

## СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКАЯ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКАЯ АКТИВИЗАЦИЯ НА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ

**Н.И. Акулов**

*Институт земной коры Сибирского отделения РАН*

*664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128*

*E-mail: akulova@crust.irk.ru*

*Поступила в редакцию 23 декабря 2002 г.*

В статье обобщены основные результаты изучения среднепалеозойской активизации на Сибирской платформе. Эпиплатформенный орогенез – один из наиболее сложных комплексов геологических процессов, обусловивших появление целого ряда геологических структур в строении платформы. С ним связаны многочисленные тектонические, магматические и экзогенные процессы, важнейшим из которых является возникновение континентальной страны – Ангариды и заложение на ее территории рифтовых и рифтогенных (недоразвитых или эмбриональных) систем – осадочных бассейнов. Показано, что эволюция всех осадочных палеобассейнов ограничена временем активизации, а среднепалеозойский кимберлитовый магматизм приурочен к Ангариде и, вероятно, связан с ее образованием.

Ключевые слова: *тектоника, магматизм, активизация, флексура, складчатость, Ангариды, платформа.*

## MIDDLE PALEOZOIC TECTONICS AND MAGMATIC ACTIVIZATION ON THE SIBERIAN PLATFORM

**N.I. Akulov**

*Institute of Earth Crust, Siberian Branch of RAS*

The article presents the principal results of the geological activity of Middle Paleozoic activization on the Siberian platform. The epiplatform activization is considered as one of the most complex types of geological activity, stimulating the appearance of differant geological structures in the composition of the platform. It gathers up the results of geological activity due to mainly, endogenous (tectonics and magmatizm) and exogenetic (paleobasins) processes. The most important result of tectonic and magmatic activization is the appearance of the continental country – Angaraland – and formation of sedimentary basins in its territory (mature or long-living in rift systems and underdeveloped or embryonic – in riftings). It is noted that the evolution of all sedimentary paleobasins is dependent on the activization time, and Middle Paleozoic kimberlite magmatism is totally located on Angaraland and connected probably to its formation.

Key words: *tectonics, magmatism, activization, flexure, fold, Angaraland, platform.*

### Введение

Сибирская платформа – одна из самых древних тектонических структур Азии. Основные геологосъемочные, поисковые и тематические исследования в различных ее частях были проведены в 50–60-х годах и только к концу 80-х годов вся территория платформы была покрыта среднемасштабным картированием (1:200 000). Начались планомерные груп-

повые геологические съемки масштаба 1:50 000, которые были прекращены с началом перестроенного периода в стране. К настоящему времени наиболее изученной оказалась восточная часть платформы, которая вмещает Якутскую алмазонасную провинцию, и значительно слабее – южная, а большая часть платформы продолжает оставаться слабо изученной. Это связано с ее огромной площадью и труднодоступностью. Проведенные автором исследования

были сосредоточены в южной, экономически более освоенной части платформы, которая располагается в пределах Средне-Сибирского плоскогорья. Это невысокое плато, расчлененное многочисленными речными долинами. Средние отметки плато не превышают 300–400 м и лишь на отдельных участках, в местах выходов траппов, абсолютные высоты возрастают до 500 м. Местность густо залесена и заболочена, поэтому естественные обнажения горных пород встречаются крайне редко. При проведении полевых работ основной упор делался на изучение керн буровых скважин, а также шурфов, канав, расчисток и карьеров, в которых вскрыты силурийские, девонские или нижнекаменноугольные отложения. В общей сложности автором изучено 168 опорных скважин, что составляет около 32 000 м керн, описано 116 карьеров и других горных выработок. Отобрано и проанализировано более 3500 образцов.

Проведенные исследования направлены на решение проблем, касающихся среднепалеозойского этапа развития платформы, который занимает особое место в ее эволюции. Наиболее важными из них являются проблемы эпиплатформенной тектоно-магматической активизации. Актуальность этих проблем определяется необходимостью обобщения основных результатов деятельности среднепалеозойской активизации применительно к выявлению закономерностей формирования осадочных палеобассейнов. Изучение среднепалеозойской тектоно-магматической активизации (СТА) на Сибирской платформе имеет и большое практическое значение, так как с ней связаны многочисленные месторождения алмазов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ

Явления вторичной тектоно-магматической активизации ранее стабилизированных участков земной коры (эпиплатформенный орогенез) установлены исследованиями А.Д. Щеглова [1967], М.С. Нагибиной [1967], М.М. Одинцова [1975] и других ученых. К настоящему времени эпиплатформенный орогенез выявлен на многих древних платформах (Русской, Китайской, Австралийской и т.д.). Он проявлялся в разные периоды времени и имел различную продолжительность и, возможно, отражал события общепланетарного развития. Мощная и

протяженная зона СТА на Сибирской платформе была околонулена М.М. Одинцовым с коллегами [1968]. Позднее отдельные вопросы тектоники и магматизма СТА были рассмотрены в работах Б.В. Олейникова [1973], В.Л. Масайтиса с коллегами [1975], К.К. Левашова [1975], В.В. Гайдука [1988], А.Я. Ротмана и В.П. Серенко [1985], В.Г. Домышева [1989] и других исследователей.

