

ВЛИЯНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА МЕТАМОРФИЗМ УГЛЕЙ ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА

На основі аналізу геологічних даних Донбасу та оточуючих його структур показано, що зміна ступеня метаморфізму вугілля могла бути викликана конвергентними процесами, які відбувалися в пермі на південній окраїні Східно – Європейської плити.

INFLUENCE OF TECTONIC PROCESSES ON METAMORPHISM OF COALS OF THE DONETSK POOL

It is showed on the basic of geological data analysis for Donbass and surrounding structures that the change of metamorphism degree in coals related to convergent processes which occurred on south part of Eastern-European plate.

В настоящее время общепризнано, что природная газоносность массива, физико-механические свойства пород и углей в региональном плане зависят от степени катагенетических преобразований. При этом отмечается, что преобразование пород, в основном, обуславливают давление, а углей – температура. Большинство исследователей Донбасса придерживаются теории регионального метаморфизма, согласно которой изменение степени метаморфизма углей определяется глубиной погружения. Но сведения о глубинной зональности преобразования углей и рассеянного органического вещества (РОВ) в различных бассейнах показали отсутствие одинакового палеогеотемпературного режима: если в Донецком бассейне угли марки Ж формировались на глубинах 3,5-4,0 км (по данным М.Л. Левенштейна), то в Прикаспийской впадине – 5,5-6,0 км, на Восточной Камчатке – 8,0-9,0 км, а в районе Каш Крик, Великая долина угли марки Д – на глубинах 5,5-10 км [1, 2]. Наряду с этими данными, в Донбассе был выявлен целый ряд противоречащих палеотермоглубинному метаморфизму фактов: во-первых, установлены участки аномальных соотношений между мощностью осадков и степенью их изменения [2], во-вторых, не установлено местоположение огромной массы размытых отложений, которые должны были быть накоплены для появления существующей степени метаморфизма углей. Учитывая эти сведения, наряду с глубиной погружения, были рассмотрены дополнительные факторы, объясняющие особенности процесса углефикации органического вещества в Донбассе [2]: Г.Л. Стадников объясняет его фациальными особенностями углей, В.И. Яворский – биохимическими процессами при накоплении осадков, В.З. Ершов – скоростью погружения, В.С. Шехунов – гипотетической интрузией, М.Л. Левенштейн – постседиментационными процессами и т.д. Следовательно, вопрос о причинах, которые обусловили метаморфизм углей Донецкого бассейна, остается спорным, и один из возможных его вариантов обсуждается в данной статье.

На современном этапе исследований во многих работах отмечается влияние

постседиментационных процессов на степень метаморфизма углей. Так, в работе В.С. Савчука [3] доказано, что в Львовско-Волынском бассейне (угли марок Г-Т) изореспленды расположены под углом 45° к изопахитам, что отражает расположение и постседиментационное влияние источника повышенных температур. В работе [2] показано, что в Кубано-Лабинском каменноугольном бассейне (угли марок Ж-Т) изореспленды имеют северо-западное простирание, а изопахиты северо-восточное. Но природа источников тепловой энергии в этих работах не установлена.

Авторы работ [4, 5, 6,] считают, что напряжения, испытанные угольными пластами при складкообразовательных процессах, приводят к выделению большого количества тепла, под действием которого происходит метаморфизм углей и РОВ. И.И. Молчановым [4] установлена тесная связь зон углефикации с тектоникой в Кузбассе, В.С. Вышемирским [5] – в угольных бассейнах Момо-Зырянской впадины в Средней Азии. В связи с этим А.А. Карцевым [6] предложен показатель – геохронобата, характеризующий нефтегазоносность бассейнов и включающий возраст вмещающих пород, глубину их залегания и степень тектонической дислоцированности. В Донбассе, несмотря на интенсивность тектонической дислоцированности, роль тектоники в процессе метаморфизма углей не рассматривалась.

Согласно современным представлениям Донецкий бассейн является составной частью Припятско-Днепровско-Донецкой мегаструктуры (ПДДМ). Основными элементами ее являются (с северо-запада на юго-восток): Припятская впадина, Днепровско-Донецкая впадина (ДДВ), Донецкое складчатое сооружение, южные и северные склоны этих структур, Кряж Карпинского.

