Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVIII, вып. 2, 1969 г.

ДОКЕМБРИЙ, ЕГО ГРАНИЦЫ И ПРИНЦИПЫ РАСЧЛЕНЕНИЯ

Ю. К. Дзевановский

Вопрос о докембрии, его объеме, об истории развития земной коры в докембрийское время и о сходстве и различии ее с более поздними геологическими эпохами в настоящее время подвергается широкому обсуждению.

Занимаясь много лет изучением глубоко измененных осадочных и вулканогенных толщ докембрия Восточной Сибири и Дальнего Востока, автор пришел к выводам, существенно отличающимся от стандартных взглядов, высказываемых рядом исследователей. Дискуссия по затрагиваемым проблемам поможет правильному решению ряда вопросов о самых древних толщах Земли и условиях их формирования.

О понятии «докембрий» и о границе между ним и палеозоем. С момента разработки геохронологической шкалы считалось, что к докембрию относятся две наиболее ранние группы (эры) — археозойская и протерозойская, выделение которых базировалось на признании палеонтологического принципа, а priori распространяемого и на эти наиболее ранние этапы в истории развития Земли. Считалось, что развитие жизни в палеозое стояло уже на столь высокой ступени, что ее представители вплоть до изначальных форм должны были существовать много раньше, в связи с чем и были выделены указанные подразделения. Геологический опыт, однако, показал, что даже в тех случаях, когда древние осадочные толщи, подстилающие кембрийские отложения, сохраняют свою седиментационную свежесть, в них нигде не обнаруживаются предшественники высокоорганизованных палеозойских форм трилобитов, археоциат, брахиопод, губок и др., за исключением образований, которые считаются водорослями или спорами, в связи с чем нет возможности признать приемлемость палеонтологического метода при выделении древних групп. Вместе с тем для древних толщ чисто эмпирически было установлено, что везде они существенно метаморфизованы и представлены различными гнейсами, кристаллическими сланцами, мраморами, кварцитами и другими метаморфическими породами, нигде не сохраняющимися в своем первоначальном виде и отражающими своим состоянием существовавшие тогда условия на Земле. Подобным состоянием этих древних пород обычно и объяснялось отсутствие в них органических остатков, якобы исчезнувших в результате перекристаллизации вещества. Но такое объяснение не является удовлетворительным по той причине, что, как уже упоминалось, в неизменных отложениях позднего докембрия (синия, рифея) мы не находим никаких животных остатков, несмотря на их обилие и высокую организацию в палеозое, за исключением весьма примитивных биогенных форм, определяемых как водоросли или споры. Учитывая это, мы

считаем, что распространение на древние эры наименований, имеющих вполне определенный палеонтологический смысл (археозой и протерозой), является неприемлемым и что для их обозначения следует применять термин «азой» (безжизненный), предложенный в середине прошлого столетия Мурчисоном для кристаллических пород Скандинавии.

Говоря о преимуществе этого обновленного представления о номенклатуре древних образований, следует указать, что прежний архей и протерозой в том понимании, которое было узаконено МСК, являлись эклектическими подразделениями, объединявшими породы различных структурно-формационных этажей. Сказанное в особой степени касается протерозоя с его трехчленным делением, в который включались породы, сформированные как в доплатформенный этап развития земной коры, так и породы платформенного чехла. Такое объединение, лишенное геологического смысла, возвращало нас далеко назад к тем временам, когда еще не были предложены концепции о геосинклиналях и платформах. Возрождение понятия азой, к которому будут относиться все метаморфизованные породы фундамента платформ, т. е. породы прежнего архея и нижней трети протерозоя, разрешит вопрос структурно-формационной корреляции толщ и избавит нас от путаницы, существовавшей до этого. Естественно, что, исключая из стратиграфической шкалы архей и отчасти протерозой и заменяя их азоем, мы укрупняем несколько объем нового подразделения. Но последнее разделено на подгруппы и более мелкие подразделения регионального значения с соблюдением принципов расчленения азоя, о чем будет сказано ниже.

Теперь мы можем перейти к вопросу о верхней границе азойской группы.

Если обратиться к примеру древних платформ, сформированных в азое, где соотношение древних метаморфических образований и неизмененных более поздних осадочных пород выражено предельно ясно, можно увидеть, что в их строении намечается одна важная и уже давно известная черта, обусловленная, по нашим представлениям, чрезвычайно резким рубежом между временем формирования фундамента платформ и осадочного платформенного покрова. Этот рубеж отражает качественно иное состояние в развитии Земли в азое, сравнительно с более поздними эпохами фанерозоя. Как нам представляется, формирование фундамента платформ происходило в условиях общей высокой подвижности земной коры, весьма активного ее термического состояния и высокой проницаемости. Эти условия, позже не повторявшиеся, привели, во-первых, к тому, что нигде на Земле не известны платформенные эквиваленты пород фундамента и что они выражены в фациях подвижных зон и, во-вторых,— к их повсеместной метаморфизации, обусловленной, главным образом, температурными воздействиями. Последнее заключение особенно резко бросается в глаза при изучении состава и текстур метаморфических толщ, а также их тектонической структуры с теми пластическими наложениями, доводящими в некоторых случаях вещество до его подвижности (явления реоморфизма), которые можно объяснить только при допущении высокого прогрева пород фундамента.