Как отмечал М.М. Одинцов [1975], под тектоно-магматической активизацией на стабилизированных платформах следует понимать процессы, вызвавшие деформацию осадочных толщ, расколы фундамента и магматизм различного состава и глубинности.

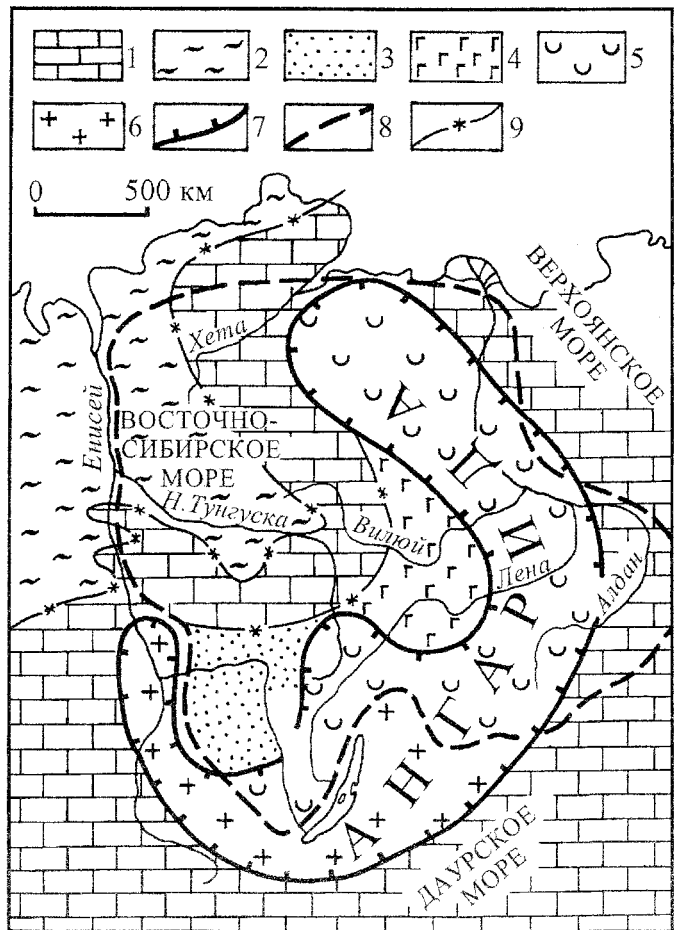
Начиная с кембрия и вплоть до среднего палеозоя Сибирская платформа находилась в относительно спокойном с тектоно-магматической позиции развитии. В то время на ней господствовало море. Средний палеозой ознаменовался сильнейшей тектоно-магматической активизацией. Произошла регрессия раннепалеозойского моря, которая уже в силурийском периоде привела к появлению передовой континентальной части платформы – Ангариды. Древний материк – Ангариды – реально существовал уже в силуре (рис. 1). В то время на нем господствовали процессы эрозии и денудации и лишь отдельные заливы заходили вглубь материка.

Ю.И. Тесаков с соавторами [2000], рассматривая палеогеографию силурийской эпохи на Сибирской платформе, относительно детально охарактеризовали существовавший в то время Восточно-Сибирский эпиконтинентальный бассейн и отметили, что с юго-востока и востока (согласно современной системе координат) его окаймляла Анабарская равнина, а с севера – достаточно высокая Ангарская суша, с которых происходил основной снос осадочного материала.

Восточно-Сибирский силурийский эпиконтинентальный бассейн омывал только что возникшую из морских глубин передовую часть Ангариды, в состав которой входили Анабарская равнина, Ангарская суша и прилегавшие к ней Енисейские и Байкальские горы. Об омывании Ангариды Восточно-Сибирским, Охотским, Верхоянским и Даурским морями на ранних этапах ее становления свидетельствуют сокращенные толщи морских осадков при приближении к береговой зоне древнего континента, присутствие здесь базальных конгломератов.

Рис. 1. Схема расположения Ангариды в начале позднесилурийской эпохи. Составлена с добавлением фациальных зон по [Тесаков и др., 2000].

1-4 – фациальные комплексы осадков: 1 – глинистые, 2 – карбонатные, 3 – псаммитовые, 4 – галогенные; 5 – коры химического выветривания; 6 – горные сооружения; 7-9 – границы: 7 – древнего материка Ангариды, 8 – Сибирской платформы, 9 – фациальных зон.



тов с кварцевой и кварцитово-галечной галькой и наличие в Приангарье значительных толщ нижнесилурийских лагунных песчаников, мощность которых около 100 м в кежемской свите – ( $S_1^1$ ) и 180 м в ярской свите – ( $S_1^2$ ). Приангарская лагуна, площадь которой достигала примерно 4000 км<sup>2</sup>, заходила вглубь Ангариды и обладала изометричной формой. Сформировавшиеся в ней песчаники сложены плохо отсортированным полукатаным и угловатым материалом, представленным преимущественно кварцем, поступавшим с континентальной части Ангариды. Наиболее древние континентальные отложения сохранившиеся на ее поверхности, образовались в раннем карбоне (рис. 2).

Перед тем как продолжить анализ результатов СТА, следует еще раз подчеркнуть, что Ангариды это не крупная тектоническая структура, аналогичная «Северо-Азиатскому кратону», а палеогеографическое понятие, определяющее ее как древний материк. Дальнейшие рассуждения об Ангариде относятся лишь к ее платформенной части.

