



УДК 551

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ДЕГАЗАЦИИ ЗЕМЛИ

ORIGIN OF GLOBAL DEEP BREAKS AND THEIR VALUE IN DECONTAMINATION OF THE EARTH

Ахвердиев А.Т.

кандидат геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник,
Институт Геологии и Геофизики
НАН Азербайджана
hhagverdiyev@mail.ru

Керимова Н.Т.

Институт Геологии и Геофизики
НАН Азербайджана

Нариманов Н.Т.

Нефтяная Академия Азербайджана

Каграманов К.Н.

кандидат геолого-минералогических наук
Компания SOCAR

Самедова Р.А.

Институт Геологии и Геофизики
НАН Азербайджана

Аннотация. В статье с позиции концепции динамики эволюции земной коры (КДЭЗК) излагаются происхождение и условия формирования глобальных глубинных разломов и их закономерности распространения, а также значение их в дегазации Земли. Согласно этой концепции, при вращении Земли создаются геодинамические силы и все геологические процессы, в том числе: перемещение литосферных масс и их разрушения; образование глобальных глубинных разломов; внутриземные аномальные явления; вулканоплутонические процессы и землетрясения; формирования горно-складчатых систем и др.

Ключевые слова: тектоника, спрединг, магма, глубинные разломы, супердивергентная зона.

Akhverdiyev A.T.

Candidate of geological
and mineralogical sciences,
Leading researcher,
Institute of Geology and Geophysics
NAN of Azerbaijan
hhagverdiyev@mail.ru

Kerimov N.T.

Institute of Geology and Geophysics
NAN of Azerbaijan

Narimanov N.T.

Oil Academy Azerbaijan

Kagramanov K.N.

Candidate of Geological
and Mineralogical Sciences
SOCAR company

Samedova R.A.

Institute of Geology and Geophysics
NAN of Azerbaijan

Annotation. The origin and distribution patterns of world networks, deep faults as well as their importance in the geological processes formation including volcano-plutonic, metamorphic processes and mineralization associated with them were considered in this article. Their distribution patterns in the Earth surface have been given. Their unique features from the perspective of the conception of Earth Crust dynamics evolution (CDEC) have been determined. Main genetic types of deep faults have been distinguished and characterized and their importance in the Earth Crust evolution and mineralization has been determined. The article focuses on Earth degazation nature and its role in formation of economic minerals from point of New geodynamic of the Earth Crust evolution based on Earth rotation. There is deep faults role in Earth degazation and geodynamic conditions of formation for economic mineral fields.

Keywords: tectonics, spreading, magma, deep breaks, superdivergent zone.

Введение

При перемещении литосферных масс по поверхности мантии создается сложное напряжение в структуре Земли, в том числе в ее коре. Это, в основном, связано с дифференциальным характером толщины земной коры. На основе закона изостазии наиболее мощные части их больше оседают на пластичной мантии, чем тонкие. Разрушение земной коры сопровождается образованием глубинных разломов, которые играют важное значение в дегазации Земли. При извержении вулканов выбрасывается огромное количество продуктов, которое также сопровождается выделением огромного количества газов. Выделение газов также происходит в процессе землетрясений. Газовые продукты в развитии Земли выражаются в различных формах. Часто они участвуют в развитии геологических



процессов в виде газовых эманаций. Эти газы также принимают участие в формировании эндогенных типов месторождений полезных ископаемых, где выделенные газы из мантии участвуют в процессах ассимиляции, дифференциации, контаминации и других процессах, которые происходят в промежуточных магматических камерах, расположенных в пределах различных генетических типов глубинных разломов.

Образование глубинных разломов

Глубинные разломы являются одним из важных структурных элементов земной коры. Происхождение и закономерности распространения их выяснены с позиции концепции эволюционной динамики земной коры (КЭДЗК). Согласно этой концепции, при вращении Земли вокруг своей оси образуются геодинамические силы, которые развиваются с определенными закономерностями, связанными с ротацией Земли. Эти силы направлены с запада на восток и с полюсов Земли к ее экватору, и взаимоотношения их создают также тангенциальные силы, которые в пределах Северного полушария Земли развиваются в юго-восточном, а на Южном полушарии – в северо-восточном направлении (рис. 1).

