Записки
Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени
горного института им. Г. В. Плеханова,
т. XXXIII, вып. 2, 1958 г.

ВТОРИЧНЫЕ СТРУКТУРЫ УГОЛЬНОЙ ЗАЛЕЖИ БАБАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ) И УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

В. В. Кирюков

Мелкие складки, куполовидные и гребневидные диапировые внедрения в перекрывающие слои, мелкая плойчатость и другие проявления так называемой вторичной тектоники в пределах мощных буроугольных залежей получали неоднократное освещение в литературе. Вторичная тектоника украинских буроугольных месторождений изучалась В. Н. Чирвинским, И. Е. Слензаком, М. Н. Карловым, В. Т. Сябряем [4, 12] и др.; немецких буроугольных месторождений — В. Готаном, К. Юрасским и др.; Коркинского месторождения — Г. Ф. Крашенинниковым, О. И. Пинчук [9, 11]; Бабаевского — А. С. Хоментовским и В. В. Кирюковым [8, 15].

Диапировые явления затрудняют разработку угольных залежей, разведка обычным методом не устанавливает местонахождения и масштабов диапировых явлений. Большая часть диапиров обнаруживалась только в процессе эксплуатации месторождений.

Автор настоящей статьи в течение 1952—1956 гг. изучал и документировал по обнаженным стенкам угольных разрезов Бабаевского, Маячного (Южный Урал) и Александрийского (Украина) месторождений разнообразные диапировые внедрения угольной залежи в перекрывающие породы и разработал гипотезу их происхождения.

1. КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГОЛЬНОЙ ЗАЛЕЖИ БАБАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бабаевское месторождение находится в юго-западной части Южноуральского буроугольного бассейна, в пределах Сакмаро-Бельского водораздела [1].

Угленосные (олигоцен-миоценовые по возрасту) отложения встречаются в многочисленных изолированных впадинах на палеозойском (герцинском) фундаменте юго-западного Приуралья. Большинство наиболее крупных месторождений (Бабаевское, Ворошиловское, Тюльганское и др.) приурочено к впадинам тектонического происхождения и расположено на гипсовых шляпах соляных куполов или на их крыльях. Некоторые месторождения расположены в эрозионных впадинах.

[1] Подробная характеристика бассейна и отдельных угольных месторождений приведена в работах И. В. Орлова [16] и А. С. Хоментовского [15], поэтому ограничимся кратким описанием одного из самых крупных месторождений — Бабаевского.

Угленосная толща Бабаевского месторождения имеет однообразный состав и сложена светлоокрашенными средне- и мелкозернистыми песками и песчаниками, глинами и бурыми углями. Мощность этой толщи достигает 250—300 *м*. Стратиграфически она подразделяется на три свиты: нижнюю (подугольную), среднюю (угольную) и верхнюю (надугольную).

Угольная залежь Бабаевского месторождения (рис. 1) имеет в плане изометрическую форму, а в вертикальном разрезе—однородное строение.

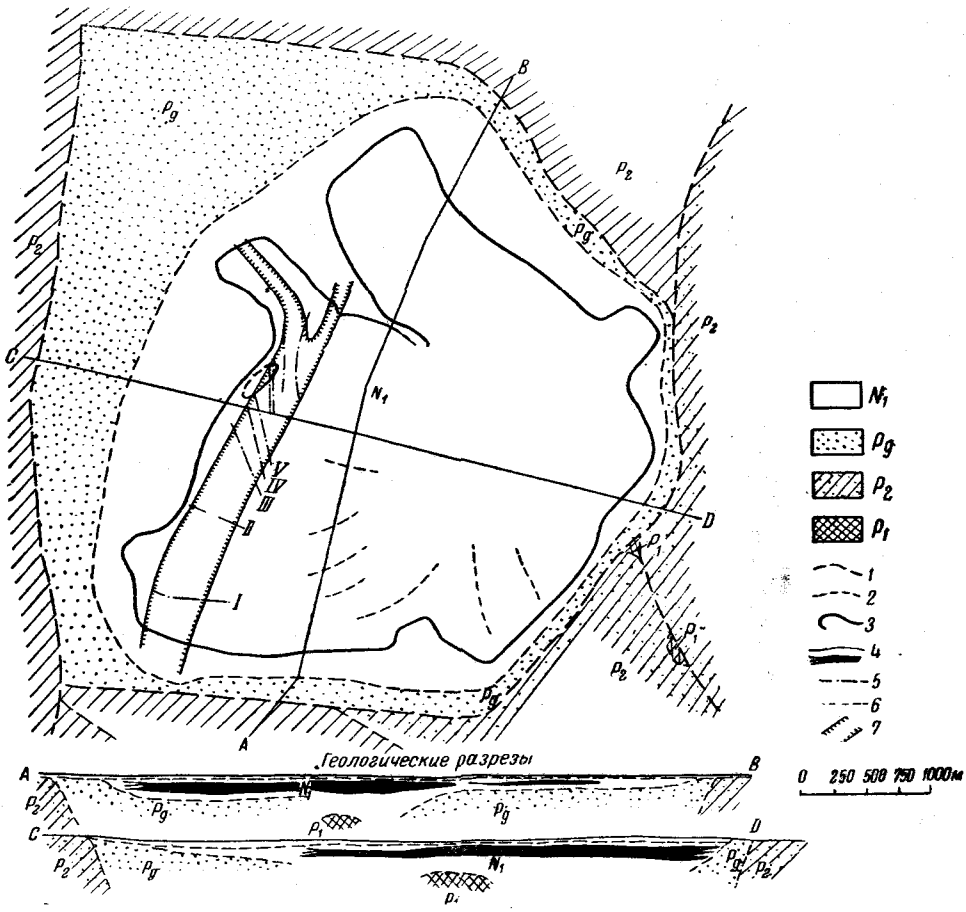


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Бабаевского месторождения:
P_1 — отложения кунгурского яруса; P_2 — отложения казанского и татарского ярусов; $P_д$ — отложения нижнего палеогена (верхнего триаса?); N_1 — угленосная толща; нижний миоцен; *1* — сбросы, ограничивающие котловину; *2* — граница распространения угленосной толщи; *3* — контур угольной залежи в плане; *4* — угольная залежь на разрезах; *5* — оси прослеженных диапиров; *6* — оси предполагаемых диапиров; *7* — горные разработки Ермолаевского угольного разреза

На отдельных участках залежь достигает весьма большой мощности (в среднем 40—60 *м*, максимум до 140 *м*) и содержит тонкие прослои углистых глин, мелкозернистых песков и глин с включениями лигнитов.

Накопление угольной массы происходило в пределах изолированной впадины. Способ выклинивания угольной залежи определяется характером контакта жестких бортов впадины и заполняющих ее пород, формой впадины и направлением сноса терригенного материала. Для восточного крыла угольной залежи, где имеет место значительная разность высот жесткого борта и ложа залежи, характерно резкое выклинивание без

расщепления. На юго-запад, юг и юго-восток мощность резко уменьшается и залежь быстро расщепляется. На север и запад уровень базального ложа повышается постепенно и выклинивание залежи происходит с расщеплением на два-три слоя.