### Среднепалеозойские зоны дизъюнктивных и пликативных дислокаций

Многочисленные следы тектоно-магматической активизации на Ангариде впоследствии оказались уничтоженными процессами эрозии и денудации. Тем не менее, эпиплатформенный орогенез хорошо реконструируется по наличию мощных расколов фундамента платформы, сформировавших всю совокупность зон разломов.

К настоящему времени на юге Сибирской платформы геофизиками подтверждено наличие следующих зон разломов: Ангаро-Вилойской, Ангаро-Тунгусской, Аян-Непской, Ереминской, Каймановской, Непской, Тунгусско-Гаженской и Ахтарандинской. Ангаро-Вилойская зона разломов является главнейшим линейным элементом южной части платформы и простирается с юго-запада на северо-восток, рассекая весь свод Непско-Ботубинской антеклизы. Она хорошо прослеживается линейными аномалиями в магнитном и гравитационном полях платформы от Окинского Присянья через Ангаро-Илимский железорудный район до Мирнинского кимберлитового поля в бассейне р. Вилой. По данным К.А. Савинского [1972], в долине р. Нижней Тунгуски зона вертикально пронизывает всю толщу земной коры. По его расчетам, глубина зоны влияния разлома в осадочном чехле составляет 15–20 км. Согласно последним данным глубина ее проникновения достигает 40 км и выходит за пределы мощности земной коры [Борис, 1994]. Многочисленные глубинные разломы зафиксированы на восточном склоне Ботубинско-Мархинского поднятия (Вилойско-Мархин-

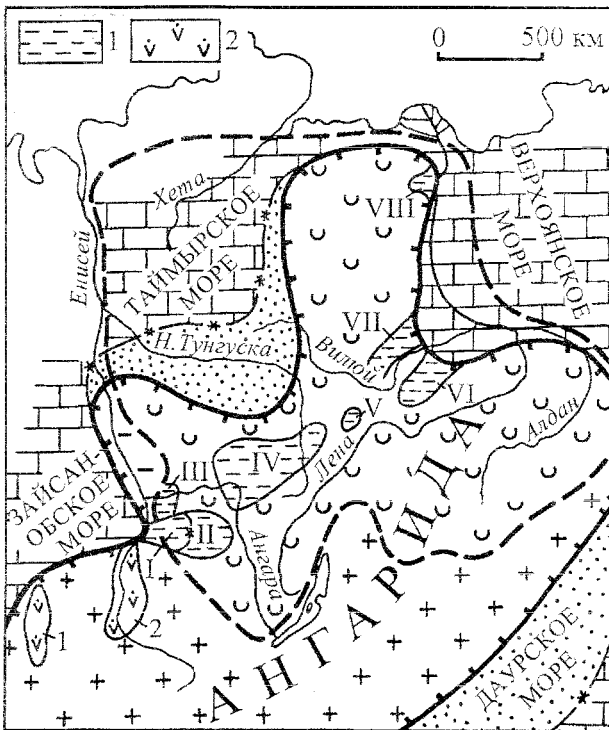


Рис. 2. Ангарида в раннем карбоне.

1 – внутриплитные осадочные бассейны (заливы, лагуны, озера): I – Рыбинский, II – Поймо-Бирюсинский, III – Канско-Тасеевский, IV – Ангаро-Тунгусский (Тушамский), V – Ичодинский, VI – Кемпендяйский, VII – Ыгытгинский, VIII – Кютингдинский; 2 – осадочные бассейны во впадинах между горными сооружениями: 1 – Кузнецкая, 2 – Минусинская. Остальные условные обозначения на рис. 1.

ская флексура). Вдоль этой флексуры геофизиками выявлен ряд крупных погребенных смещений фундамента платформы с амплитудой до 2 км [Борис, 1994].

Аналогичная Окино-Вихоревская флексура приурочена к Ангаро-Тунгусской зоне разломов. Она прослежена на расстоянии около 600 км с амплитудой смещения до 400 м [Замараев, Кузнецов, 1961]. Примечательно, что крутизна флексуры увеличивается в строго меридиональном направлении. Так, если в районе г. Зима погружение пластов на флексуре составляет 6 м на 1 км, около г. Братска – 50 м, то вблизи д. Седаново – более 150 м.

Важный момент в истории развития платформы – возникновение Непской, Иркинеевской и других складчатых зон вследствие деформации нижнепалеозойского осадочного чехла платформы. Мелкие, очень контрастные складки зафиксированы в толщах ордовика и верхнего кембрия и в других районах (по берегам рр. Илги, Чукши, Илима, Уды, Бирюсы и Лены). В верхоленской ( $E_{2,3}$ ) и усть-кутской ( $O_1$ ) свитах наблюдаются многочисленные мелкие дислокации, представленные складками с размахом крыльев до 70 м, флексурными изгибами слоев, а в единичных случаях – разрывными нарушениями. Отмечено общее затухание интенсивности складкообразования в осадочном чехле зон мелкоклад-

чатых сооружений в направлении к центральной части Сибирской платформы.