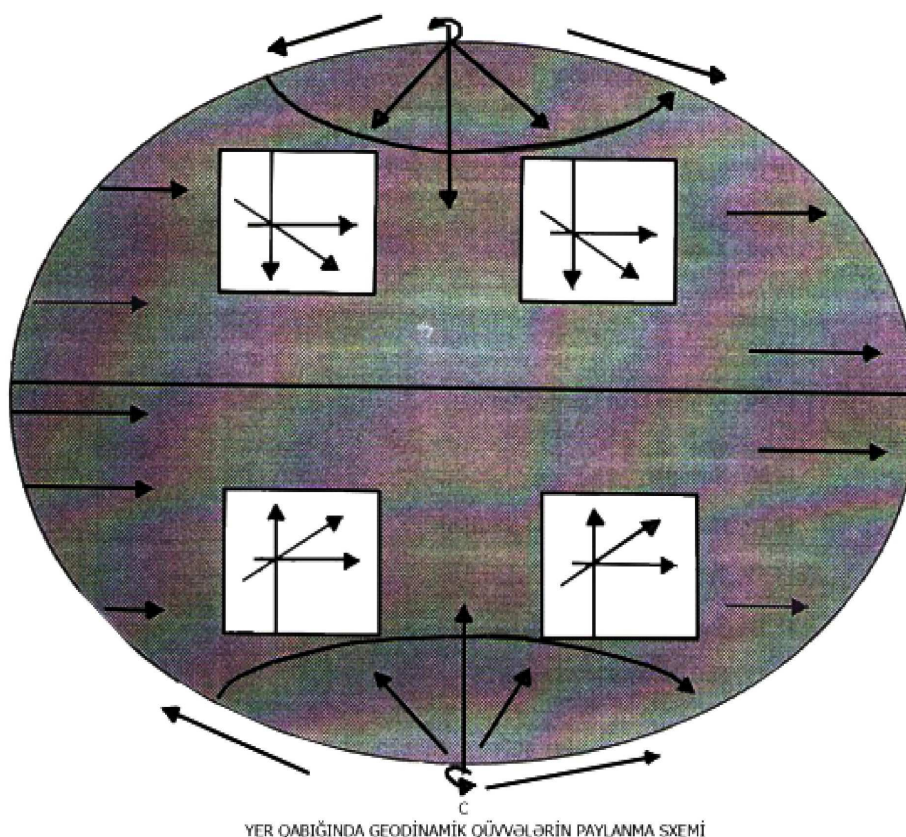


Рисунок 1 – Схема распространения геодинамических сил Земли

Все геологические процессы происходят под влиянием этих геодинамических сил. Под их влиянием литосферные массы перемещаются по верхней мантии. Перемещения происходят повсеместно по всей площади Земли. В результате этих перемещений в земной коре создаются сложные напряжения, чем обусловлены разрушения ее на отдельные геоблоки. Разрушения земной коры на отдельные геоблоки сопровождаются образованием глубинных разломов. Эти разломы часто достигают верхней мантии, вследствие чего по этим разломам из верхней мантии выделяется огромное количество газов. Эти газы выделяются из тех зон, где происходят интенсивные физико-химические фазовые превращения. Продукты этих фазовых превращений поднимаются на поверхность Земли в виде вулканоплутонических продуктов.

До формирования глубинные разломы находились в стационарном положении. Возбуждение или активизация их связана с образованием над ними разломов. Они, внедряясь в различные части Земной коры, участвуют в развитии геологических процессов, в том числе в рудообразовании и формировании нефтегазовых месторождений.

Газы из мантии выделяются тогда, когда между верхней мантией и земной корой происходит смещение масс, которое обуславливает образование физико-химических фазовых превращений. С



увеличением фазовых превращений до образования глубинных разломов, господствующих на данной области Земли, термодинамическое равновесие нарушается.

При этом во время дислокации литосферных масс создаются сложные напряжения в структуре земной коры, обуславливающие формирование различных зон напряжений типа дивергентных и конвергентных зон. Все это происходит в результате перемещения литосферных масс, выражающееся в формировании разнообразных морфоструктурных элементов в глобальном масштабе типа горно-складчатых систем; субдукционных и спрединговых зон; рифтогенных структур; островных дуг; желобов и других структурных элементов. Создание всех структурных элементов сопровождается образованием различных генетических типов глубинных разломов. В основном эти глубинные разломы снимают те напряжения земной коры, создаваемые перемещением литосферных масс, которые являются закономерным процессом развития земной коры. При дислокации литосферных масс создается сложный каркас структуры глубинного характера, который охватывает всю площадь Земли и играет важное значение в дегазации Земли в целом.