Для всей залежи отмечено закономерное понижение ложа и повышение уровня кровли с северо-запада на юго-восток. Максимальная мощность залежи, превышающая в 2—3 раза среднюю, приурочена к участкам максимального прогибания почвы, что указывает на длительный и постоянный режим погружения. Превышение кровли в юго-восточной и восточной частях месторождения вызвано подъемом холмов Общего Сырта (близлежащей горы Уральской), который произошел в верхнеплиоценовое время, т. е. после захоронения залежи.

2. ВТОРИЧНЫЕ СТРУКТУРЫ УГОЛЬНОЙ ЗАЛЕЖИ БАБАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ. МЕЛКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ (ПЛОЙЧАТОСТЬ) И МЕЛКИЕ СБРОСЫ В ПРЕДЕЛАХ НОРМАЛЬНО ЗАЛЕГАЮЩЕЙ УГОЛЬНОЙ ЗАЛЕЖИ

Для угольной залежи Бабаевского месторождения характерны крупные плавные изгибы слоев. Крылья незначительных по масштабам поднятий и понижений (до 20—30 *м*) осложнены во многих местах мелкими складками и микронарушениями разрывного типа (рис. 2, 3).

Крылья крутых поднятий осложнены мелкими нарушениями взбросового типа, крылья пологих погружений подвержены слабой волнистости, в них встречаются также разрывные нарушения сбросового и взбросового типов. Величина смещений в нарушениях незначительна и редко достигает 1,5—2,0 *м*. Углы падения сбрасывателей сбросов колеблются от 45 до 50°. Углы падения сбрасывателей взбросов более пологи и изменяются от 45 до 25°. Плоскости сбрасывателей неровные, искривленные вследствие проявления микроскладчатости.

Образование сбросов, по-видимому, связано с просадками угольной залежи. Взбросы возникли одновременно с микроскладками и, вероятно, имеют то же происхождение. Большинство сбросовых нарушений и микроскладок развито только в пределах залежи.

Проявления диапировой тектоники в угольной залежи

Одним из проявлений вторичной тектоники в угольной залежи Бабаевского месторождения являются диапировые внедрения угольной залежи в перекрывающие породы. К диапировым внедрениям приурочены плоскости оползания крупнейших оползней, возникших при отработке месторождения Ермолаевским угольным разрезом. Диапировые внедрения разделяют надугольные водоносные горизонты на ряд небольших изолированных бассейнов, что затрудняет осушительные работы. Поэтому на разведку диапиров обращено большое внимание. Однако принятый метод разведки путем сгущения сетки скважин без учета геологических особенностей строения и распространения диапиров по площади залежи не дает даже при большой затрате средств достаточных данных.

Автором выделены два вида диапиров: куполовидные (рис. 4, 5) и гребневидные[1] (рис. 6, 7, 8).

Наиболее характерные диапиры, вскрытые горными выработками Ермолаевского угольного разреза, следующие.

[1] Куполовидный и гребневидный соответствуют форме поперечного среза диапиров горными выработками.

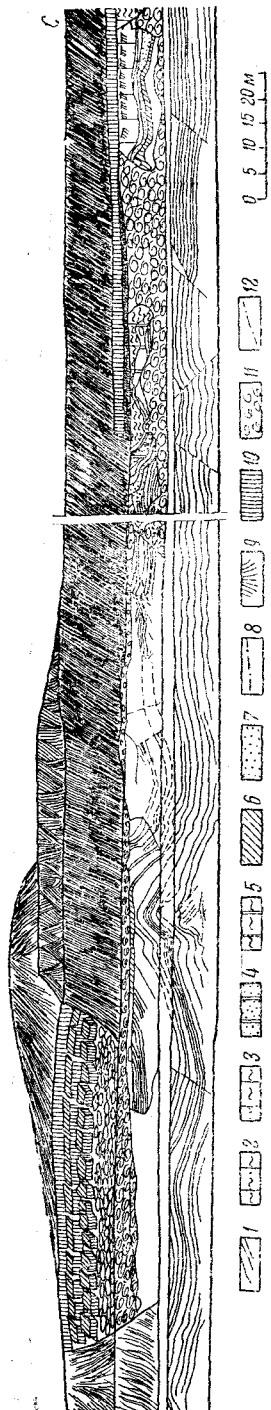


Рис. 2. Схематическая зарисовка западного борта осевой траншеи Ермолаевского (Бабаевского) угольного разреза:

1 — бурый уголь с ярко выраженной слоистостью; *2* — суглинки светло-коричневые четвертичные; *3* — глина коричневая четвертичная; *4* — песок среднезернистый кирпичного цвета, плиоцен; *5* — глина красно-бурая, плиоцен; *6* — белая и серая глина, миоцен; *7* — серый и белый мелкозернистый и крупнозернистый песок, миоцен; *8* — ископаемый (погребенный) почвенный горизонт; *9* — откос борта траншеи; *10* — крутые стенки траншеи; *11* — осыпь; *12* — сбросы в угольной залежи

В северном конце южной траншеи обнажен вытянутый в широтном направлении куполовидный диапир (рис. 4). Угольная залежь прорвала вышележащие верхнемиоценовые отложения и внедрилась в четвертичные, частично приподняв их. Наличие двух погребенных слоев чернозема, падающих под разными углами (35—40° — нижний, 12—15° — верхний погребенный почвенный горизонт), показывает, что внедрение угольной залежи в четвертичные отложения произошло в верхнечетвертичное время после захоронения нижнего слоя погребенной почвы и продолжалось во время захоронения верхнего слоя погребенной почвы. Если бы внедрение произошло ранее, слои погребенной почвы залегали бы горизонтально или слабо наклонно. Изгиб слоев на север, смятие в мелкие складки и срез у северного края выступа свидетельствуют о том, что передвижение угольной массы в куполовидный диапир привело к разрыву сплошности слоев у северного края и происходило с севера на юг. Передвижение угольной массы в купол происходило также с юга на север, но менее интенсивно.

Куполовидный диапир вытянут в широтном направлении и прослежен в длину на 250 *м*. Купол превышает угольную залежь с севера и запада на 25—30 *м* и с юга—на 15 *м*. Превышение восточного края купола пока не установлено. В пределах угольного ядра развиты быстро затухающие по разрезу антиклинальные складки с почти вертикальными осевыми поверхностями.

Совершенно иную форму имеют гребневидные диапировые внедрения угля и других третичных надугольных отложений в перекрывающую их четвертичную толщу. Отмечено несколько гребневидных диапиров, секущих под косым углом вытянутую в меридиональном направлении траншею угольного разреза.

К наиболее характерным гребневидным диапирам относятся следующие (рис. 6, 7, 8).

Гребневидный диапир № 3 угольной залежи, прорвавший как миоценовые, так и плиоценовые перекрывающие слои и внедрившийся в четвертичные отложения, представлен на рис. 6. Внедрение гребня угольной залежи происходило в четвертичное время, так как плиоценовые отложения прорваны, а четвертичные только приподняты.

Движение происходило по плоскостям скола, хорошо выраженным как в третичной, так и в плиоценовой четвертичной толще. Совместно с угольной массой в движение были вовлечены миоценовые, плиоценовые и древнечетвертичные отложения.