Одним из интереснейших элементов тектоники юга Сибирской платформы является Непская складчатая зона. В осадочном чехле платформы в зоне Непской складчатости развиты дислокации в виде весьма протяженных узких симметричных и асимметричных антиклиналей, складко-надвигов и складко-взбросов. Для Непской зоны характерны мелкие дисгармоничные складки. Они обычно встречаются в песчано-глинистой толще среднего-верхнего кембрия и ордовика. По морфологии складки подразделяются на лежачие, опрокинутые и прямые. Для складчатой зоны характерны линейность, выраженная в преобладании длины над шириной, и наличие в их ядрах карбонатных пород кембрия. Протяженность Непской зоны дислокаций около 700 км, а максимальная ширина – 80 км (в верховьях р. Нены). Установлено, что нижнекаменноугольные отложения в зоне Непских дислокаций залегают горизонтально, перекрывая кембрий-ордовикские образования. Основываясь на этом, А.В. Малых и его коллеги [1987] пришли к заключению, что складчатые дислокации в отложениях нижнего палеозоя на юге Сибирской платформы сформировались в период между силуром и нижним карбоном, т.е. в период проявления СТА.

Причины, породившие складчатость Непской зоны, пытались объяснить многие исследователи, чтобы увязать между собой во времени и пространстве все многообразие тектонических процессов, происшедших в регионе, и определить место в них целому комплексу структурных форм.

Большая часть геологов склонна видеть в качестве основной причины, породившей линейную складчатость зоны, региональное бо-

ковое давление, направленное с юго-востока. При этом за главное доказательство принимается общая параллельность пучков складок очертаниям краевых частей Байкальской складчатой области.

Г.В. Рязанов [1973]) считал, что образование складок происходило под воздействием сдвиговых перемещений блоков жесткого основания. Тангенциальное сжатие было вызвано горизонтальным смещением фундамента по системе параллельных правосторонних сдвигов юго-восточного и юго-западного простирания (согласно современной системе координат).

А.В. Малых [1997] предполагает, что формирование современного рисунка складчато-разрывных дислокаций осадочного чехла платформы определялось глобальными и региональными полями напряжений, существовавших в фанерозое. Признавая, что основной этап складчатости осадочного чехла был связан с СТА, он пришел к выводу, что региональное поле на юге платформы определялось ее взаимодействием с Саяно-Байкальской складчатой областью. Главным генератором горизонтальных напряжений явилось смещение самой платформы относительно Саяно-Байкальского складчатого пояса к югу при некотором ее вращении. Произошли сдвиговые смещения блоков фундамента по зонам глубинных разломов, а наличие в составе ангарской свиты ( $S_1$ ) мощных пластов каменных и калийных солей вызвало эффект соляного тектогенеза, что способствовало созданию сложной мозаики среднепалеозойских складчато-разрывных дислокаций.

### Эниплатформенный магматизм

Синхронно среднепалеозойской тектонической деятельности активизировался и магматизм. При этом, если в раннедевонскую эпоху магматизмом были охвачены преимущественно Саяно-Байкальская и Енисейская складчатые области и лишь незначительно передовая часть Ангариды, то в конце девонского периода вулканизм широко проявился на всей территории континента.

Первая фаза магматической активизации на Ангариде зафиксирована, прежде всего, в двух вулканических комплексах, входящих в состав агульской свиты нижнего девона. Они представлены лавобрекчиями среднего и кислого состава, андезитовыми порфиритами, андезито-базальтами, туфами, туфобрекчиями,

фельзитами и фельзит-порфирами. Пирокластические толщи содержат незначительные по мощности прослойки аргиллитов и песчаников.

По данным Ф.Ф. Брахофогеля и его соавторов [1997], в конце силура – начале раннего девона в Якутской алмазонасной провинции сформировалось 8 кимберлитовых полей. Многие трубки являются полихронными. Активизация отдельных частей единой кимберлитовой конструкции каждого из вышеперечисленных кимберлитовых полей происходила в позднем девоне – раннем карбоне, а иногда и в позднем триасе. В процессе вулканической активности в данном районе образовалась ассоциация высокощелочных магматических пород. Воздымание территории и глыбовые движения в начале девона в районе Патомско-Виллоийского авлакогена сопровождалось первыми, сравнительно слабыми, проявлениями магматической деятельности. К их числу относятся силлы долеритов, внедрившиеся в толщи нижнепалеозойских пород. По заключению В.Л. Масайтиса и его коллег [1975], трахибазальтовая формация приурочена к наиболее прогнутой части Патомско-Виллоийского авлакогена и тяготеет к зоне разлома северо-восточного простирания.

Вторая магматическая фаза ( $D_{2,3}$ ) была связана с эксплозивной деятельностью вулканов почти на всех положительных структурах Ангариды. Существенная роль пирокластики отмечена в породах верхней части карымовской свиты ( $D_{1,2}$ ). На междуречье Кана и Агула распространены довольно однообразные эффузивы основного состава (оливиновые палеобазальты), мощность которых достигает 200 м. В районе д. Маганское буровыми скважинами пересечено два покрова маломощных (до 3,5 м) буровато-серых пористых базальтов, разделенных 22-метровой пачкой песчаников и крупногалечных конгломератов. Весьма мощные (до 415 м) покровные базальты умеренно щелочной и толеитовой серий отмечены вблизи г. Мирного (Ыгыаттинская впадина) в составе аппаинской свиты ( $D_3$ ). В Кемпендяйской впадине среди пород андылахской свиты ( $D_2$ ) встречены маломощные (до 5 м) покровы базальтов, имеющие небольшое площадное распространение. Выше по разрезу среди пород наманинской свиты ( $D_3$ ) залегают покровы трахибазальтов, трахиандезитов и щелочных трахитов мощностью до 15 м. По определениям В.Л. Масайтиса и М.В. Михайлова [1966], их радиологический возраст равен  $350 \pm 10$  млн лет.