Значение глубинных разломов в дегазации Земли

С позиции КДЭЗК все эти процессы происходят под влиянием геодинамических сил, которые созданы при вращении Земли вокруг своей оси. В данной концепции выделяются в основном четыре генетические типы разломов глубинного характера развития: дивергентные, конвергентные, трансформные и коллизионные разломы. В распространении этих разломов наблюдается четкая закономерность, которая согласуется с закономерными распределениями геодинамических сил Земли. Дивергентные и конвергентные разломы развиваются вблизи экваториальных зон. Они располагаются субпараллельно к меридиональным дальше направления этих зон и могут изменяться только под влиянием тангенциальных сил (рис. 2). Это связано с тем, что вблизи полюсов геодинамические силы, направленные с полюсов Земли, преобладают над силами, направленными с запада на восток. Поэтому глубинные разломы, связанные как с дивергентными, так и с конвергентными процессами, в экваториальных зонах прослеживаются в субмеридиональных направлениях, а трансформные располагаются субперпендикулярно к ним.

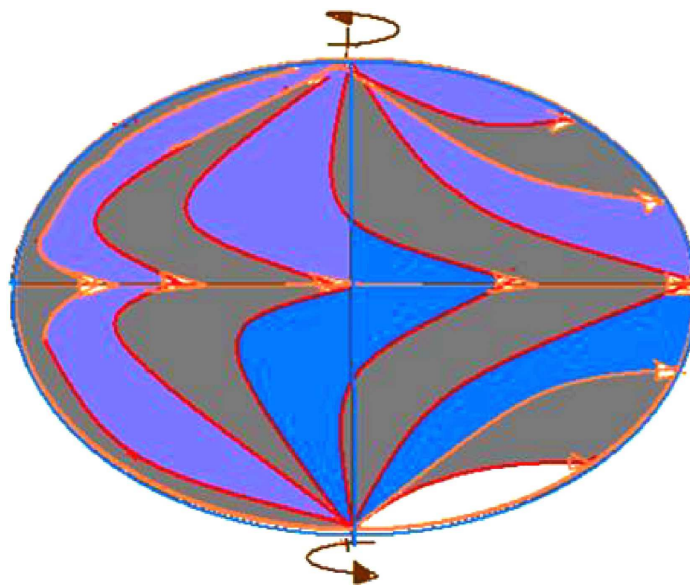


Рисунок 2 – Схема распространения тангенциальных сил в лике Земли

Эта закономерность нарушается только вблизи полярных зон. Эти разломы связаны с мантийными процессами, и дегазация верхней мантии происходит по этим разломам. Продукты дегазации в виде газообразных эманаций (ювенильные продукты) участвуют в дифференцированных, ассимиляционных и контаминационных процессах.

В период протекания этих процессов происходит выделение и скопление рудных компонентов, которые являются основным продуктом для формирования месторождений полезных ископаемых.

Ко второму типу глубинных разломов относятся все трансформные разломы, образование которых связано со сдвигом перемещающихся масс с запада на восток, которые в свою очередь создаются между перемещающихся литосферных эшелонов.

К третьему генетическому типу глубинных разломов относятся формировавшиеся в результате коллизии и дислокации межплитовые образования. Все указанные генетические типы разломов являются сквозь-мантийными. Поэтому во время их образования под ними происходит расщепление



мантийного вещества, а при расщеплении мантийного вещества выделяются газовые продукты, которые в целом служат дегазации Земли.

Процессы дегазации и их интенсивность довольно разнообразны, как по вещественному составу, так и по форме проявления. Основные виды проявления дегазации связаны с вулканическими процессами и землетрясениями, которые неравномерно распределены на лике Земли. Вулканические процессы наиболее интенсивно происходят вблизи экваториальных широтных полос Земли, чем вблизи полюсов. Это связано с закономерностями распределений геодинамических сил на ее площади. Так как при ротации Земли скорость дислокации масс связана с уменьшением ее радиуса от полюсов к экватору, они располагаются перпендикулярно к оси вращения Земли и закономерно увеличиваются, в соответствии с чем их длина в полюсах имеет минимальное значение, а вблизи экватора – максимальное значение.