Формирование платформенного покрова происходило в иной обстановке, резко отличной по комплексу признаков от азоя. Основными условиями этого этапа в развитии Земли были следующие.

1. В термическом состоянии Земли намечается резкий перелом, быть может обусловленный появлением достаточно мощных консолиди-

рованных масс земной коры, бронирующих более поздние образования верхнего докембрия и палеозоя от высоких температур.

2. Впервые на Земле появляются платформенные отложения, не подвергающиеся существенным изменениям, за исключением диагенетических превращений.

3. Видимо, с этого времени на Земле появляется первое живое вещество. Тенденции некоторых ученых отнести истоки жизни на более ранние геологические эпохи вряд ли обоснованы, особенно если сравнить темпы развития ее в палеозое с продолжительностью протерозоя, которая по представлениям абсолютчиков достигает 1200 млн. лет.

Если принять во внимание все эти события, то тогда трудно отказаться от мысли о существовании между азоем и сменившими его эпохами резко выраженного рубежа, который, как нам представляется, и должен лечь в основу их разделения. Несоразмерность продолжительности тех или иных подразделений или так называемый «абсолютный возраст» пород, на базе которого в последние годы пытались определять хронологическое положение пород, не могут приниматься во внимание как признаки формального порядка, или не объективные, не разрешающие сложных вопросов возрастного положения древних толщ. По поводу радиометрических определений сейчас следует прямо сказать, что их пригодность для геохронологии древнейших докембрийских образований весьма сомнительна, поскольку они дают настолько противоречивые и неверные показания, что создают только путаницу в очень сложных вопросах возрастного положения тех или иных древних толщ и объективно разрешить их не могут. В настоящее время уже имеется много работ с критикой радиометрических определений возраста пород, поэтому здесь можно не останавливаться на этом порочном методе.

О разделении надазойских осадочных образований с биогенными остатками следует сказать, что в настоящее время многие геологи начинают протерозой с бывших средней и верхней подгрупп прежнего протерозоя, а более верхние отложения с остатками высокоорганизованных животных относят к кембрию. Конкретно, в Восточной Сибири протерозой будет начинаться с пород удоканской серии, элгетейской свиты.

Таким образом, наиболее целесообразно отнесение всех регионально метаморфизованных толщ земной коры к азою, залегающих на них осадочных толщ с примитивными биогенными формами (водоросли, катаграфии, споры) к протерозою и осадочных толщ с остатками трилобитов, археоциат к палеозою, точнее к кембрию, как и раньше.

Значение регионального метаморфизма в геохронологии. Метаморфические толщи азоя, формировавшиеся в догеосинклинальный этап развития Земли в условиях общей высокой подвижности земной коры и ее высокого геотермического потенциала, являются образованиями геоисторического порядка, отражающими существовавшие в то время на Земле условия. Единственным признаком этих образований является их глубокая метаморфизация, обусловленная весьма активным термическим состоянием земной коры в азойское время. Поскольку этот признак является для древних пород ведущим и до сих пор не учитывался, ниже специально остановимся на нем и покажем его значение в геохронологических целях.

Региональный метаморфизм — явление, связанное с термическим состоянием Земли. Если допустить полностью охлажденное состояние Земли, то тогда этот тип метаморфизма не смог бы проявиться, поскольку одно только давление не может вызвать перекристаллизацию

вещества. Сказанное подтверждается наблюдениями над породами молодых складчатых областей, которые, несмотря на сложность тектонических структур, нигде не подвергаются перекристаллизации вещества, т. е. метаморфизму. Отсюда следует, что важнейшим фактором регионального метаморфизма является высокая температура Земли, способная произвести существенную перестройку пород.