В районе Патомско-Вилуйского авлакогена, охватывающего Ыгыаттинскую, Кемпендяйскую и другие структуры, широкое развитие получили дайковые пояса и силлы толеитовых и субщелочных габбро-долеритов, монзонит- и сиенит-порфиоров. Протяженность дайкового пояса около 800 км при ширине от 20 км на юго-западе до 150 км на северо-востоке [Масайтис и др., 1975; Гайдук, 1988]. Силлы и дайки прорывают нижнепалеозойские отложения, включая нижнесилурийские органогенные известняки. В свою очередь силлы прорываются кимберлитовыми телами позднедевонского возраста [Брахфогель, Ковальский, 1974].

В Среднем Приангарье (междуречье Ковы и Ангары) также обнаружено поле трахибазальтов, приуроченных к зоне дробления осадочных пород ордовика [Домышев, 1989]. Наличие магматических образований в Среднем Приангарье и их сходство с близкими по возрасту эффузивами Мало-Ботуобинского района свидетельствуют о былом существовании здесь единой зоны магматической активизации. Начинаясь от Рыбинской впадины, через Канско-Тасеевскую, и далее проходя вдоль северной окраины Ангариды, эта зона смыкается с Патомско-Вилуйским авлакогеном, в состав которого входят вышеописанные субщелочные трахибазальтовые образования Ыгыаттинской и Кемпендяйской впадин.

С третьей, завершающей фазой среднепалеозойского магматизма (раннекаменноугольная эпоха) связаны щелочно-ультраосновные породы, получившие относительно широкое распространение на восточной части платформы. Они представлены преимущественно кимберлитами и их разновидностями. Раннекаменноугольные кимберлитовые тела прорывают кембрийские и ордовикские отложения, ксенолиты которых присутствуют в кимберлитовых брекчиях. Согласно данным, полученным Г.А. Дэвисом и его коллегами [1980], возраст основных промышленных кимберлитовых трубок от 344 до 361,5 млн лет. Именно в это время сформировались многочисленные пласты туфов, туффитов, туфонесчаников и других пород в среднепалеозойских осадочных бассейнах (чаргинская, красногорьевская, тушамская и другие свиты).

### Осадочные бассейны

Важно отметить, что на территории Ангариды на фоне воздымания блоков, по зонам глубинных разломов происходило образование

рифтовых (Ыгыаттинской, Кютингдинской и Кемпендяйской), рифтогенных (Канско-Тасеевской, Ангаро-Тунгусской, Поймо-Бирюсинской и др.) и предгорных (Рыбинский и Прибайкальский) структур – осадочных бассейнов [Акулов, 2002]. Рыбинский палеобассейн наиболее изученный. Проведенное здесь детальное бурение по профилям вскрыло весь мегакомплекс среднепалеозойских отложений. Многолетние исследования показали, что история его геологического развития отчетливо подразделяется на три этапа.

Первый этап охватывает время формирования нижнедевонских отложений, базальные горизонты которых представлены лавобрекчиями, фельзитами и туфами, а вышележащая толща – красноцветными молассовыми отложениями. В состав молассового комплекса входят конгломераты, песчаники с конгломератовыми прослоями и алевролиты. Его мощность достигает 1,5 км.

Второй этап связан со средним и поздним девонем. Он сопровождался формированием километрового комплекса осадочных пород, состоящего преимущественно из красноцветных конгломератов, алевролитов, песчаников и карбонатных образований. К данному этапу приурочено заложение Поймо-Бирюсинского, Кемпендяйского и Ыгыаттинского осадочных палеобассейнов.

Третий этап – заключительный в развитии не только Рыбинского палеобассейна, но и всех других среднепалеозойских седиментационных бассейнов, включая и те, которые возникли в раннекаменноугольную эпоху (Канско-Тасеевский, Ангаро-Тунгусский, Ичодинский и др.). Он охватывает всю раннекаменноугольную эпоху. За это время в Рыбинском бассейне накопилась почти 500-метровая толща карбонатно-терригенных отложений (переслаивание песчаников, мергелей, алевролитов и известняков).

Таким образом, основные этапы геологической истории Рыбинского бассейна хорошо коррелируются с главными фазами магматизма и тектонической активности на платформе.

В.В. Гайдук [1988], рассматривая историю формирования Кемпендяйской и Ыгыаттинской рифтовых систем, отметил, что их развитие происходило также в три стадии, но время их проявления несколько отличается: 1) формирование пологой депрессии ( $D_2$ ); 2) образование сводового поднятия и массового излияния эффузивов ( $D_3^1$ );

3) возникновение рифтовых долин, краевых поднятий и многочисленных разломов ( $D_3^2-C_1$ ).