В этой мегаструктуре угольные пласты нижнего карбона Припятской впадины преобразованы до марки Б-ДГ; ДДВ – марки ГЖ; Донбасса – марки А. В табл. 1 приведены литологические типы и мощности пород, накопленных в этих структурах в палеозое. Очевидно, что литолого-фациальные условия накопления отложений отличаются незначительно. Мощности отложений, а, следовательно, и глубины погружения изменяются от 4,5 км в Припятской впадине до 20 км в ДДВ и Донбассе.

Таблица 1 – Особенности литолого-фациальных условий накопления отложений палеозоя в Припятской, Днепровской и Донецкой структурах

Донбасс	Днепровско-Донецкая впадина	Припятская впадина
Средний девон		
Песчано-глинистая толща с подчиненными пластами соли	Песчано-глинистая и сульфатно-карбонатная толща, вдоль северного борта вулканогенные породы	Глины, аргиллиты, алевролиты, песчаники, органогенные известняки
450 м	200 м	120 м
Верхний девон		
Песчано-глинистые сланцы, известняки, переслаивающиеся с мощными палеобазальтами	Соленосные, вулканогенные (туфы и эффузивы кератофировой формации), карбонатные и песчано-глинистые отложения	Мергели, известняки, доломиты, песчаники, с прослоями солей и глин; формирование мощных рифогенных массивов
700 м	10 000 м	
Нижний карбон		
Водорослевые битуминозные известняки и доломиты, переслаивающиеся терригенными породами с прослоями углей	Известняки, песчаники, углистые прослой	Песчаники, глины (сильно ожелезненные); пески с прослоями глин; каолиновые глины с прослоями кварца и единичными прослоями углей (марка ДБ)
3 000 м	2 000 м (до 5 000 м)	1 300 м
Средний карбон		
Аргиллиты, алевролиты, известняки, песчаники, пласты и пропластки угля	Аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки, пласты углей в средней и верхней частях толщи	Песчаники, глины, известняки (растительные остатки и фауна отсутствуют)
1 200-6 900 м	1 900 м	250 м
Верхний карбон		
Очень слабая угленосность и убывание ее вверх по разрезу; исчезают карбонатные породы, появляются красноватые песчаники	Пестроцветные песчаники, глины, пески	Отложения отсутствуют; инверсия

Продолжение табл. 1

Донбасс	Днепрово-Донецкая впадина	Припятская впадина
2 300 м	1 500 м	
Пермь (P ₁ – P ₂)		
Песчано-глинистые карбонаты, известняки, соли	Песчано-глинистые, сульфатно-галогенные	Песчаники, глины, алевролиты с включением гипса и кальцита
500-2 000 м	1 000 м	200 м
Красноцветные глинисто - алевролитовые породы, конгломераты	Глины, песчаники, конгломераты	Конгломераты, аркозовые пески, песчаники
80-100 м	400 м	235 м
Триас		
Песчанистые, часто грубозернистые отложения, конгломераты, чередующиеся с глинами карбонаты, известняки, соли	Пестроцветы, глины, пески	Пестроцветные глины и песчаники
100 м	50-600 м	200-440 м
Юра		
Озерные глины с пластами углей, песчаники, известняки, коралловые рифы	Морские серые глинистые пески, известняки, пестроцветы	Глины, пески с растительными остатками, прослоями бурых углей
100 м	800 м	100-200 м
Мел		
Белые, серые глины, мел, опоки	Континентальные глины, пески, выше по разрезу мергельно-меловая толща	Континентальные песчано-глинистые отложения, выше писчий мел и мергель

Современное геотермическое поле Припятской впадины имеет асимметричную форму: в южной части температурные изолинии параллельны простиранию впадины, в северной – имеют вид замкнутых кривых (с увеличением температуры к центру). В работе [7] на основании исследования стратиграфических и палеогеотемпературных несогласий, фиксирующих скачком показателя витринита (уникальным свойством которого является необратимость молекулярно-структурных преобразований при снижении жесткости термобарических условий), появление такого геотермического поля объясняется наложением локального постседиментационного прогрева, связанного с воздействием магматогенного очага ($t_{\max} = 150^\circ$), на региональное, связанное с погружением впадины ($t_{\max} = 80^\circ$). В целом интенсивность тектонической дислоцированности Припятской впадины относительно невелика.

В ДДВ и Донбассе изопахиты каменноугольных отложений и изореспленды в региональном плане совпадают. Исходя из того, что разновозрастные угленосные отложения ДДВ и Донбасса, накопившиеся примерно в одинаковых литолого-фациальных условиях и погруженные практически на одинаковую глубину (табл. 1), по степени метаморфизма углей существенно различаются [8], и основным фактором, по которому эти бассейны отличаются, является тектоника, рассмотрим тектоногенез структур.

