значениях $E_x/E_y = 1,8 \div 2,1$ единиц).

Все линейные показатели секторов микроплит I и II значительно отличаются на севере и юге. Некоторые из них характеризуются на юге высокими значениями показателя E_z или E_y , свидетельствующими о значительных деформациях, которые отразились на величине перегиба разломов первого и второго порядков или о преобладающем скольжении микроплиты. Для разломов третьего и четвертого порядков все линейные величины значительно уменьшаются.

Рассмотрено влияние форм движения и контактового прикрепления микроплит на тектонику шахтных полей и соответственно на горные работы. Для этого выбраны поля следующих шахт: «Распадская», «Первомайская», им. Кирова. Шахта Распадская находится в восточной части микроплиты II-Б, где резко меняется положение полюсов с юго-восточного на северо-западное направление. На шахтном поле ее отмечены следующие горно-геологические условия: крайняя восточная часть в основном подвержена растяжению, а внутренняя часть поля – сжатию и деформации. Выемка угля на шахте производится механизированными комплексами. Северо-западное падение пластов находится в пределах $6\text{--}10^{\circ}$. Кровля отрабатываемого шахтой пласта 6-Ба более чем на 37 % сложена прочными песчаниками, имеющими коэффициент крепости по М. Протодьяконову, равный 10-15. Около 63 % кровли составляют переслаивающиеся песчаники и алевролиты, коэффициент крепости которых до 10. Горное давление имеет разную интенсивность и проявляется в зависимости от горно-геологической

сложности, в основном наличия размывов и тектоники. Всего по пласту проанализированы с третьего по пятый технологические блоки. Возрастание глубины горных работ по пласту привело к увеличению вторичных осадок основной кровли. Непосредственная кровля склонна к накоплению потенциальной энергии и внезапному обрушению на участках, где наблюдаются значительные размывы кровли и частичное замещение угля песчаниками. Исходя из такого строения, ясно, что породы кровли формировались в континентальных условиях под влиянием на неуплотненные породы временных потоков и конусов выноса песчаного материала. Линии размывов угольного пласта и кровли в основном располагаются параллельно дизъюнктивам третьего и четвертого порядков. Неблагоприятные условия в лавах возникают при наличии крупных линейных размывов, мощность которых более 1 м, или при серии мелких сближенных размывов, падающих на забой. При площадных размывах возникает трудно управляемая кровля. Изменение их азимута простирации иногда наблюдается при скоплении мелких размывов на отдельных участках угольного пласта.

Так, в технологическом блоке № 3 кровля пласта на отдельных участках состоит полностью из песчаников, мощность которых находится в пределах 2-11 м. (местами она достигает 31 м). В последних случаях мощность пласта уменьшается с 4,5 до 2,8 м.

В некоторых лавах наличие трудных условий работы связано с крупноблочным и динамическим обрушением кровли. Такие условия зафиксированы при работе комплексами типа ЗОКП, ОКП-70, КМ-81, КМ-130.

Для определения зон, опасных по обрушениям кровли с возможными последующими горными ударами, по пласту 6-

ба построены тектонические сектора, показывающие характер распределения тектонических напряжений и деформаций. Сектора строились на основании изгибов локальных дизъюнктивов третьего и четвертого порядков. Высота тектонического сектора корректировалась с учетом величин (E_x) полюсов Эйлера, построенных на основании разломов первого и второго порядков. По перпендикулярам к линии наибольшего изгиба локального дизъюнктива достраивались с обеих сторон от перпендикуляра треугольные сектора. Определялись их направления по центру и значения показателей E_x , E_y , E_z , а также углы при вершинах E_a , E_{β_1} , и E_{β_2} (рис. 3). Ориентировки тектонических секторов, построенных по пласту 6-Ба, имеют три направления: северо-восточное, юго-восточное и юго-западное (табл. 2). Каждый тектонический треугольный сектор имеет длину до вершины (E_x), ширину основания треугольника (E_y) и высоту тектонической деформации (E_z). Количество и ориентировка дизъюнктивов третьего и четвертого порядков зависит от движения микроплит. Дизъюнктивы взбросового типа и антиклинали образуются преимущественно в секторах сжатия в плоскости, перпендикулярной действию тектонических сил сдавливания. Обычно такие участки располагаются на площадях, к которым направлены тектонические сектора своими вершинами или основаниями в сочетании с вершинами.