Между интенсивностью дегазации Земли и распределением геодинамических сил имеется прямая зависимость, так как с динамикой эволюции геодинамических сил, управляемой ротацией Земли, связано развитие глобальных глубинных разломов, которые являются путями дегазации мантийного вещества на поверхность Земли. Во время вулканической деятельности выбрасывается огромное количество мантийных продуктов, которые по существу являются продуктами дегазации подкорковых веществ. Они по пути движения на поверхность Земли сопровождаются выделением газово-жидких ювенильных продуктов, из которых в дальнейшем формируются различные генетические типы полезных ископаемых. Эти полезные ископаемые формируются в результате скопления рудного вещества в различных уровнях земной коры, некоторые из них в дальнейшем выходят на поверхность благодаря денудационным процессам.

Процесс дегазации по своей природе сложный и происходит в результате физико-химических фазовых превращений, с чем связаны образования астеносферы, плюмов, сутур и других аномальных явлений. Находясь в различных сферах Земли, они имеют различную интенсивность проявления, причем интенсивность их по глубине уменьшается. Наиболее интенсивные физико-химические фазовые превращения происходят в верхних разноуплотненных геосферах Земли, особенно между верхней мантией и литосферой.

Явления астеносферы особенно интенсивно проявляются в зонах глубинных разломов. Это связано с тем, что под этими зонами разломов нарушается изостатическое равновесие в верхней мантии и в данных участках земной коры. Здесь интенсивность физико-химических фазовых превращений нарастает, и по глубинным разломам происходят вулканоплутонические процессы. Отсюда логично следует думать о том, что долгое время укоренившееся в мыслях исследователей о природе астеносферных явлений представление – якобы они являются одним из геосфер Земли – теряет свое значение. Этот слой с позиции КДЭЗК является физико-химическим выражением оживленных зон фазовых превращений между земной корой и верхней мантией и в других межгеосферных участках Земли.

В последние годы сейсмологографическими методами установлено, что в разрезе Земли в пределах мантии и на больших глубинах имеются многочисленные участки с различными геометрическими формами (диапиры, плюмы, сутуры и другие образования), которые также связаны с различными межгеосферными процессами, обуславливающими перенос глубинных веществ к поверхности Земли по ослабленным зонам земной коры.

К таким зонам относятся все генетические типы глубинных разломов земной коры. Это те области, где располагаются рифтовые зоны, спрединговые сети, трансформные разломы, субдукционные зоны, желоба и др. Под этими зонами изменение термодинамических условий происходит за счет расщепления, т.е. разуплотнения подкорковых веществ, и увеличиваются их объемы из-за газофлюидных продуктов, выделенных из мантии, которые поднимаются из глубин в виде вулканоплутонических продуктов. Одновременно эти процессы сопровождаются сейсмическими проявлениями, которые также играют важную роль в дегазации Земли.

Все выше отмеченные структурные особенности развития земной коры и особенно их разломные структуры показывают, что изучение их закономерностей развития и других особенностей имеет важное научно-практическое значение, так как все эти процессы активно участвуют в происхождении и формировании основных видов полезных ископаемых.

Продукты дегазации Земли, в том числе магматические продукты, являются основным источником эндогенного рудообразования. Как отмечено, подъем магматических продуктов на поверхность Земли происходит в очень сложных формах, вместе с тем они представлены разнообразными процессами (дифференцированные, ассимиляционные, контаминационные и другие геологические процессы), непосредственно участвующими в формировании различных типов эндогенных рудных месторождений в различных геотектонических условиях.

Особенно крупные эндогенные типы рудных месторождений наблюдаются в конвергентных зонах типа субдукционных, рифтогенных и коллизионных зонах (М.А. Кашкай, А.В. Мамедов, Э.Ш. Шихалибейли, Г.А. Велиев А.Т. Ахвердиев и др.). Почти все эндогенные типы месторождений полезных ископаемых отмечены в субдукционных зонах, располагающихся в западных окраинах Северной и Южной Америки, в юго-западных зонах Африки, в Евразийском континенте – Урал, Казахстан, Сибирь, Индия и других регионах мира.