Вероятно, это связано с различием последовательности заложения рассматриваемых структур и особенностями их развития. В то же время развитие всех внутриплитных среднепалеозойских осадочных бассейнов безусловно связано с блоковыми подвижками фундамента платформы и является их отражением. Кютингдинский, Ыгыаттинский и Кемпендяйский осадочные бассейны представляют собой зрелые палеорифтовые структуры. Для них характерны ярко выраженная линейность, магматизм и высокая амплитуда сбросов их основания (дна), вдоль протяженных зон разломов. Важно отметить, что Ыгыаттинский и Кемпендяйский бассейны были приурочены к пассивной восточной, а Кютингдинский – к северо-восточной окраинам платформы, где растяжение земной коры проявилось особенно контрастно. Наблюдается отчетливая тенденция омоложения среднепалеозойских осадочных бассейнов от Рыбинского ( $D_1$ ) к Ыгыаттинскому и Кемпендяйскому ( $D_2$ ), а затем к Кютингдинскому ( $C_1$ ).

Канско-Тасеевский, Ангаро-Тунгусский и Ичодинский бассейны являются недоразвитыми (по классификации С.И. Романовского [1996] – эмбриональными) рифтогенными внутриплитными структурами. Их заложение произошло в завершающую стадию СТА (начало раннекаменноугольной эпохи), когда проявились низкоамплитудные опускания блоков фундамента, не вызвавшие существенной структурной перестройки из-за отсутствия достаточного растяжения земной коры, что обусловило низкоамплитудное разломообразование и довольно слабый, а местами отсутствующий, эффузивный магматизм. Особенности данных бассейнов – относительные изометричность площадей осадконакопления и кратковременность существования, по сравнению со зрелыми рифтовыми системами. Следовательно, рифтогенез, как один из результатов тектоно-магматической активизации, выступает в качестве фактора, определявшего продолжительность существования осадочных бассейнов, их тип и размер.

### КОНЦЕПЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ АНГАРИДЫ

Согласно с современными представлениями о геологическом развитии Земли, автором рассматриваются три возможные концепции

образования Ангариды и активизации на ее территории магматизма и рифтогенеза.

#### Образование Ангариды в результате эпиплатформенного орогенеза под воздействием Урало-Монголо-Охотского складчатого пояса

По всей видимости, развитие Урало-Монголо-Охотского складчатого пояса «отозвалось» сильнейшей тектоно-магматической активизацией как на Сибирской, так и на Русской платформах.

П.А. Фокин и А.М. Никишин [2001], проведя сравнительный анализ девонско-раннекаменноугольного этапа развития Русской и Сибирской платформ, отметили, что он характеризовался синхронным всплеском интенсивности рифтогенеза и сопряженного с ним магматизма. С точки зрения этих авторов, рифтообразование на платформах шло в условиях пассивного растяжения и сопровождалось формированием новых пассивных окраин континентов.

По мнению В.Е. Хаина [2001], в конце силура-начале девона резко усилились процессы конвергенции литосферных плит и блоков, что привело к кульминации каледонского орогенеза в Урало-Охотском поясе и примыкании к Сибирской платформе Алтае-Саянской области. В примкнувшей горной области, после мощной вспышки преимущественно щелочно-базальтоидного вулканизма, заложилась две крупные межгорные впадины раннедевонского возраста – Кузнецкая и Минусинская.

В процессе эпиплатформенного орогенеза произошли мощные расколы гетерогенного фундамента платформы за счет активизации древних и образования новых разломов. Вероятно, внедрившиеся в верхние горизонты литосферы многочисленные магматические расплавы способствовали разломообразованию и восходящим глыбовым (мегаблоковым и блоковым) подвижкам фундамента, что привело к регрессии моря и становлению Ангариды. Затем последовали рифтогенез и дислокации осадочного чехла.

По утверждению Е.Е. Милановского [2002], в начале герцинского цикла на Русской и Сибирской платформах произошла регенерация ряда рифейских авлакогенов – рифтовых зон, а их развитие завершилось в обстановке сжатия, либо, реже – в режиме постепенного ослабления и прекращения опусканий в рифтовых впадинах.

Развитие Рыбинской впадины может служить примером подобной регенерации. Это одна из наиболее сложных структур, становление которой началось в рифее, когда произошло заложение Присаянского перикратонного прогиба. В процессе среднепалеозойской тектоно-магматической активизации он ожил и перешел в стадию, типичную для краевого прогиба, в котором нижнедевонский комплекс отложений зафиксировал относительно краткий начальный период формирования этой предгорной структуры.

#### **Ангарида как результат воздействия плюм-тектоники**

Пожалуй, впервые на существование мантийных плюмов (горячих точек), применительно к среднему палеозою Сибирской платформы и ее обрамления, указали Л.П. Зоненшайн и др., [1990].

Анализ гравимагнитного поля восточной части Сибирской платформы позволил А.М. Шаровой [2001] выявить среднепалеозойские структуры, интерпретируемые как мантийные плюмы.

По мнению Ф.А. Летникова [2001], плюм представляет собой сверхэнергетический флюид, взаимодействие которого с породами нижней мантии приводит к сублимации породы в газовую фазу. Это однонаправленный необратимый процесс «прожигания» мантии восходящей струей газа, сопровождаемый мощными тектоническими процессами (плюм-тектоникой).

Д.А. Астафьев [2001] считает, что плюм-тектоника обусловила рифтогенез, закономерное разломообразование и палеорельеф поверхности земной коры.