ДДВ представляет собой центральную часть ПДДМ и коренным отличием ее от Припятской впадины и Донбасса в тектоническом плане является отсутствие инверсии геотектонического режима. Глубинными разломами впадина разбита на серию блоков, которые в процессе осадконакопления, перемещаясь с различными скоростями, создали своеобразную картину выступов, мульд, флексур. В большинстве работ формирование ДДВ связывается, в основном, с неравномерным погружением и подъемом блоков фундамента.

Особенностью тектонического развития Донбасса является максимальная для ПДДМ по интенсивности инверсия геотектонического режима в конце палеозоя (заальская, пфальцская стадии герцинского орогенеза), в процессе которой угленосные отложения карбона были выведены на поверхность и смяты в складки продольного изгиба. На основании изучения катагенеза и протометаморфизма глинистых сланцев Донбасса в работе Н.А. Овейси [10], доказано, что «метаморфизм глинистых сланцев продуктивной толщи Донбасса происходил в пфальцскую стадию герцинского орогенеза (P_2-T_1)», Т.В. Дудар в Донбассе установила изменение геотермальной обстановки между отложениями нижней перми и дроновской свиты [11]. В работе Г.И. Князева [12] в пределах Донбасса установлена последовательная смена с юго-востока на северо-запад температуры оруденений: мезотермального полиметаллического (высокотемпературного) → эпитептермального ртутного (среднетемпературного) → телетермального медного и свинцово-цинкового, что свидетельствует о снижении температуры постседиментационных гидротермальных процессов с юго-востока на северо-запад.

На юго-восточном продолжении Донбасса (в Восточном Предкавказье) по материалам скважин (Котельниковских (C_1-C_3), Куберленских (C_3), Олейниковских (C_1-C_3), Промысловских (C_1-C_3) и др.) вскрывших палеозойские породы,

можно отметить, что каменноугольные (C₁-C₃) и нижнепермские отложения метаморфизованы и сильно дислоцированы, характерны крутые углы падения. Плотность пород карбона в указанных скважинах превышает 2,7 г/см³. Технический анализ линзы витрена в песчаниках показал V^{daf} равный 4%, что соответствует антрациту [2]. Породы, начиная с верхнепермских – нижнетриасовых и кончая эоценовыми, образуют слабодислоцированный (углы наклона 2-10°) платформенный чехол. Эти данные свидетельствуют об активных сжимающих напряжениях, действовавших в предверхнепермское время.

На основании приведенных данных можно предположить, что изменение геотермальной обстановки, а, следовательно, и метаморфизм углей, приурочены к определенному промежутку времени – P₂/T₁. При этом температура прогрева закономерно убывает с юго-востока на северо-запад. В этом же направлении убывает интенсивность тектонической дислоцированности.

Особое значение для определения природы катагенетических преобразований угленосных отложений представляет работа И.И. Аммосова и др.[8], в которой исследованы палеогеотемпературные условия преобразования осадочных толщ: кряжа Карпинского, ДДВ и Припятской впадин. Так как Донецкий бассейн является составной частью ПДДМ и расположен между ДДВ и кряжем Карпинского, то детально рассмотрим полученные данные (табл. 2).

Таблица 2 – Время наибольшего подъема и размыва отложений

Структура	Время наибольшего подъема и размыва отложений						
		C ₁ /C ₂		T ₃			
Припятская впадина							
ДДВ	D ₃ /C ₁		P ₁ /P ₂				K ₂ /P ₁
Донбасс			P ₁ /P ₂			J ₃	K ₂ /P ₁
Восточное Предкавказье			P-T		J ₁ /J ₂	J ₂ /K ₁	

Примечание. T₃ – палеогеотемпературное несогласие

В ДДВ выделено одно предверхнепермское ПГН (t_{max} от 100 до 220°). Совпадение изопахит с величинами максимальных палеотемператур отражает их генетическую связь. В региональном плане мощности каменноугольных отложений закономерно увеличиваются с северо-запада на юго-восток и от бортов к центру. На основании расчета размывных мощностей перекрывающих пород и градиентов температур авторами [8] доказана зависимость метаморфизма углей от глубины погружения.