По поведению двух наблюдаемых горизонтов ископаемой почвы определяется более точный возраст внедрения. Нижний слой погребенной почвы разорван выступающими бурыми углями и миоценовыми серыми глинами. Следовательно, диапир возник в позднечетвертичное время пос-

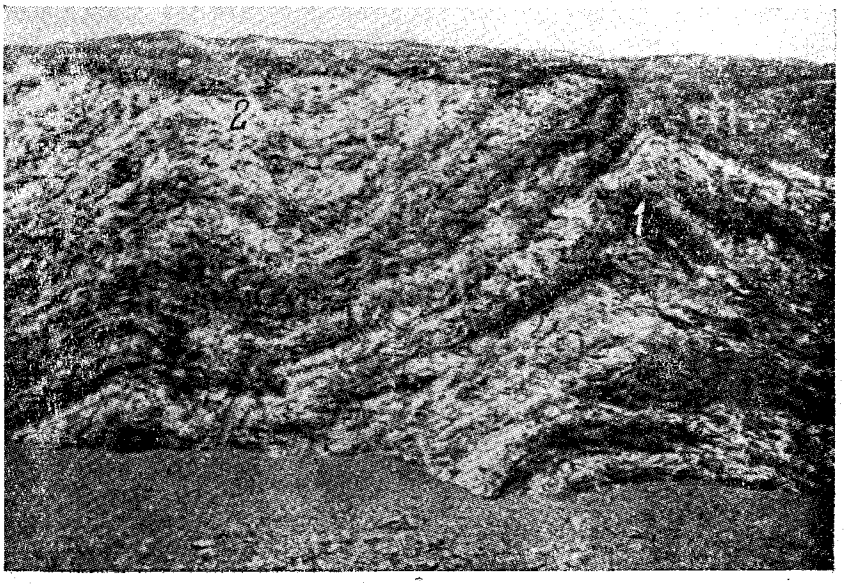


Рис. 3. Микронарушения (сбросы и взбросы) и микроскладчатость в угольной залежи (западная стенка Ермолаевского угольного разреза, горизонт 290 *м*, высота стенки 8 *м*):

1 — слои лигнитового угля коричневого цвета; *2* — слои светло-коричневого плотного угля

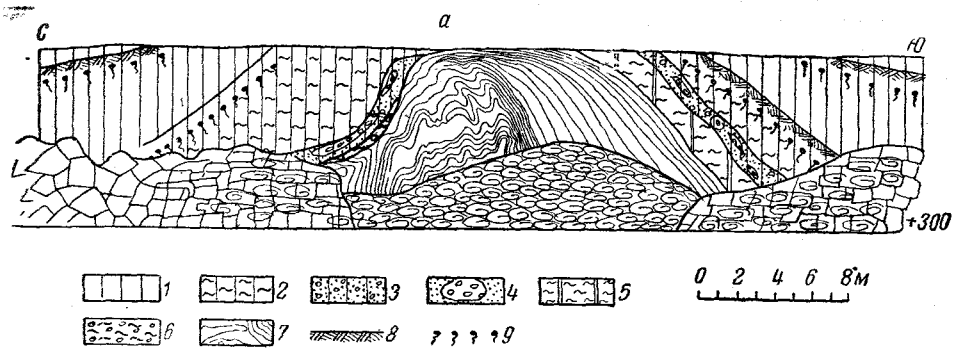
ле захоронения нижнего погребенного почвенного слоя, но до захоронения верхнего погребенного слоя.

Форма гребневидного внедрения довольно сложна. Оно представляет собой клин или гребень высотой в 10—20 *м*, резко выделяющийся из угольной залежи и внедрившийся в перекрывающие породы. Южная сторона гребневидного внедрения (висячий бок) имеет ровную поверхность, погружающуюся под углом 60—70°, северная сторона менее ровная и имеет опрокинутое залегание. Высота гребня изменяется по простиранию, повышаясь к северному и южному краям; длина диапира достигает 220 *м*.

Гребневидные диапиры № 4, 5, 6 и другие имеют одинаковое строение. Остановимся на детальной характеристике одного из них — диапира № 5.

На рис. 7 в различных сечениях показано диапировое внедрение № 5. Возраст внедрения по признакам, описанным для внедрения № 3, определяется как позднечетвертичный. Угольная масса прорывает голубовато-серые плиоценовые (?) глины и грубозернистые пески, частично увлекая их за собой, и внедряется в четвертичные глины и суглинки. Высота диапира выдержана по простиранию и достигает 30—35 *м*. Диапир имеет вертикальное или опрокинутое залегание и вытянут в длину на 250—

280 *м*. Ядро диапира сложено углем, а периферические части—надугольными миоценовыми и плиоценовыми глинами, песками и галечниками. Плоскость висячего бока диапира слабо волнистая, а плоскость лежащего бока смята в мелкие складки. Наклонно или почти параллельно диапиру проходят трещины скола, возникающие во вмещающих породах в результате подъема диапира.



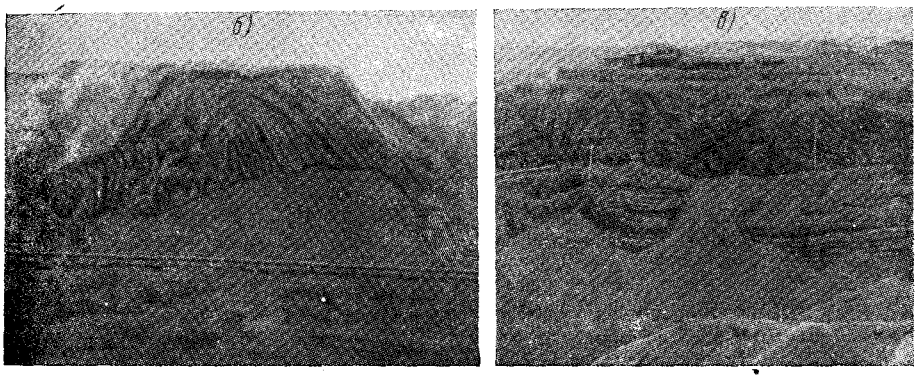
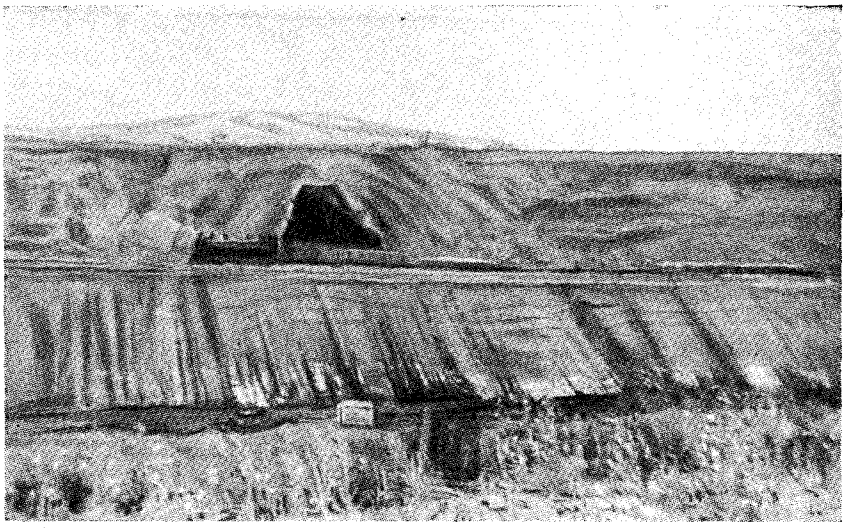