При растяжении образуются впадины (прогибы), сдвиги и брахисинклинали. Такие участки располагаются на площади пласта, заключенной между основаниями тектонических секторов, когда они распределены почти по кольцу или образуют расходящиеся ряды. При вращательном движении микроплиты образуются флексуры и мелкие складки, совпадающие со сдвигами и надвигами лест-

ничного или ступенчатого характера.

В пределах пласта 6-ба выделены по сложности следующие тектонические зоны. На площади профилей 21(13), 22(14) и V р.л. построен тектонический сектор со следующими параметрами $E_x = 750$ м, $E_y = 250$ м, $E_z = 21$ м, $E_\alpha = 18^\circ$, $E_{\beta 1} = 81^\circ$, $E_{\beta 2} = 81^\circ$. Сектор имеет преимущественно вращательное движение. В результате его действия образовалась серия полукольцевых разломов взбросо-сдвигового характера, которые значительно осложнили работу лав (5-6-2, 5-6-4, 5-6-6) технологического блока № 5.

Здесь серия размывов кровли параллельна простиранию этих дизъюнктивов. В неотработанной части пласта, в пределах реки Южный Ольжерас, наблюдается флексура, которая имеет длину наибольшего прогиба, равную 750 м. Построенный сектор пликативной деформации на основании флексуры имеет следующие параметры: $E_x = 850$ м., $E_y = 350$ м.,

$E_z = 100$ м., $E_\alpha = 33^\circ$, $E_{\beta 1} = 73,5^\circ$, $E_{\beta 2} = 73,5^\circ$. В пределах такой крупной флексуры дополнительно при горных работах, вероятно, будут вскрыты дизъюнктивы с простирианием, согласованным с направлениями параметров E_x и E_y .

При продвижении горных работ на площади тектонического блока № 5 к горизонтам +50 м и ± 0 м возможно проявление затруднений при управлении кровлей в районе профиля 19 и IV р.л., где два тектонических сектора сходятся вершинами и два сектора соединяются основаниями. Неблагоприятные горно-геологические условия отмечены при отработке пласта 6-ба в районе профиля 16 (7) и III р.л. Здесь один тектонический сектор направлен навстречу движению лавы. Другой расположен под углом 40-45° к направлению горных работ. Такие же условия сопровождали горные работы в районе путевого бремсберга технологического блока № 4, когда лавы № 4-6-16, № 4-6-18 до № 4-6-22 двигались

навстречу тектоническому сектору с параметрами $E_x = 800$ м, $E_y = 150$ м, $E_z = 10$ м, $E_\alpha = 18^\circ$, $E_{\beta 1} = 81^\circ$, $E_{\beta 2} = 81^\circ$.

Пять микроударов средней тяжести (лава № 4-6-15) проявились, когда три тектонических сектора были направлены навстречу друг другу своими вершинами. Эти сектора образуют с секторами, расположеннымными в пределах лав № 3-6-20 и № 4-6-15, тектоническое поле сжатия. Проявились микроудары и в полях растягивающих напряжений. Например, влияние тектонического сектора, построенного в пределах лавы № 4-6-19, сказалось на работе лав № 4-6-13 и № 4-6-17 (рис. 4). Неблагоприятные условия были выявлены при построении тектонических секторов в пределах западной части технологического блока № 3. Здесь мелкие складки сжатия чередуются со складками растяжения.