В пределах вала Карпинского и примыкающей к нему с юга части структуры Восточного Предкавказья установлено три ПГН:

– между палеозойскими (t_{max} = 50°) и мезозойскими отложениями (t_{max} = 165°) – пфальцская фаза герцинского орогенеза (уменьшение палеотемператур с юго-востока на северо-запад);

– предсреднеюрское – t_{max} = 200-220° – донецкая фаза альпийского орогенеза;

– послесреднеюрское – t_{max} = 200-220° – адыгейская фаза альпийского орогенеза (увеличение палеотемператур с юга на север).

Из приведенных данных следует, что, во-первых, палеотемпературы в Восточном Предкавказье на границах средней юры были меньшими, чем в начале перми (следовательно, дополнительный прогрев отложений был невелик, поэтому увеличение степени метаморфизма углей и РОВ не происходило); во-вторых, в послесреднеюрское время местоположение источника повышения температур изменилось. Источник повышения температур авторами не определялся. Очевидно, что природа этих ПГН в каждой из рассмотренных структур различна, и, в отличие от ДДВ, описанные выше преобразования углей Припятской впадины и кряжа Карпинского связаны с постседиментационными тектоническими процессами.

И очевидно, что наибольшие подъемы и размывы отложений – стратиграфические несогласия – в ДДВ, Донбассе, кряже Карпинского (см. табл. 1, 2) в предверхнепермское время совпадают с ПГН. При этом величины стратиграфических несогласий и палеотемператур закономерно уменьшаются с юго-востока на северо-запад: от кряжа Карпинского к ДДВ.

Исходя из приведенных данных, можно предположить, что в предпозднепермское время источник повышения температур располагался на юго-востоке Восточного Предкавказья. Существование источника палеотемпературных аномалий на южной окраине Восточно-Европейской платформы (ВЕП) подтверждает работа [13] по Прикаспийской впадине, в которой показано, что в доверхнепермское время под влиянием высоких температур в известняках карбона произошло формирование твердых битумов, метаморфизованных до стадии керитов (импсонит, антраксолит). Это позволяет сделать вывод о единой природе процесса, обусловившего появление ПГН. Местоположение и воздействие источника обусловило закономерное уменьшение температур с юго-востока на северо-запад и максимальный прогрев палеозойских отложений в предпозднепермское время в Восточном Предкавказье → Донбассе → ДДВ. Удаленность источника объясняет его минимальное влияние на породы ДДВ и отсутствие влияния на породы Припятской впадины, палеогеотемпературное поле которой, обусловлено, наиболее вероятно, процессами, происходившими на западе ВЕП.

Возможность связи геодинамических процессов Донбасса с движениями в Средиземноморском регионе отмечалась в работах Лунгерсгаузена, А.В. Муратова, В.А. Корчемагина. Благодаря работам А.А. Моссаковского, Л.П. Зоненшайна, А.М. Городницкого, А.А. Белова, В.Г. Казьмина, О.С. Ступки, М.И. Павлюка и др. [14 -19 и др.], детально исследовавших литолого-фациальные условия осадконакопления и тектонические особенности южной окраины ВЕП, в настоящее время сформировалось общее представление о геодинамике этого региона. В соответствии с этими данными Донбасс в палеозое – мезозое располагался на южной окраине ВЕП и представлял собой внутриконтинентальный клиновидный морской залив океана Тетис. Между континентальным склоном и островными дугами существовали бассейны, в которых происходило накопление морских, прибрежных, лагунно-континентальных отложений. Конвергентные процессы, происходившие в Средиземноморском поясе, обусловили формирование структур, расположенных на юге ВЕП. В работе В.К. Гавриша [18] отмечено отсутствие гранитного слоя под складчатым Донбассом. В работе [20]

доказано, что Каспийское море имеет сложно построенный фундамент, состоящий из нескольких микроплит; при этом средний Каспий, имеющий в основании типично континентальную кору, представляет собой седлообразную перемышку между зонами погружения с субокеанической корой. В работе [17] удвоенная мощность гранитного слоя в районе горного Крыма интерпретирована как результат поддвига участков с океанической корой.