Рис. 4. Куполовидный диапир № 2:

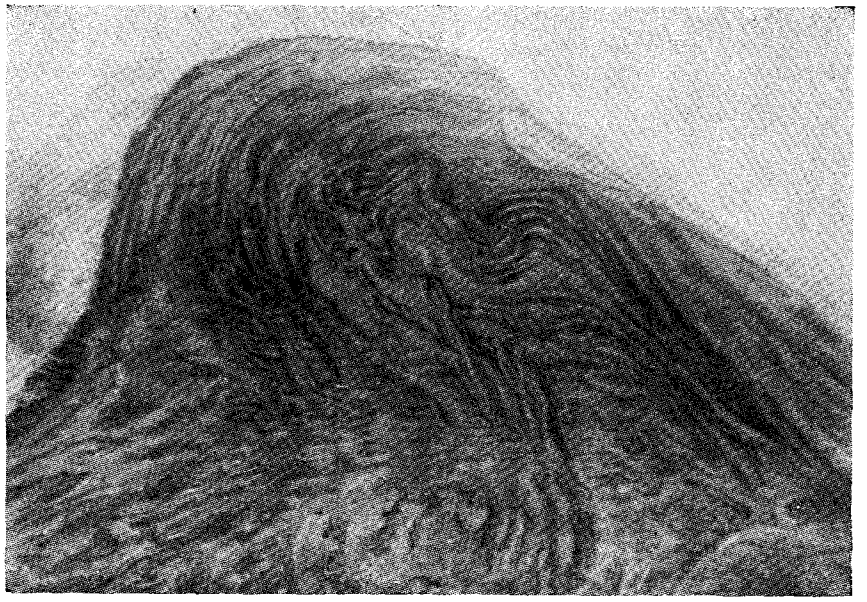
а — зарисовка восточной стенки Ермолаевского угольного разреза, горизонт 300 *м*; *б* — куполовидный диапир в поперечном срезе; *в* — смятие угольных слоев в нижней части куполовидного диапира, в 20 *м* ниже, горизонт 300 *м*; *1* — желто-бурый суглинок, четвертичный; *2* — красно-бурый суглинок; *3* — светло-бурый галечник, плиоценовый; *4* — линзы галечника в светло-буром песке; *5* — красно-бурая глина, плиоцен; *6* — белая глина с галькой; *7* — бурый уголь, слоистый; *8* — погребенная почва; *9* — журавчики (мергелистые конкреции)

Диапировые внедрения встречаются также в угольных залежах украинских буроугольных месторождений (Александрийского, Первозвановского, Юрковского и др.). С целью сравнения особенностей строения диапиров на Бабаевском и Александрийском месторождениях и выявления их происхождения автором были обследованы выработки Байдаковского и Семеновского разрезов Александрийского буроугольного месторождения.

Угольный пласт в пределах Александрийского месторождения имеет сложное строение и разделяется на два слоя (верхний и нижний). Верхний слой составлен двумя-тремя прослоями и имеет среднюю мощность 2,7 *м*. Нижний слой мощностью около 3,5 *м* более однороден. Межугольные прослои представлены углистыми глинами и песками. Почва пласта составляет углистый водоносный песок, реже — первичный каолин. Кровля пласта представлена глинами киевского яруса, углистыми глинами бучакского яруса и реже вторичными каолинами. Как видно из зарисовок (рис. 9), куполовидные диапиры представляют ярковыраженные ан-



а



б

Рис. 5. Куполовидный диапир на северном участке Ермолаевского разреза:
а — общий вид; *б* — мелкая плойчатость угольных слоев в диапире

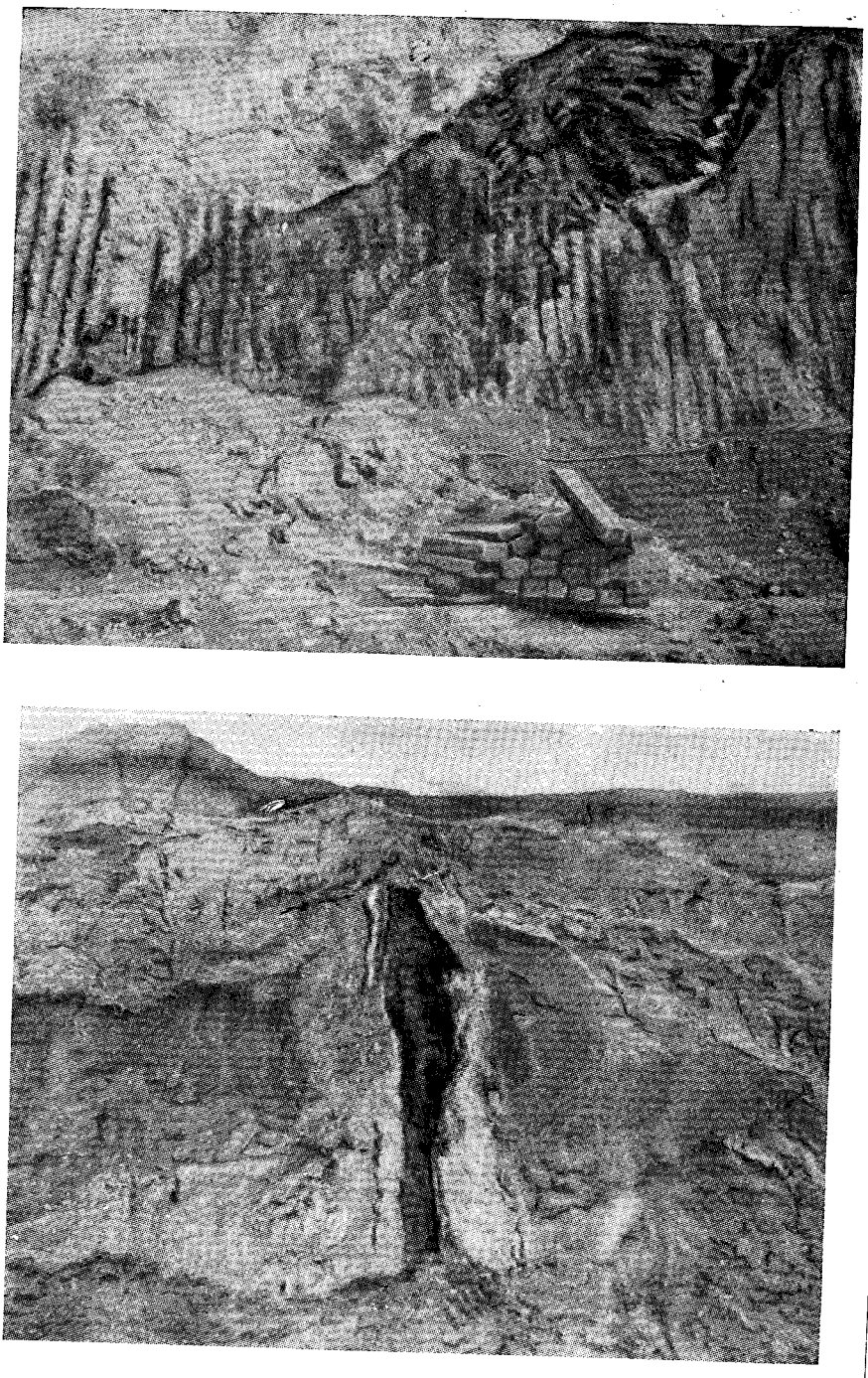


Рис. 8. Гребневидные диапиры на северном участке Ермолаевского разреза:

а — диапир с опрокинутым залеганием; *б* — вертикальный диапир (высота 12 *м*, мощность угольного ядра диаметром 1,0—1,5 *м*)

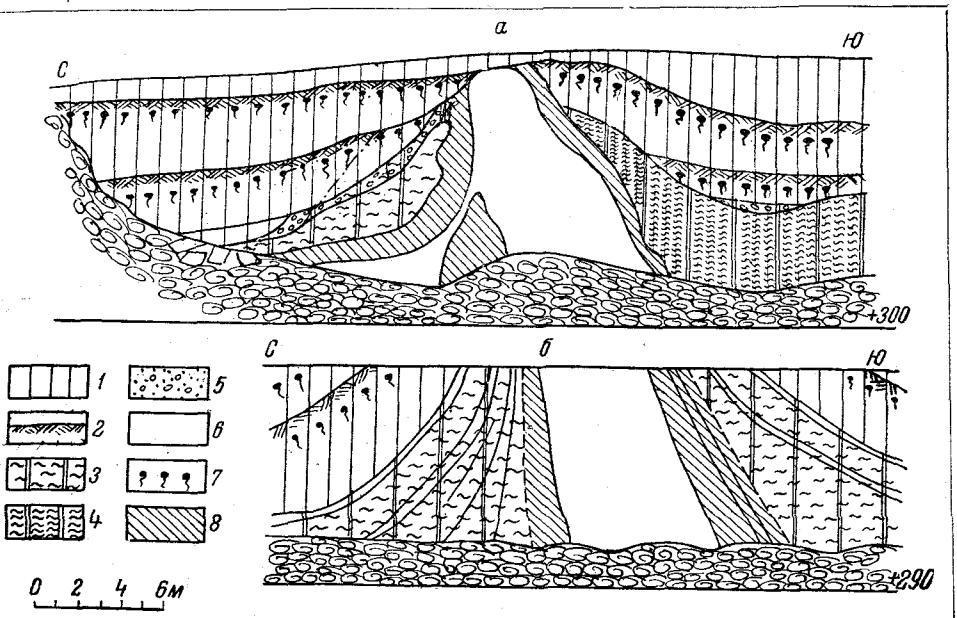


Рис. 6. Гребневидный диапир № 3:
а — восточная стенка осевой траншеи, горизонт 300 *м*; *б* — восточная стенка траншеи в 80 *м* севернее по оси диапира, горизонт 290 *м*; *1* — суглинок светло-коричневый и темно-коричневый, четвертичный; *2* — погребенная почва; *3* — глина светло-бурая, песчаная, плиоценовая; *4* — глина коричневая, песчаная, плиоценовая; *5* — галечник с крупнозернистым песком, плиоценовый; *6* — уголь; *7* — желваки мергеля («журавчики»); *8* — серая миоценовая глина

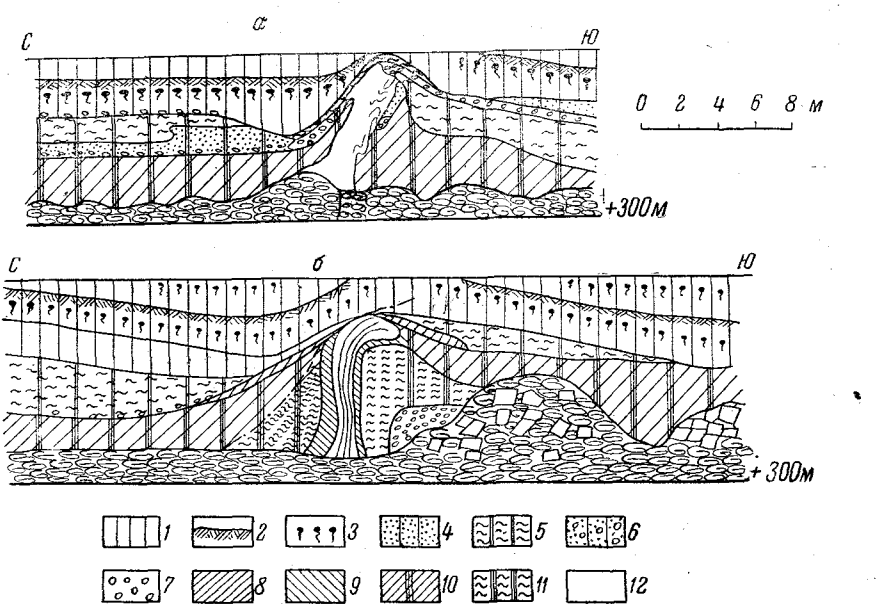


Рис. 7. Гребневидный диапир № 5:
а — восточная стенка осевой траншеи, горизонт 300 *м*; *б* — восточная стенка траншеи, в 90 *м* южнее указанной на «*а*» по оси диапира, горизонт 300 *м*; *1* — суглинок светло-коричневый; *2* — погребенная почва; *3* — желваки мергеля («журавчики»); *4* — песок ржаво-коричневого цвета; *5* — глина светло-бурая песчаная, плиоценовая; *6* — крупнозернистый серый песок с значительным количеством включений галек, плиоценовый; *7* — галечник с крупнозернистым песком; *8* — белая глина; *9* — серая миоценовая глина; *10* — голубовато-серая местами алевритовая миоценовая глина; *11* — темно-серая миоценовая глина; *12* — уголь; *13* — тектонические разломы

тиклинальные складки, вытянутые на многие сотни метров. Почва угольной залежи в местах проявления этих куполовидных диапиров залегает горизонтально. По внешнему облику, характеру слоистости в пределах куполовидного диапира, вытянутости структуры, параллельности этих структур — диапировые структуры Бабаевского и Александрийского месторождений весьма подобны [1].

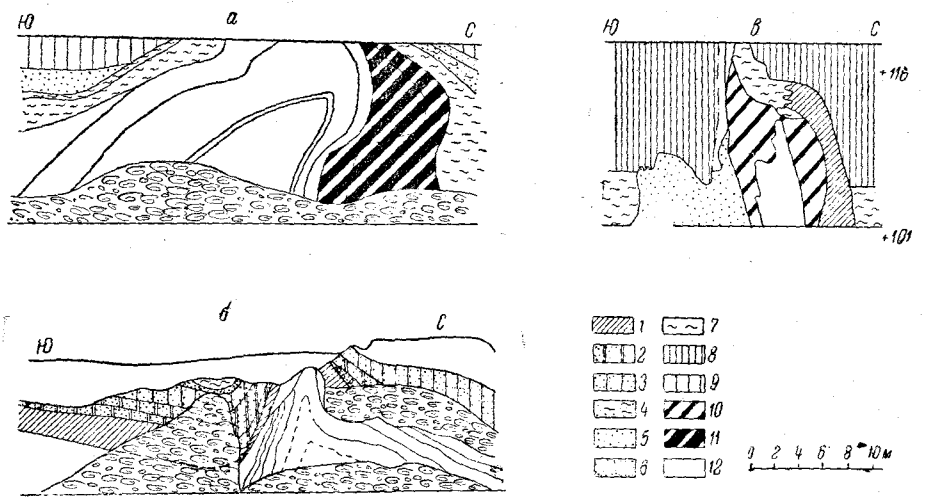


Рис. 9. Диапировые внедрения угольной залежи в перекрывающие отложения на Александрийском месторождении (Украина)