Все рассмотренные примеры и прогноз горно-геологических условий по пласту 6-ба на проектных участках

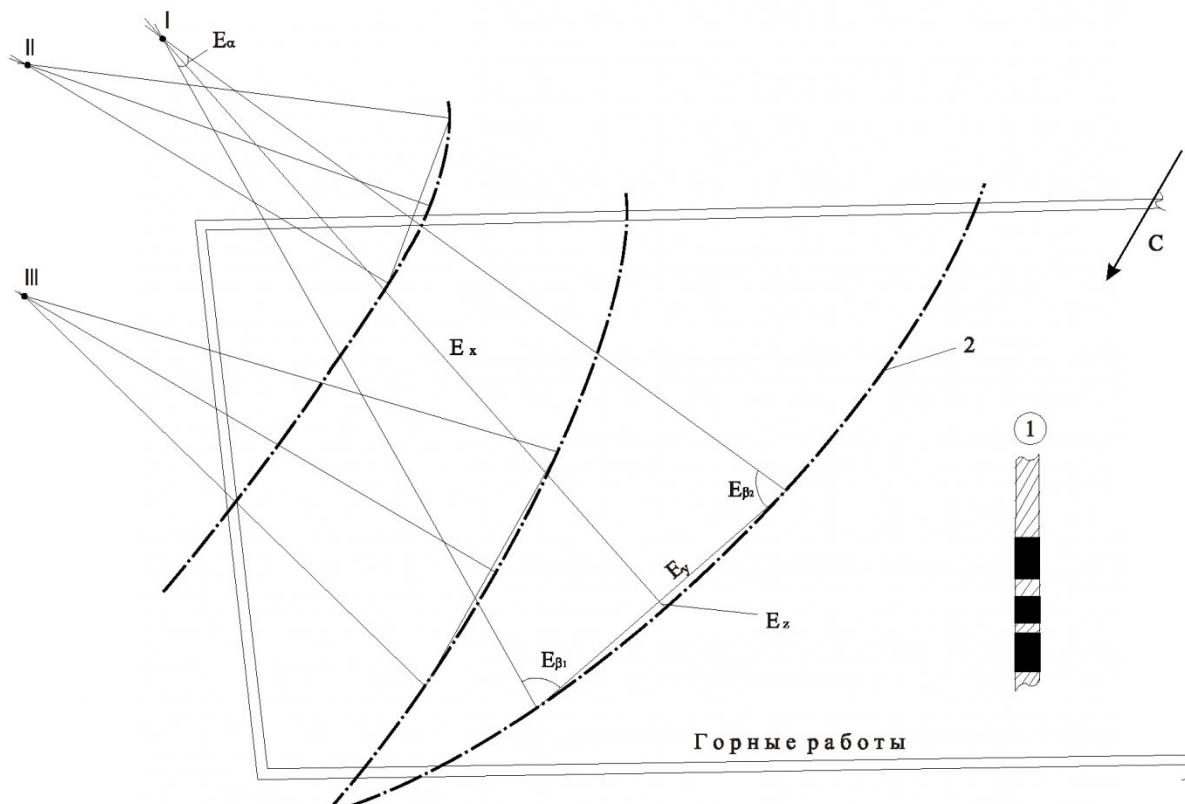


Рис. 3. Построение тектонических секторов с параметрами E_x , E_y , E_z , E_α , $E_{\beta 1}$ и $E_{\beta 2}$ для условий пласта 6-ба шахты «Распадская»