Проведенный анализ [20] тектоники структур, окружающих Донбасс, показал, что:

- в предпермское время началась инверсия Южно-Эмбенского авлакогена, в результате которой палеозойский массив Прикаспия был расчленен на отдельные блоки и несогласно перекрыт терригенными отложениями ранней (Караганак, Оренбург) и поздней (Астрахань) перми [13]. При этом если в допермское время участки Тенгиз, Южное и другие были наклонены на юг, то после инверсии – на север;

- в Добрудже в перми произошло поднятие Мэчинской зоны, сжатие в складки отложений свиты карапелит ($C_{2+3}+P_1$) – складки наклонены на северо-восток (45°) под углом 80° , характерны магматические явления [23];

- в Крыму, по данным В.И. Славина, в середине перми произошло закрытие палеозойского бассейна и смятие в складки толщи терригенного флиша ($C+P_1$); направление складок $310-320^\circ$ (Альминское окно) [23];

- на Кавказе – образование северо-западного Передового хребта и северо-восточного поднятия; в Восточном и Западном Предкавказье все породы сильно дислоцированы, в результате подъема блоков фундамента начали формироваться Ставропольский свод, Сальский выступ и др. [2, 23].

Анализ вышеперечисленных работ и приведенные данные позволяют предположить, что в перми на северной окраине бассейна Палеотетис происходил подвиг океанической литосферной плиты под континентальную. Это обусловило интенсивные инверсионные процессы как в Донбассе (но не в ДДВ), так и в других структурах, расположенных на южной окраине ВЕП.

Для зон субдукции характерны глубокофокусные землетрясения (отмеченные в Крыму, на Кавказе и Добрудже) и вулканизм, высокие тепловые потоки, вызванные трением плит, большие горизонтальные напряжения сжатия [22]. По оценке Ферхугена, для протекания реакций метаморфизма необходим тепловой поток в два раза превышающий его нормальное значение. Проведенные по методу Рейтена расчеты показали, что за счет перехода механической энергии в тепловую в зоне субдукции дополнительный тепловой поток в 1,5 раз может превышать стационарный. Следовательно, при поддвиге создается дополнительный источник тепла, интенсивность которого вглубь континента уменьшается. Одним из геологических признаков, характеризующих влияние конвергентных процессов, является совпадение стратиграфического несогласия с ПГН. В Восточном Предкавказье (Приманычская и Ачикулакская площади) на палеозойских отложениях, преобразованных до антрацитовых стадий ($350^\circ C$), залегают мезозойские отложения (триас+юра) с максимальной температурой преобразования ($165^\circ C$); к северо-западу (ДДВ) палеотемпературы уменьшаются.

ся до 100°C [8]. Совпадение стратиграфического и палеотемпературного несогласий можно логично объяснить появлением дополнительного источника прогрева отложений в предмезозойское время, базируясь на мобилистской концепции тектоники, без предположения о больших мощностях размытых отложений. В результате субдукции поднятые и размытые отложения палеозоя не остывали, а, наоборот, прогрелись до антрацитової стадии. Дж. Паккэм и Д. Фалви [22] по результатам исследования физических полей западной части Тихого океана установили, что влияние зоны субдукции может достигать 2500 км. Учитывая, что расстояние от зоны субдукции до Донбасса составляло, примерно, 1500 км, можно предположить влияние конвергентных процессов на уменьшение степени катагенетических преобразований осадочной толщи Донбасса с юго-востока на северо-запад.

Литогенетические типы отложений и распространение фаций в разрезе перми в Донбассе, наличие стратиграфического несогласия, вызванного подъемом и размывом отложений, особенности тектонической дислоцированности совпадают по времени с аналогичными процессами в других регионах южной окраины ВЕП, и позволяют предположить влияние одного глобального источника палеотемпературных преобразований и тектонических движений, вызванного конвергентными процессами.

Локальные аномалии тепловых потоков, выделенные в работе [21], которые, по мнению авторов, связаны с интрузиями кайнозойского периода, вследствие необратимости молекулярно-структурных преобразований при меньшей жесткости термобарических условий, влияя на метаморфизм углей в пределах этих участков не оказали (в отличие от Припятской впадины).