Угольные разрезы: *а* — Семеновский; *б* — Байдаковский; *в* — Байдаковский (зарисовка А. В. Кабакова); *1* — вторичный каолин; *2* — желтовато-серые пески киевского яруса; *3* — зеленовато-серые пески харьковского яруса; *4* — белые среднезернистые пески; *5* — зеленовато-серые мелкозернистые пески; *6* — желтые пески полтавского яруса; *7* — серая глина; *8* — палево-желтые суглинки (по А. В. Кабакову); *9* — белто-бурые суглинки; *10* — углистая глина; *11* — уголь глинистый; *12* — бурый уголь

3. МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ДИАПИРОВ УГОЛЬНОЙ ЗАЛЕЖИ, МИКРОСБРОСОВ И МЕЛКИХ СКЛАДОК

Деформации угольной залежи Бабаевского месторождения, как ясно из сказанного, проявляются главным образом в виде мелких сбросов, пологих изгибов, мелкой вторичной складчатости и диапировых внедрений угольной залежи в перекрывающие породы.

Причины возникновения складко- и диапирообразующих движений окончательно не выяснены, и заключения автора по этому вопросу имеют в большей части гипотетический характер.

Мелкие складки и диапировые внедрения, отмеченные для угольной залежи Бабаевского и других буроугольных месторождений, имеют много сходных черт с аналогичными структурами отложений Русской платформы, описанными В. В. Бронгулеевым [2]. В. В. Бронгулеев дал тщательный анализ проявлений мелких складок на территории Русской платформы. К сожалению, вопрос о проявлении мелкой складчатости в платформенных отложениях на молодом складчатом (подвижном) основании (например, в юго-западном Приуралье) им не затронут. Сравнивая данные автора с материалами В. В. Бронгулеева, следует учитывать существенные отличия тектонического режима молодой платформы (юго-западное Приуралье в пределах Предуральского прогиба) и изученных

[1] Подробные описания диапиров Александрийского месторождения см. В. Т. Сабряй [12].

В. В. Бронгулеевым районов древней Русской платформы, а также то, что описанные автором диапиры встречаются в рыхлых молодых отложениях, накапливавшихся в изолированных погружающихся впадинах.

Кинематика процесса образования мелких складок и диапиров угольной залежи в перекрывающие породы

1. Характеристика диапиров в разрезе и проявление в них микроскладок. В пределах Бабаевской впадины микроскладчатости подвержена главным образом угольная залежь и в меньшей мере — перекрывающая уголь рыхлая песчано-глинистая толща.

Наиболее ярко мелкая складчатость (плойчатость) выражена в куполовидных диапирах. Описанный выше куполовидный диапир (рис. 4) в поперечном срезе напоминает сильно уменьшенную солянокупольную структуру. Микроскладки слоев угля в пределах куполовидных диапиров быстро затухают по разрезу, дисгармоничны. Среди них преобладают антиклинальные формы. Слои, образовавшие сложный антиклинорий, оказались гипсометрически приподнятыми. Осевые поверхности складок почти вертикальные. Базальный слой[1] мелкой складчатости не был обнаружен.

Процесс образования складок в куполовидных диапирах можно рассматривать как результат резко дифференцированного тангенциального движения слоев угольной залежи, сопровождавшегося неравномерным удлинением отдельных слоев, слагающих микроскладки. Неравномерное удлинение слоев зависит от свойств различных типов угля, слагающих угольную залежь, а также от их мощности. Рыхлая угольная масса не способна передавать ориентированные усилия на достаточно большие расстояния, поэтому неравномерное удлинение слоев нельзя рассматривать как следствие их неодинаковой упругой деформации. Движение и перемещение угольной массы в данном случае является дифференцированным послойным течением. Течение вещества слоев сопровождается увеличением их удельной поверхности, т. е. поверхности слоев, отнесенной к единице площади, на которой развивается этот процесс. Слои надугольной толщи почти не подверглись микроскладчатости. Следовательно, движение слоев угольной массы, образовавших микроскладки, было тангенциальным. В местах куполовидных диапиров, где образуются мелкие складки, тангенциальное движение угольной массы сменяется вертикальным. Преобладание антиклинальных форм складок и увеличение мощности угольной залежи в местах проявления диапиров объясняется незначительным сопротивлением в этих местах вышележащих толщ вертикальному движению угольной массы, вследствие чего изменяется характер ее течения.

Мощность угольной залежи увеличивалась в куполовидных диапирах за счет уменьшения в пределах полосы, окаймляющей диапир. Одновременно уменьшалась мощность глинистых слоев, залегающих непосредственно над диапиром. Можно предположить, что утонение перекрывающих глинистых слоев связано с их растяжением вследствие увеличения поверхности растущего куполовидного диапира, так как мало вероятно, чтобы глинистая масса могла течь в направлении, противоположном направлению течения угольной массы. О перемещении глинистых слоев свидетельствует вторичная волнистость плоскостей наслоения (вдоль которых про-

[1] Слои, не подвергшиеся мелкой складчатости, и непосредственно подстилающие слои, смятые складами, по В. В. Бронгулееву, называются базальными.

исходило растяжение), схожая с волнистостью, экспериментально полученной С. В. Тромпом [13].

В гребневидных диапирах вертикальное движение угольной массы происходило наиболее интенсивно. В движение были вовлечены также надугольные глины. Рост гребневидных диапиров, в отличие от куполовидных, происходил быстро. Возможно, на участках поднятия кровли угольной залежи слои настолько напряжены, что нарушается их сплошность, и поднявшаяся часть залежи по возникшим трещинам внедряется в перекрывающую толщу.

Сравнение приведенных выше описаний вторичных структур молодой платформы с описаниями вторичных структур платформы по В. В. Бронгулееву [2] показало, что «мелкая складчатость» в пределах молодой и древней платформ имеет много общих черт и некоторые отличия. Например, для области подвижной платформы характерно преимущественное развитие мелких складок только в определенных слоях (мощные угольные залежи) и почти полное отсутствие в других породах (углевмещающая толща).

2. Анализ особенностей строения и расположения изученных диапиров и микроскладок в плане. Описания отдельных диапиров в поперечных разрезах еще не дают представления о роли, которую они играют в общей картине строения угольной залежи. Для этого надо иметь данные о распределении этих диапиров по площади залежи.

Особенности строения диапиров и микроскладок в угольной залежи в плане и их распространение по площади изучены еще недостаточно ввиду неполной обнаженности месторождения горными выработками (разработка ведется только в западной части месторождения).

Для изученных диапиров и микроскладок характерно следующее:

1. Линейность структур. Диапиры угольной залежи имеют ширину во многие десятки раз меньшую, чем длину. Например, диапир № 3 имеет длину более 200 *м* при ширине от 3—4 *м* в верхней части до 10—12 *м* у основания.