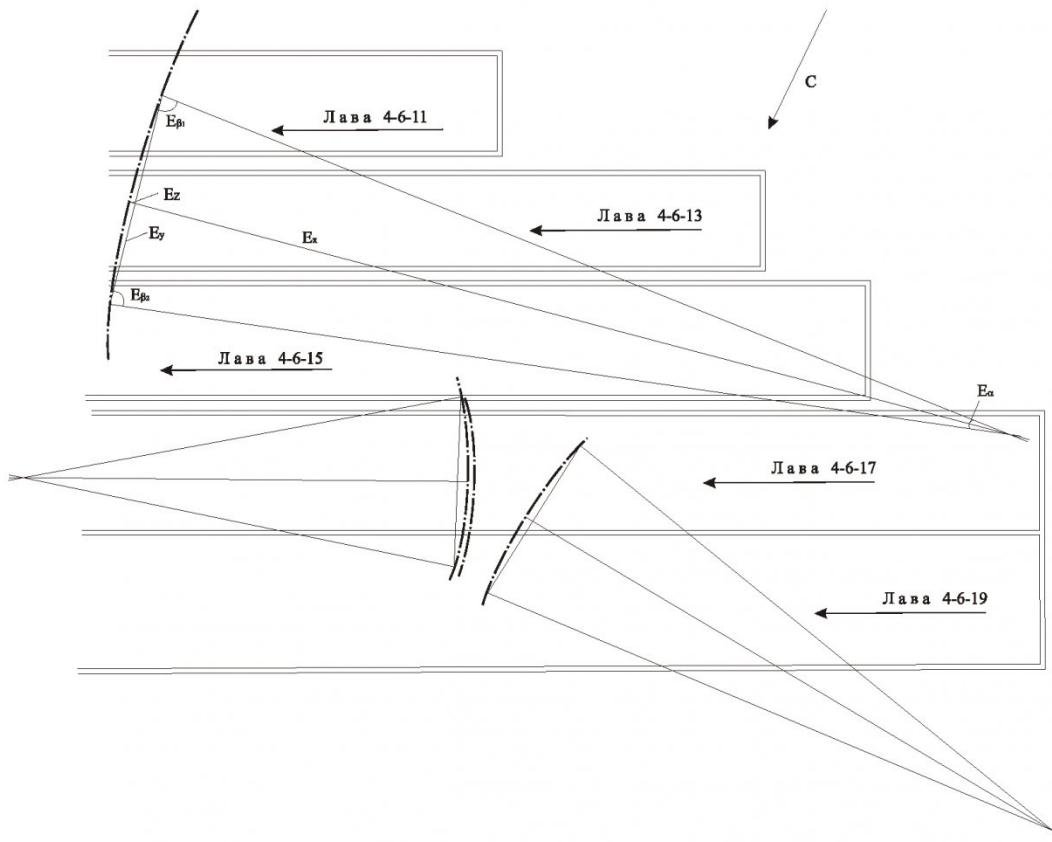


Рис. 4. Построение тектонических секторов сжатия и растяжения для пласта пласт 6-б в блоке № 4 шахты «Распадская»

невозможно привести из-за ограниченного объема статьи. Кроме того, требуются дополнительные исследования по документации шахты. Однако целесообразно высказать несколько предложений, которые следует учитывать при планировании горных работ в условиях шахты «Распадская»:

1. Необходимо при планировании горных работ выявлять зоны сжатия, где горные работы при раскройке шахтного поля движутся навстречу тектоническому сектору, или их серии.

2. Следует учитывать направление генетической трещиноватости, которая расположена обычно параллельно параметру E_x , реже E_y .

3. За счет локальных тектонических движений иногда образуются флексуры, купола и брахиантиклинали. Они являются хранителями газа. Сейсмические движения способствуют перераспределению газов и образованию дополнительных

скоплений в виде природных ловушек. Они возможны в том случае, когда породы кровли имеют плотную закрытую структуру, а уголь имеет повышенную зольность и плотное строение.

4. Для определения соотношения сопряженных дизъюнктивов могут быть построены стереографические диаграммы с совмещением параметров тектонических секторов и направления горных работ. Построение стереографических диаграмм позволит выделить плоскости, в которых располагаются оси тектонических напряжений ($\delta_1 > \delta_2 > \delta_3$). По соотношению осей с параметрами тектонических секторов можно выделить зоны, в которых наблюдается радиальное расположение вершин тектонических секторов или сближение их оснований между собой.

Далее рассмотрим условия работы шахты «Первомайская», которая расположена в пределах

микроплиты (шоли) ПА. Здесь наблюдается продольное проскальзывание микроплиты II относительно Кузнецко-Алатаусского разлома и прикрепление к нему тектонических блоков длинными сторонами. Местами наблюдается полное проскальзывание шоли, когда полюса Эйлера направлены в одну сторону и значение E_x/E_y не более 2 единиц или же проскальзывание происходит с изменением тектонических полей. Тогда полюса располагаются с обеих сторон от разлома первого и второго порядков. По шахте «Первомайская» исследовались условия горных работ для пластов XXI и XXVII. Исследования проведены как предварительные, учитывались только тектонические деформации угольных пластов. Во всех случаях в пределах этих пластов преобладают полюса Эйлера следующих направлений: северо-западное, юго-восточное и юго-западное. (табл 2). На от-

дельных участках проявляются полюса с северо-восточным направлением, но они крайне ограничены в распространении.