Вероятно, в процессе «прожигания» мантии плюмами происходила деструкция нижней части литосферы и коры, что привело к магматизму, разломообразованию и возникновению гигантских по размерам межразломных блоков. Воздымание таких колоссальных мегаблоков фундамента платформы [Савинский, 1972], как Ангарский, Присаянский, Приенисейский, Иркинеевский, Анабарский, Вилкойский и других, привело к регрессии раннепалеозойского моря и образованию континентальной страны – Ангарида. На фоне всеобщего воздымания мегаблоков, по зонам глубинных разломов происходило образование рифтовых структур (Ыгыаттинской, Кемпендяйской и др.), а на поднятиях – мантийный (кимберлитовый) магматизм.

По предположению Д.А. Астафьева [2001], в результате истощения плюмов тектоно-магматическая активность резко сократилась, а растяжение сменилось сжатием. Если это так, то это могло произойти в конце позднего девона, когда произошло заложение новых рифтогенно-недоразвитых структур (Канско-Тасеевский, Ангаро-Тунгусский и др.) и внутриплитных складчатых зон.

#### **Возникновение Ангарида вследствие коллизий**

По всей зоне контакта байкалид с Сибирской платформой ее осадочный чехол деформирован по надвигам и обладает северной vergentностью. При этом горизонтальные амплитуды надвигов достигают 50 км [Малых, 1997]. С точки зрения С.М. Замараева [1967], степень этих деформаций, а соответственно и степень метаморфизма пород осадочного чехла, резко уменьшается в субмеридиональном направлении. Складчатые деформации проявились во всем комплексе осадочных пород от венда до силура включительно, что свидетельствует об их проявлении в преддевонское время.

Полученные новые сейсмические записи на временных цифровых станциях, располагавшихся на профиле Братск-Иркутск-Улан-Батор-Ундуршил, позволили установить, что Прибайкальское поднятие возникло в позднем ордовике-силуре, когда произошла коллизия Сибирской платформы с системой венд-раннеордовикских дуг [Зорин и др., 2002]. Главным же следствием этой коллизии было образование целой системы надвигов в Прибайкалье, за счет чего происходило разрастание Ангарида.

Интересные результаты были получены Р.Г. Боосом [1991] в ходе анализа палеогеодинамической природы Восточного Саяна. Основываясь на результатах проведенных исследований, он пришел к выводу о существовании древнего Боксон-Хубсугул-Дзабханского микроконтинента, коллизия которого с Сибирской платформой произошла, предположительно, в силуре.

Безусловно, все вышеперечисленные коллизии сопровождались возникновением огромных тангенциальных напряжений в фундаменте платформы, которые, возможно, вызвали активизацию магматизма, разломообразования и привели к воздыманию гигантских блоков фундамента платформы, регрессии моря и становлению Ангарида.



Завершая рассмотрение приведенных концепций и связанного с ними одного из сложных вопросов в геологии о первопричинности появления тех или иных геологических структур в строении платформы, можно сделать следующие выводы:

1. Среднепалеозойская тектоно-магматическая активизация на Сибирской платформе – это реакция ее фундамента на процессы, происходившие в недрах Земли. Вполне возможно, что эти процессы могли быть спровоцированы развитием Урало-Монголо-Охотского складчатого пояса, плюмами (плюм-тектоникой) или коллизиями. Возможно они действовали совместно или последовательно. Этот вопрос остается «открытым».

2. Ангариды – это суша, образовавшаяся в результате воздымания Ангарского, Вилюйского и других гигантских блоков (глыб) гетерогенного фундамента платформы в процессе среднепалеозойского эпиплатформенного орогенеза.

3. Зрелые рифтовые системы возникли после воздымания мегаблоков фундамента платформы, в период развития рифтообразующих зон разломов, сопровождаемого растяжением земной коры в краевых частях платформы и интенсивным магматизмом.

4. В конце позднедевонской – начале раннекаменноугольной эпох произошла завершающая стадия тектоно-магматической активизации, при этом растяжение в отдельных участках платформы сменилось сжатием, проявилась пликативная деформация пород осадочного чехла вследствие соляного тектогенеза, что привело к образованию Непской, Иркинцевской и других зон складчатости, а за счет незначительных дифференцированных блоковых подвижек фундамента платформы образовались рифтогенные структуры преимущественно эмбрионального типа. Это сопровождалось внедрением кимберлитовых магм на поднятиях восточной части Ангариды.

### Список литературы

*Акулов Н.И.* Рифты и рифтоподобные структуры в среднем палеозое на Сибирской платформе // Рифты литосферы: эволюция, тектоника, магматические, метаморфические и осадочные комплексы, полезные ископаемые. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 107–109.

*Астафьев Д.А.* Генетическое единство и индивидуальные особенности строения осадочных бассей-

нов неогей // Тектоника неогей: общие и региональные аспекты. М.: ГЕОС, 2001. Т. 1. С. 14–17.

*Боос Р.Г.* Палеозой Тункинских гольцов Восточного Саяна. Новосибирск: Наука, 1991. 144 с.

*Борис Е.И.* Перспективы алмазности верхнего палеозоя восточного борта Тунгусской синеклизы // Геология промежуточных коллекторов алмазов. Новосибирск: Наука, 1994. С. 65–71.