2. Ориентированность в одном направлении и параллельность отдельных диапиров в пределах одной группы. Все диапировые внедрения на северном участке Ермолаевского угольного разреза, например, имеют простирание в пределах 345—360°. Одинаковые простирания и приблизительно равные промежутки (50—70 *м*) между тремя крупными северными диапирами (рис. 1, выступы 3, 4, 5 и др.) показывают, что движение угольного вещества протекало приблизительно равномерно.

В плане можно выделить зоны угольной залежи, из которых угольная масса перетекала в куполовидные диапиры. Зона питания каждого куполовидного диапира окаймляет его со всех сторон, площадь зоны питания у пологих склонов куполовидных диапиров значительно больше, чем у крутых. Наиболее четко распределение диапиров должно бы отражаться в гипсометрических планах кровли угольной залежи, получаемых в результате разведочных работ. Но сравнительно редкое расположение разведочных скважин (через 100 *м* по квадратной сетке при обычной разведке или через 50 *м* при эксплуатационной разведке) не позволяет устанавливать расположение большинства гребневидных диапиров. Поэтому, определяя место предполагаемого диапира, кроме гипсометрии кровли, необходимо учитывать и уменьшение мощности третичных надугольных отложений (в местах проявления куполовидных диапиров), и резкое увеличение мощности угольной залежи.

Сопоставив планы изомощностей угольной залежи, гипсометрии кровли, изомощностей надугольных третичных отложений и разрезы, мо-

жно заключить, что диапировые структуры будут встречены и на других участках Бабаевского месторождения (рис. 1).

Динамика процесса образования куполовидных и гребневидных диапиров, микроскладок и микросбросов

Вопрос о происхождении движений угольной массы, приведших к образованию куполовидных и гребневидных диапиров и мелких складок, в угольной залежи очень сложен. Эти движения могли быть вызваны различными причинами.

Рассмотрим некоторые из важнейших гипотез образования мелких складок и диапиров в пределах котловин, вмещающих третичные угленосные отложения [1].

1) Гипотеза механического воздействия жестких бортов впадины на заполняющие ее отложения (В. Л. Яхимович). При погружении дна впадины происходило опускание заполняющих ее рыхлых осадков. Этому опусканию препятствовали жесткие борта впадины, состоящие из красноцветных песчаников. В результате возникали усилия, направленные от бортов в глубь впадины. Эти давления могли вызвать перемещение рыхлых отложений и образование диапиров, разрывов, мелких складок. Влияние сопротивления бортов впадины общему погружению заполняющих впадину слоев несомненно сказывалось на ее крыльях. Однако усилия, возникающие при этом, не могут передаваться на значительные расстояния рыхлой толщей и тем более вызывать движение угольной массы в залежи удаленной от бортов впадины на 100—700 *м*. Поэтому объяснять образование диапировых куполов и микроскладок в краевых, а тем более центральных частях залежи воздействием жестких бортов впадины нельзя.

2. Гипотеза влияния вторичной тектоники гипсосоляного купола, в проседающей шляпе которого накоплялась рыхлая угленосная толща [15]. Возникающие в кунгурской толще куполовидные образования воздействовали на отложения, перекрывающие кунгу, и могли вызвать в свою очередь образование аналогичных структур в этой толще. Но, как показало сравнение гипсометрии почвы и кровли угольной залежи, почва ведет себя гораздо спокойнее и более выдержана, чем кровля. Движение кровли гипсосоляного купола, его вторичная тектоника отразились на почве залежи в виде плавных изгибов. Однако внедрений соляных штоков в угольную залежь в пределах Бабаевского месторождения не обнаружено, так как значительная мощность толщи отделяет угольную залежь от кровли соляного купола (до 200 *м*). Внедрения соляных штоков и перекрывающих их отложений в угольную залежь наблюдаются на соседнем Маячном месторождении [14].

3. Гипотеза оползневого происхождения мелких складок и диапиров [10]. В процессе неравномерного (во времени и пространстве) погружения впадины происходит оползание значительных количеств отложившихся слоев по направлению от бортов к местам наибольшего погружения впадины. Эти оползневые явления могут вызвать образование микроскладок, диапиров и пр. Гипотеза древних оползней, изложенная в наиболее общем виде во многих курсах структурной геологии [1], а в последнее время предположенная З. А. Мишуниной для рыхлых отложений Приднепровья [10], не может быть применена для Бабаевского место-

---

[1] Некоторые из этих гипотез уже обсуждались А. С. Хоментовским [15].

рождения, так как участки залежи, где развиты микроскладки и диапиры, располагаются выше тех участков, где они отсутствуют. По оползневой гипотезе микроскладки и пр. должны возникать на участках депрессий в угольной залежи, в сторону которых происходило оползание крупных угольных масс. Такие участки пока не известны. Возможно, часть мелких складок, образовавшихся вблизи бортов впадины, является следствием древних оползней, не уступающих по масштабам современным оползням, возникающим при разработке угольной залежи.

4. Гипотеза неравномерности разбухания или выщелачивания отдельных типов угля [4]. Неравномерность разбухания или выщелачивания типов угля как причина, вызывающая их коробление и образованием мел-

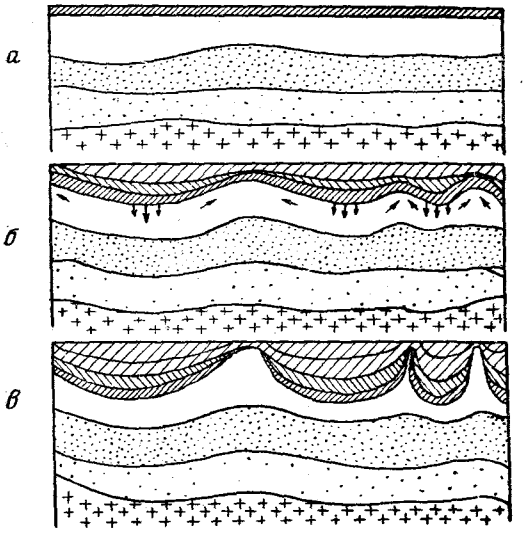


Рис. 10. Схема образования диапировых внедрений угольной залежи в надугольную толщу:

а — захоронение угольной залежи (средний — верхний миоцен); *б* — плавная деформация угленосной толщи вследствие неравномерной просадки кровли соляного купола и возникновение напряжений, возникающих в угольной залежи при неравномерном накоплении перекрывающих отложений (плиоцен-древнечетвертичное время); *в* — идеализированная схема вторичных структур угольной залежи (современный период)

ких складок, не подтверждается фактическим материалом. Расположение мелких складок и диапиров не зависит от расположения отдельных типов угля по площади залежи, но характер и интенсивность их развития в различных углях и породных прослоях различны.

5. *Гравитационная гипотеза.* Эта гипотеза наиболее универсальна [1, 5, 6, 7]. Она дает более полное представление о характере процессов, вызвавших образование описанных выше сложных вторичных структур угольной залежи [8, 11, 12].