Дегазация Земли не ограничивается ролью участия их только в эндогенном рудообразовании, а также играет важную роль в других процессах, происходящих в различных геосферах Земли. То есть газы, являющиеся одним из основных составных частей вещества Земли с позиции КДЭЗК, и их эволюционный характер развития тесно связаны с геодинамическими силами Земли. До влияния геодинамических сил они находятся в стационарном положении, а после оживления играют ведущую роль в эволюции вещества Земли в целом.

Как было отмечено выше, газы в различных формах участвуют в образовании и преобразовании всех видов физико-химических превращений во всех сферах Земли и требуют своего дальнейшего исследования. Эта область науки имеет широкий профиль, и каждый исследователь, занимающийся в сфере естественных наук, может найти свой объект исследований.

Признание позиции КДЭЗК в каждом направлении приведет к интересным научным результатам.

Принятие во внимание геодинамических сил в геотектонике позволит выяснить природу многочисленных геотектонических процессов, имеющих важное научно-практическое значение.

С позиции данной концепции нами сделана попытка анализа вопроса происхождения нефти и механизма формирования ее месторождений. Выяснение природы многочисленных глобальных геодинамических процессов (в том числе субдукционных, рифтогенных, спрединговых, желобов, остроудужных систем, вулканоплутонических и других процессов) и их рудообразующих способностей позволяет предполагать, можно ли объяснить происхождение нефти и механизм формирования нефтяных месторождений на основе фактов и логических рассуждений, чтобы добиться решения этой проблемы.

Приходилось анализировать существующие данные и выявить закономерности распространения известных нефтяных месторождений в структуре Земли. Выяснилось, что самые богатые эндогенные месторождения формировались в тех континентах, где мощность их большая. Вторым условием является то, что эти континенты до стабилизации преодолели длинный путь раздроблением тектонических элементов, и там наблюдаются следы развития сложных и разнообразных палеотектонических процессов, представленных сложными типами разломной сети. Продукты сложнопостроенных вулканоплутонических процессов, по всей вероятности, связаны глубинными разломами, в основном дивергентного и конвергентного характера (Северо- и Южно-Американские континенты и Африка). Такие типы распространены как в пределах рифтовых зон континентов, так и в древних и сравнительно молодых коллизионных зонах (Альп-Гималайских коллизионных зонах, в том числе его Кавказский сегмент). Что касается нефтегазовых месторождений, то, судя по их формированию, значение геотектонических условий неоспоримо, но с позиции КДЭЗК требуется выяснение механизма образования.

Принятие во внимание закономерностей распространения геодинамических сил позволит выяснить роль глубинных разломов в формировании нефтяных месторождений и их природы. Одновременно надо выяснить природу тех процессов в пределах отдельных типов глобальных структур земной коры, которые важны для учета определенных факторов, связанных непосредственным формированием тех или иных типов эндогенных месторождений. С позиции КДЭЗК сначала необходимо выяснить, какие факторы необходимы для формирования того или иного типа месторождений, и изучить физико-химические характеристики предполагаемых месторождений. Далее делаются предположения, существуют ли соответствующие геотектонические условия для формирования месторождений полезных ископаемых.

Теперь с этой позиции, анализируя закономерности распространения нефтяных месторождений, видно, что основные богатые нефтяные месторождения мира сосредоточены вдоль супердивергентных зон (см. карту мировых месторождений мира), которые по современным представлениям являются ореолом выделения газовых продуктов. Этот грандиозный факт заставляет думать, что выделенные газы из мантии Земли не только участвуют в образовании эндогенных месторождений, но одновременно участвуют в формировании нефтегазовых месторождений.

Также отметим, что выделение газов происходит во всех дивергентных зонах, однако нефтяные месторождения развиты в тех дивергентных зонах, которые представлены рифтогенными разломами, характерными для мощных континентальных типов земной коры. Этот факт еще раз подтверждает, что для формирования нефтегазовых месторождений существует два главных фактора: 1) благоприятные геотектонические условия, т.е. мощная земная кора с богатыми органическими веществами; 2) активный дивергентный разлом, который бы мог обеспечить газовыми эманациями, которые в свою очередь необходимы для образования нефтегазовых месторождений. Отсутствие одного из этих факторов затрудняет формирование нефтегазовых месторождений. Именно в спрединговых зонах газ есть, а органическое вещество отсутствует. Поэтому там не могут образоваться нефтегазовые месторождения. Есть такие мощные типы земной коры, где отсутствуют мантийные газы, там тоже нет нефтегазовых месторождений (например, Европейские платформы: Украина, Германия, Франция и др.).