*Брахфогель Ф.Ф., Ковальский В.В.* Возраст кимберлитовых тел северо-восточной части Сибирской платформы // Новые данные о магматизме Якутской АССР. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1974. С. 5–20.

*Брахфогель Ф.Ф., Зайцев А.И., Шамшина Э.А.* Возраст кимберлитовых магматитов – основа прогнозирования алмазносных территорий // Отечественная геология. 1997. № 9. С. 20–24.

*Гайдук В.В.* Вилюйская среднепалеозойская рифтовая система. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1988. 128 с.

*Домышев В.Г.* Эпоха среднепалеозойской активизации юга Сибирской платформы и прилегающей складчатой области // Проблемы кимберлитового магматизма. Новосибирск: Наука, 1989. С. 43–59.

*Дэвис Г.А., Соболев Н.В., Харьков А.Д.* Новые данные о возрасте кимберлитов Якутии, полученные уран-свинцовым методом по цирконам // Докл. АН СССР. 1980. Т. 254. № 1. С. 175–179.

*Замараев С.М., Кузнецов Г.А.* О крупнейшей флекуре юга Сибирской платформы // Материалы по геологии и полезным ископаемым Красноярского края. Красноярск: Красн. кн. изд-во, 1961. Вып. 2. С. 151–157.

*Замараев С.М.* Краевые структуры южной части Сибирской платформы. М.: Наука, 1967. 230 с.

*Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М.* Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Недра, 1990. Кн. 1. 242 с.

*Зорин Ю.А., Беличенко В.Г., Мордвинова В.В. и др.* Новые геофизические данные о надвигах в Прибайкалье, Западном Забайкалье и Центральной Монголии // Геотектоника. 2002. № 3. С. 40–52.

*Левашов К.К.* Среднепалеозойская рифтовая система востока Сибирской платформы // Сов. геология. 1975. № 10. С. 49–58.

*Летников Ф.А.* Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза // Геология рудных месторождений. 2001. Т. 43. № 4. С. 291–307.

*Малых А.В., Замараев С.М., Рязанов Г.В. и др.* Тектоника центральной части Непского свода. Новосибирск: Наука, 1987. 81 с.

*Малых А.В.* Сравнительный анализ и генезис складчатых структур восточной части Иркутского амфитеатра // Геотектоника. 1997. № 2. С. 28–38.

*Масайтис В.Л., Михайлов М.В.* Среднепалеозойская вулканогенно-осадочная серия Ыгыатинской впадины (восточная часть Сибирской платформы) // Геология и геофизика. 1966. № 4. С. 43–53.

- Масайтис В.Л., Михайлов М.В., Селивановская Т.В.* Вулканизм и тектоника Патомско-Вилуйского среднепалеозойского авлакогена. М.: Недра, 1975. 183 с.
- Милановский Е.Е.* Древние и современные рифтовые структуры: распространение, происхождение, геодинамика, флюиды // Рифты литосферы: эволюция, тектоника, магматические, метаморфические и осадочные комплексы, полезные ископаемые. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 6–15.
- Нагибина М.С.* О тектонических структурах, связанных с активизацией и ревивацией // Геотектоника. 1967. № 4. С. 36–42.
- Одинцов М.М.* Активизация древних платформ и рудоносные глубинные магмы // Закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Наука, 1975. Т. XI. С. 118–126.
- Одинцов М.М., Владимиров Б.М., Твердохлебов В.А.* Закономерности размещения кимберлитов в Земной коре // Вулканизм и тектоника. М.: Наука, 1968. С. 41–47.
- Олейников Б.В.* Особенности состава и фациальные условия образования базальтов Ыгыаттинской впадины // Геология и геохимия базитов восточной части Сибирской платформы. М.: Наука, 1973. С. 87–91.
- Романовский С.И.* Литогеодинмика осадочных бассейнов. С.-Пб.: ВСЕГЕИ, 1996. 43 с.
- Ротман А.Я., Серенко В.П.* Петрологические особенности базитов трубок взрыва Западной Якутии // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. С. 173–182.
- Рязанов Г.В.* Морфология и генезис складок Непской зоны. Новосибирск: Наука, 1973. 89 с.
- Савинский К.А.* Глубинные структура Сибирской платформы по геофизическим данным. М.: Недра, 1972. 468 с.
- Тесаков Ю.И., Предтеченский Н.Н., Лопушинская Т.В. и др.* Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири // Силур Сибирской платформы. Новосибирск: Изд-во СО РАН "ГЕО", 2000. 403 с.
- Фокин П.А., Никишин А.М.* Позднепалеозойский рифтогенез на Восточно-Европейской и Сибирской платформах // Тектоника неогена: общие и региональные аспекты. М.: ГЕОС, 2001. Т. 2. С. 268–270.
- Хаин В.Е.* Тектоника континентов и океанов (год 2000). М.: Научный мир, 2001. 606 с.
- Шарова А.М.* Взаимосвязь проявлений кимберлитового магматизма с глубинной тектоникой (плюмами) восточной части Сибирской платформы // Тектоника неогена: общие и региональные аспекты. М.: ГЕОС, 2001. Т. 2. С. 297–300.
- Щеглов А.Д.* Основные черты металлогении зон автономной активизации // Закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Наука, 1967. Т. VIII. С. 103–125.

*Рецензент доктор геол.-мин. наук В.М. Нечухин*