В результате проведенных исследований предложена новая модель преобразования углей и рассеянного органического вещества в Донбассе, базирующаяся на мобилистской концепции тектоники, согласно которой метаморфизм углей в Донбассе происходил в два этапа. Первый – региональный – связан с погружением угленосных отложений; второй – с локальным прогревом отложений на границе верхней и нижней перми под влиянием конвергентных процессов, происходивших в Средиземноморском поясе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние тектоно-сейсмических процессов на образование и накопление углеводородов – Новосибирск: Наука, 1985. – 223 с.
2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Угольные бассейны и месторождения юга Европейской части СССР / Под ред. И.А. Кузнецова, В.В. Лапушина, М.Л. Левенштейна и др. – М.: Гос. научн.-техн. изд-во лит. по геол. и охране недр. – 1963. – Т. 1. – 1209 с.
3. Савчук В.С. Нижньокарбоневе вугілля України: склад, якість та основні напрямки його раціонального використання: Автореф. дис. ... докт. геол. наук: 04.00.16 / ДГУ. – Дніпропетровськ, 2006. – 36 с.
4. Молчанов И.И. Взаимосвязь зон углефикации с тектоническими структурами в Прокопьевском и Киселевском районах Кузнецкого бассейна. // Вести Зап. Сиб. ГУ. – 1947 – Вып. 4. – С. 49-61
5. Вышемирский В.С. Геологические условия метаморфизма углей и нефтей // Саратов: Саратовск. университет, 1963 – 377 с.
6. Карцев А.А. Основы геохимии нефти и газа – М.: Недра, 1969. – 343 с.
7. Аммосов И.И., Горшков В.И., Гречишников Н.П. и др. Петрология органических веществ в геологии горючих ископаемых. Гл.5. Эволюция палеогеотермии Доно-Днепровского прогиба. – М.: Наука, 1987. – С. 67-97.
8. Лукин А.Е. Формации и вторичные изменения каменноугольных отложений Днепровско-Донецкой впа-

дины в связи с нефтегазоносностью. – М.: Недра, 1977. – 100 с.

9. Овейси Н.А. Катагенез и протометаморфизм глинистых сланцев среднекаменноугольных отложений Донбасса. – Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Киев. – ИГН 1968. – 19 с.

10. Дудар Т.В. Катагенез и наложенные изменения пород, вмещающих свинцово-цинковое оруденение в юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины. – Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Киев. – ИГН 1992. – 24 с.

11. Князев Г.И. Замкнутые и фрагментарные рудные пояса. – К.: Наукова думка. – 1973. – 256 с.

12. Айзенштадт Г.Е. Основные месторождения углеводородов подсолевого палеозойского комплекса Прикаспийской впадины // Геология і геохімія. – Львів, 1992. – № 2 (79). – С. 69-79.

13. Белов А.А. Тектоническое развитие альпийской складчатой области в палеозое // Труды АН СССР, вып. 347. – М.: Наука, 1981. – 195

14. Ступка О.С. О тектонической структуре ниже-среднепалеозойских отложений юго-западной и южной окраин Восточно-Европейской платформы и возможный механизм ее формирования (в связи с проблемой нефтегазоносности) // Геология и геохимия горючих ископаемых, Львов, 1991. – С. 13-24.

15. Казьмин В.Г. Коллизии и рифтогенез в истории океана Тетис // Геотектоника, 1989. – № 5. – С. 14-23.

16. Павлюк М.І., Бокун О.М., Копач І.П., Савчак О.З. Про ймовірний механізм формування складок в альпійському осадовому комплексі північно-західної частини шельфу Чорного моря // Геол. і геохім. гор. копалин, 1996. – № 1-2 (94-95). – С. 26-31.

17. Зоненштейн Л.П., Городницкий А.М. Палеозойские и мезозойские реконструкции континентов и океанов // Геотектоника, 1977. – № 2. – С. 3-24.; Геотектоника, 1977. – № 3. – С. 3-24.

18. Гавриш В.К. О рифтогенезе Днепровско-Донецкой впадины // ДАН СССР. – 1981. – Т. 256. – № 6. – С. 1447-1449.

19. Айтиалиев Ш.М., Байхман Р.Б., Сыдыков А.А. Оценка сотрясаемости Каспийского бассейна с учетом особенности региональной геотектоники // Геодинамика и напряж. сост. недр Земли. – Новосибирск, 2004. – С. 33 – 40

20. Лукинов В.В., Пимоненко Л.И. Развитие Донбасса в мезозойскую эру // Геол. і геохім. горюч. копалин. – Львів, 1993. – № 4. – С. 43-51.

21. Паккэм Дж., Фальви Д. Гипотеза образования окраинных морей западной части Тихого океана // Новая глобальная тектоника. – М.: Мир, 1974. – С. 288-314.

22. Геофизические исследования и тектоника юга Европейской части СССР // Отв. ред. С.И. Субботин. – К.: Наукова думка. – 1969. – 247 с.

23. Кутас Р.И., Выговский В.Ф. Изменение теплового режима земной коры на альпийском этапе ее развития // Геотермометры и палеотемпературные градиенты. – М.: Недра, 1981. – С. 82-92.