Таким образом, с позиции КДЭЗК для образования самой нефти и нефтяных залежей необходимы органические вещества и газы, которые совместно участвуют в образовании нефти. Отсутствие одного из них препятствует формированию нефтяных месторождений. Значит, одним выделением мантийных газов не могут быть созданы крупные нефтегазовые месторождения, и для этого еще нужны



благоприятные геотектонические условия, т.е. мощные осадочные породы с богатыми органическими веществами.

С позиции КДЭЗК самые благоприятные условия для формирования крупных нефтяных месторождений – это мощная континентальная земная кора с богатыми органическими веществами и зоны растяжений рифтового типа. Эти условия необходимы для формирования крупных нефтегазовых месторождений. Основными аргументами этой мысли могут быть выяснение главных особенностей суперзон, располагающихся в пределах океанических бассейнов. Одна из характерных зон растяжений проходит по Средне-Атлантическому океаническому хребту (СОХ), где не имеется нефтяных месторождений в связи с отсутствием там земной коры с богатыми органическими веществами, являющимися одним из важных геотектонических условий для формирования нефтяных месторождений.

Такие же зоны растяжения наблюдаются в Тихом океане, в пределах Индийского океана и прослеживаются в северном направлении. В пределах Евразийского континента они расчленяются на несколько ветвей. Одна из них (западная ветвь) в субмеридиональных направлениях развивается в северном направлении, где в подступе к континенту расчленяется – по Красноморскому и Персидскому заливам. Богатые нефтяные месторождения Персидского залива, Каспийского моря, Мангышлака и др. с позиции КДЭЗК связаны с супердивергентными зонами.

Все отмеченные факты свидетельствуют о том, что в формировании месторождений полезных ископаемых, а также нефтегазовых, дегазация Земли имеет исключительно важное значение. Земля, в том числе ее кора, находится вечно в движении – это ее жизнь. Она дышит через глубокие разломы источником питания, которым являются подкоровые оживленные участки – астеносфера, плюмы, сутуры и другие зоны мантии, где происходят физико-химические фазовые превращения.

По совокупности источников всех геологических процессов является вращение Земли вокруг своей оси. А сама Земля и ее жизнь связана с Всемирным притяжением, которое по существу является «божьей силой» Света.

Заключение

Вышеизложенное одновременно указывает на то, что образование астеносферы, плюмов, сутур и других аномальных явлений тесно связано с вращением Земли, и все они являются продуктом фазовых превращений между отдельными геосферами Земли.

В заключение отметим, что астеносфера, плюмы, сутуры и диапиры – все они однохарактерные процессы и имеют единое происхождение, представленное физико-химическими фазовыми превращениями и отличаются друг от друга лишь по форме распространения и по геометрическим параметрам. Астеносфера имеет широкое распространение и охватывает почти всю подкоровую сферу Земли и, по-видимому, на этой основе её считается самостоятельной геосферой Земли.

Литература:

1. Агабеков М.Г., Мамедов А.В. Геология и нефтегазоносность Западного Азербайджана и Восточной Грузии. – Баку, 1960.
2. Ахвердиев А.Т. Новая геодинамическая модель перемещения литосферных масс // Материалы 7-ой международной конференции посв. 85-летию Московского государственного университета (МГРИ-МГРУ): Новые идеи науках о Земле. – М., 2007. – С. 8.
3. Ахвердиев А.Т., Велиев З.А. Геодинамические силы Земли и их роль в формировании месторождений полезных ископаемых : Актуальные проблемы геологии // Сборник научной конференции посвященной 91-й годовщины Гейдара Алиева. – Баку, 2014. – С. 31–32.
4. Ахвердиев А.Т., Кашкай Ч.М. Дегазации как следствие геодинамических процессов // Международная конференция по дегазации Земли. – М., 2002.
5. Ахвердиев А.Т. Происхождение аномальных явлений и их значение в эволюции земной коры // 2-я междунар. конферен. – Киев, 2016. – С. 5–10.
6. Ахвердиев А.Т. Геодинамические силы Земли, происхождение, закономерности распространения и их значение в эволюции земной коры // 2-я междунар. конферен. – Киев, 2016. – С. 10–15.
7. Браташ В.Н. Керманско-Кашмерский прогиб Ирана и проблема сопряжения донорских структур Туранской плиты и Средиземноморского пояса // Геотектоника. – 1976. – № 5. – С. 55–67.
8. Вегенер А.В. Происхождение материков и океанов. – М., 1924.
9. Кашкай М.А., Тамразян Г.П. Поперечные (антикавказские) дислокации Крымско-Кавказского региона. – М.: Недра, 1967.
10. Мамедов А.В., Ахвердиев А.Т. О природе и механизме глубинных разломов с позиции глобальной тектоники // Физика, математика и науки о Земле. – 2003. – № 3. – С. 39–47.
11. Петров В.П. Игнимбриты и туфовые лавы: еще о природе арктуфа : Вулканизм и глубина Земли. – М., 1971. – С. 280–287.
12. Петров В.П. Основы классификации туфовых и вулканогенных пород // Проб. вулканизма. – Е., 1959.
13. Петров В.П. Петрографический облик игнимбритов и туфовых лав и их место среди горных пород промежуточных между лавами и туфами : Туфолавы и игнимбриты. – М., 1966. – С. 24–38.
14. Петров В.П. Теоретические основы практического использования продуктов поверхности вулканизма // Проб. вулканизма. – Е., 1959.
15. Шихалибейли Э.Ш. Избранные труды. – Баку : Изд. Nafta-Press, 2011. – С. 200.

**References:**

1. Agabekov M.G., Mamedov A.V. Geology and oil-and-gas content of the Western Azerbaijan and East Georgia. – Baku, 1960.
2. Akhverdiyev A.T. New geodynamic model of movement of lithospheric mass // Materials of the 7th international conference devoted to the 85 anniversary of Moscow State University (MGRI-MGGRU): The new ideas sciences about Earth. – M., 2007. – С. 8.
3. Akhverdiyev A.T., Veliyev Z.A. Geodynamic forces of Earth and their role in formation of mineral deposits: Current problems the geology // Collection of a scientific conference of the devoted 91st anniversary of Heydar Aliyev. – Baku, 2014. – P. 31–32.
4. Akhverdiyev A.T., Kashkay Ch.M. Decontaminations as a result of geodynamic processes // the International conference on decontamination of Earth. – M., 2002.
5. Akhverdiyev A.T. Origin of the abnormal phenomena and their value in crust evolution // the 2nd international conference. – Kiev, 2016. – P. 5–10.
6. Akhverdiyev A.T. Geodynamic forces of Earth, origin, regularities of distribution and their value in crust evolution / the 2nd international conference. – Kiev, 2016. – P. 10–15.
7. Bratash V.N. Kerman and Kashmery deflection of Iran and problem of interface of pre-Jurassic structures of the Turan plate and Mediterranean belt // Geotectonics. – 1976. – № 5. – P. 55–67.
8. Wegener A.V. Origin of continents and oceans. – M., 1924.
9. Squash M.A., Tamrazyan G.P. Cross (anti-Caucasian) dislocations of the Crimean-Caucasian region. – M. : Nedra, 1967.
10. Mamedov A.V., Akhverdiyev A.T. About the nature and the mechanism of deep breaks from a position of global tectonics // Physics, the mathematician and science about Earth. – 2003. – № 3. – P. 39–47.
11. Petrov V.P. Ignimbrite and tuff lavas: about the nature of an ignimbrite : Volcanism and depth of Earth. – M., 1971. – P. 280–287.
12. Petrov V.P. Bases of classification of tuff and volcanogenic breccias // Problems of volcanism. – E., 1959.
13. Petrov V.P. Petrographic shape of ignimbrite and tuff lavas and their place among rocks intermediate between lavas and tuff : Tufflava and ignimbrite. – M., 1966. – P. 24–38.
14. Petrov V.P. Theoretical bases of practical use of products surface of volcanisms // Problems of volcanism. – E., 1959.
15. Shikhalibeyli E.Sh. Chosen works. – Baku : Prod. Nafta-Press, 2011. – С. 200.