В целом при ведении горных работ возникают трудности при управлении кровлей, когда сектора пересекаются и образуют сложную тектоническую полосу или имеют разнонаправленный линейный тип расположения.

Такие условия могут возникнуть на проектируемых участках по пласту XXI на площади между разведочными линиями XIV и XIII. Тектонически очень сложный участок расположен в пределах р.л. 7 и XI р.л. при горных работах на гор. - 40 (абс. м.). Неблагоприятные условия были при горных работах по лавам № 11-12 и № 12-9 по пласту XXI. Такие же трудные условия будут в районах между Бирюлинской р.л. и 5 р.л. По пласту XXVII трудные условия по управлению кровлей возникнут на гор.-200. (абс. м.) от XVI до 4 р.л. В районе Кайгурской р.л. до III р.л. на глубоких горизонтах горных работ предварительно необходимо определить складчатые деформации типа флексур, которые, возможно, являются ловушками метана. Очень сложные тектонические условия будут на глубоких горизонтах между 9 и IX р.л., где наблюдается соединение текто-

нических секторов своими вершинами. По этой причине на этом участке преобладали вращательные движения тектонических блоков, которые привели к образованию сложно построенного крупного дизъюнктива типа взброса.

По шахте им. Кирова проанализированы в основном генетическая трещиноватость и мелкие дизъюнктивы по пласту Поленовскому. Шахта расположена в пределах микроплиты III, которая образовалась в основном под влиянием вращательного движения с надвигом на площадь Кузнецкого бассейна.

На горные работы шахты им. Кирова большое влияние оказывает направленность генетической трещиноватости, которая совпадает по простиранию с параметром E_x . Иногда трещиноватость ориентирована по направлению параметра E_y , и движение лавы оказывается встречным по отношению к трещиноватости. Это вызывает трудность в управлении кровлей. Поэтому необходимо предварительно перед планированием горных работ провести анализ тектоники на отработанных участках и определить сектора с изменяющейся ориентировкой трещин и учесть их направление на проектных участках.

В табл. 2 приведены основ-

ные направления тектонических секторов. Преобладают сектора трех направлений: северо-восточного, юго-восточного и юго-западного направлений. Вместе они составляют 91 %. На образование секторов третьего и четвертого порядков в пределах шахты оказали влияние поступательно-вращательные движения микроплиты III (рис. 2).

Таким образом, тектоника шахтных полей зависит от местоположения в структурно-тектонической схеме Кузнецкой территории, включающей Кузнецкий бассейн и обрамляющие его структуры. В целом Кузнецкая территория состоит из 39 тектонических блоков, образующих четыре микроплиты, различающихся между собой формой, строением, направлением движения и контактовыми причленениями к крупным разломам первого и второго порядков. Применив описанный выше метод определения типов движения микроплит, можно определить характер распределения горного давления и участки со сложными условиями при управлении массивом горных пород, а также прогнозировать зоны с повышенной газоносностью, опасные по газодинамическим проявлениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Федоров Н.А., Федоров В.Н. Прогнозирование тяжести проявлений горного давления в механизированных лавах. Учебное пособие. – Кемерово: (Указать издательство), 1982. – 73 с.
2. Ненашева Р.И., Трубчанинов А.Д., Чебоксаров Б.Б. Палеогеодинамические и современные сейсмические явления на кузнецкой территории. Региональный научно-производственный и социально-экономический журнал ТЭК, №№1-14, 2004, Кемерово с. 64-76
3. Кокс Алан, Харт, Роберт Брайан. Тектоника плит. – М: Мир, 1989. – 427 с.
4. Ненашева Р.И., Рогова Т.Б. Способ определения наличия и ориентировки нарушений пласта. А.с. « 1203453 МКИ G 0-9/00. Опубл. 07.01.84 г.

□ Авторы статьи:

Ненашева
Ревя Ивановна

- канд. геолого-минералогических наук,
доц. каф. маркшейдерского дела и геодезии,
директор геологического музея

Зыков
Виктор Семенович
- докт. техн. наук, проф., зав.
каф. маркшейдерского дела
и геодезии

Чебоксаров
Борис Борисович
- учебный мастер Кузнецкого геологического музея