Образование мелких складок и диапиров в угольной залежи могло происходить следующим образом (рис. 10). Котловина Бабаевского месторождения, послужившая местом накопления угольной залежи в течение олигоцена — нижнего миоцена, продолжала погружаться относительно жестких бортов в верхнем миоцене и четвертичном периоде. Отдельные части дна котловины проседали неравномерно, и в рельефе дна котловины выделялись приподнятые и пониженные участки. Угольная залежь подверглась короблению и плавным изгибам. Кровля и перекрывшие к этому моменту угольную залежь породы тоже приобрели соответственные уровни. В возникших таким образом пологих впадинах накопление осадков происходило с большей скоростью, чем на выступающих частях. Разность высот кровли приподнятых и опущенных участков залежи достигала 20—30 *м*. На фоне общего неравномерного погружения всей впадины возникло динамическое неравновесие масс с большим и меньшим объемными весами (вязкие глины и пески, слагающие

линзы глинистых и песчаных отложений, 1,7—1,8 и бурый уголь 0,9—1,1). Равновесие масс восстанавливалось в процессе перетекания более легкой и обладающей пластическими свойствами части толщи (угля) на участки с меньшей нагрузкой, т. е. на участки положительных изгибов угольной залежи, зародившиеся вследствие подвижности базального ложа. Перетекание угольного вещества происходило послойно и привело к образованию мелких складок и диапиров угольной залежи.

Попытаемся решить вопрос об источнике сил, вызвавших это движение. Какой характер имели эти силы и как они возникли?

Перетекание угольной массы с одних участков на другие было вызвано «раздавливанием» отдельных горизонтов с одновременным увеличением их поверхности. Угольная масса могла прийти в состояние пластического течения, если давление «раздавливания» было выше предела ее упругости и если разность (перепад) давлений между двумя точками была достаточной. Максимальное давление возникало над зонами, пришедшими в нисходящее движение, и угольная масса передвигалась на участки минимального давления, т. е. участки положительных изгибов угольной залежи. Перемещение угольной массы происходило в направлении, близком к горизонтальному. Внутри комплекса угленосных отложений интенсивность движений различна вследствие значительной разницы в свойствах составных частей. Наиболее заметному передвижению подверглась угольная масса. Интенсивность движения внутри самой угольной залежи вследствие ее неоднородного строения тоже была неравномерной.

Движение угольной массы на участках сжатия уподобляется в первом приближении ламинарному течению жидкостей (с отсутствием микроскладок), а на участках ослабленного давления — псевдотурбулентному (с присутствием ярковыраженных микроскладок антиклинального типа, однако без смешивания отдельных слоев).

Заключение

1. На разрабатываемых в настоящее время буроугольных месторождениях юго-западного Приуралья (Бабаевском, Маячном) и Украины (Александрийском, Юрковском и др.) встречаются многочисленные проявления вторичной тектоники угольных залежей: мелкие складки, сбросы и взбросы, куполовидные и гребневидные диапировые внедрения угольной массы в надугольную толщу.

2. Куполовидные диапиры представляют собой валообразные асимметричные в поперечном разрезе поднятия угольной залежи, вытянутые на 200—300 *м*. Превышение этих поднятий над нормально залегающей угольной залежью достигает 20—30 *м*. Слои, слагающие угольное ядро куполовидных диапиров, смяты в сложный антиклинорий, напоминающий поперечные срезы типичных солянокупольных структур.

Гребневидные диапиры представляют внедрившиеся в надугольную толщу узкие (от 2—3 до 15—20 *м*) и длинные (200—300 *м*) поднятия угольной залежи. Высота этих поднятий достигает 30—40 *м*. Для гребневидных диапиров характерно групповое расположение, параллельность, равномерное распределение по площади (через 50—70 *м* в пределах группы).

3. Образование куполовидных и гребневидных диапиров угольной залежи и мелких складок, по-видимому, связано с процессами течения угольной массы, вызванными неравномерным распределением нагрузок на различных участках залежи. Этот процесс в пределах Бабаевского месторождения протекал на фоне относительного, сравнительно с жесткими бортами, и неравномерного погружения впадины. Образование перечисленных вторичных структур в угольной залежи произошло в четвер-

тичное время, т. е. после отложения, захоронения и уплотнения угольной массы.

4. Ведение горных работ на Бабаевском месторождении затруднено наличием диапировых поднятий угольной залежи, так как по плоскостям подъема диапиров, при их вскрытии, возникают крупные оползни. Резкие колебания рельефа кровли ведут к повышению потерь угля, разубоживанию угля при отработке, затрудняют применение отвальных мостов и других крупных высокопроизводительных механизмов.

5. Куполовидные и гребневидные внедрения угольной залежи в перекрывающие рыхлые отложения, обнаруженные на Южно-Уральских и Украинских буроугольных месторождениях, будут иметь место и на других месторождениях, сложенных рыхлыми толщами (например, Кушмурун и др.), и поэтому при разведке необходимо обратить особое внимание на наличие диапировых структур. Работы по осушению угольных залежей, выбор направления разрезных траншей при вскрытии месторождений для отработки открытым способом необходимо выполнять с учетом наличия описанных выше вторичных структур угольных залежей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. Госгеолиздат, 1955.
2. Бронгулеев В. В. Мелкая складчатость платформы (опыт структурного анализа). Мат. к познанию геологического строения СССР. Новая серия. Изд. Московского об-ва испытателей природы, 1951, вып. 14 (18).
3. Зерчанинов И. К. О роли тангенциальных сил в формировании платформенных поднятий. Нефтяное хозяйство, 1952, № 10.
4. Карлов М. Н. Буроугольные купола в практике разведочного дела на Украине. Разведка недр, 1948, № 4.
5. Косыгин Ю. А. Механизм образования соляных куполов. Бюлл. Московского об-ва испытателей природы, серия геологич., 1946, № 5—6.
6. Косыгин Ю. А. О применении принципа вертикального раздавливания к мелким тектоническим структурам Русской платформы. Бюлл. Московского об-ва испытателей природы, серия геологич., 1948, № 6.
7. Косыгин Ю. А. Основы тектоники нефтеносных областей. Гостоптехиздат, 1952.
8. Кирюков В. В. Особенности геологического строения угольной залежи и природа углей Бабаевского буроугольного месторождения (Южный Урал). Автореферат кандидатской диссертации. Л. 1954.
9. Крашенинников Г. Ф. Молодая тектоника Челябинского буроугольного бассейна. Сов. геология, 1940, № 5—6.
10. Мишунина З. А. О природе дислокаций Среднего Приднепровья. ВНИГРИ, Геологич. сб., 1953, вып. 2.
11. Пинчук О. И. Мощные пласты угля и тектоническое перемещение (течение) угольной массы. Изв. Днепропетровского горного ин-та, 1955, т. 23.
12. Сябряй В. Т. Нарушения буроугольных пластов на месторождениях Днепровского буроугольного бассейна. Геологич. журн. ИГН АН СССР, 1954, т. 14, вып. 4.
13. Тромп С. В. Новые опыты по сбросовой тектонике и складчатости Гельмгольца. Тр. XVII Межд. геологич. конгресса, 1937, т. 2.
14. Хоментовский А. С. Тектоника Маячного буроугольного месторождения. Тр. треста Южуралуглеразведка, 1948, вып. 2.
15. Хоментовский А. С. Новейшие движения земной коры в пределах некоторых соляных структур Южного Приуралья. Бюлл. Московского об-ва испытателей природы, отд. геологич. 1953, т. 28 (4).
16. Орлов И. В. Геология и перспективы Южноуральского буроугольного бассейна. Тр. Лаборатории геологии угля, 1956, вып. VI.