Если следовать любой космогонической концепции, не взирая на ее недостатки, то во всех случаях Земля в догеологическую эпоху была разогрета неизмеримо сильнее, чем сейчас, т. е. иначе говоря, термическое состояние Земли есть состояние геоисторического значения. Важно отметить, что влияние теплового эффекта сказывалось на Земле одинаково, поскольку к началу формирования гранитного слоя, который есть тоже образование геоисторического значения, распределение земных масс было более или менее равномерным, т. е. отсутствовали аномалии в распределении силы тяжести. По-видимому, в это время поверхность Земли представляла подобие других планет (Луны, Марса и др.) и состояла преимущественно из базальтового субстрата. Формирование гранитного слоя началось с момента образования первых осадочных пород. Их возникновение, по-видимому, должно связываться главным образом с химическим распадом базальтовой коры, поскольку размыв и накопление терригенного вещества не могли быть проявлены в широких масштабах из-за отсутствия орогенеза. Вместе с тем химическая активность вод первичных морей из-за поглощения ими газов и дымов первичной атмосферы безусловно сообщала им свойства активных кислот и способствовала интенсивному растворению базальтового субстрата первичной коры. Высокий тепловой эффект последней вызывал глубокую трансформацию первичных осадков, проявленную глобально. Отсюда следует, что везде на Земле первичные осадочные накопления должны быть глубоко метаморфизованы и нигде не могли сохраниться в своем первоначальном виде. Указания некоторых геологов о неизменном состоянии древних осадочных пород обязаны несовершенству методов определения их возраста и не имеют под собой никакой объективной почвы. Можно напомнить, что везде, где только возраст древних пород установлен объективно на основании геологических методов, они всегда являются метаморфизованными очень сильно для ранних этапов их образования и заметно слабее для поздних. Обратных соотношений никто никогда не наблюдал и вряд ли сможет в будущем наблюдать. Не случайно поэтому докембрийские породы, образующие фундаменты платформ, превращены в кристаллические породы, утратившие свой первичный минеральный состав.

Мнение о более активном тепловом состоянии Земли в ранние геологические эпохи сейчас разделяется многими геологами и геофизиками. Так, В. В. Белоусов [1] считает, что геотермический градиент в архее был выше современного в 5—6 раз и он был более или менее одинаков для всех частей земной коры. Того же мнения придерживаются Джеффрис, Ферхуген и др. [2], допускающие более высокий нагрев Земли в минувшие геологические эпохи.

Чрезвычайно важно отметить, что региональный метаморфизм во времени проявлялся с явной тенденцией к его ослаблению, что, вероятно, связано с нарастанием континентальной коры, препятствовавшей проникновению тепловых потоков. Подобное изменение регионального метаморфизма во времени привело к тому, что наиболее ранние образования азоя везде на Земле изменены в высокотемпературной фации (гранулитовая фация метаморфизма), а более поздние — в среднетемпературной фации (амфиболитовая фация с ее подфациями). Допу-

скается некоторое ослабление или, наоборот, усиление метаморфического эффекта в момент проявления данной метаморфической фации, но они всегда проявляются в подчиненном масштабе.

Падение интенсивности регионального метаморфизма во времени продолжается и далее в течение всего протерозоя (синия, рифея и др.), проявляясь здесь уже в зеленосланцевой фации с некоторым усилением в сторону верхних субфаций амфиболитового метаморфизма.

Таким образом, отчетливо намечается дифференциация метаморфических воздействий в процессе эволюции земной коры, что позволяет придавать им геохронологическое значение.

Надо сказать, что подобные различия в интенсивности метаморфического эффекта и совпадение стратиграфических границ с различно метаморфизованными породами уже давно были подмечены геологами, хотя из-за недооценки регионального метаморфизма этим наблюдениям не придавалось должного значения. Противники регионального метаморфизма говорили, что последний обусловлен глубинностью и не имеет поэтому геохронологического значения. Такое возражение, базирующееся на древних представлениях Грубенмана и Ниггли, ныне не может приниматься во внимание, поскольку главными факторами этого типа метаморфизма являются температура и давление (обычно стресс), но отнюдь не глубинность, что привело к замене зон Грубенмана и Ниггли (эпи-, мезо- и катазоны) фациями или ступенями метаморфизма, отражающими указанные выше факторы.

Утверждалось, что региональный метаморфизм трудно оторвать от интрузивных явлений, в связи с чем контактовые изменения могут смешиваться с минералообразованием регионального процесса и таким образом вуалировать его характерные признаки. Это возражение несправедливо, поскольку контактовые явления протекают в температурном интервале амфиболитовой фации и потому не могут сказаться на породах, измененных в гранулитовой и амфиболитовой ступенях регионального метаморфизма. Только в зеленосланцевой фации они могут проявиться появлением более высокотемпературных минералов, однако их локальное распространение и приуроченность к контактам выдает этот тип изменений.

Кроме приведенных возражений, в познании метаморфических толщ действительно существует ряд трудностей, хорошо известных геологам-докембристам.

1. Исчезновение в процессе перекристаллизации вещества конгломератов и других псефитовых пород, играющих роль базальтных образований.

2. Вуалирование из-за тех же явлений поверхностей несогласий. Несогласия в азойских толщах могут распознаваться только в региональном плане по азимутальному несовпадению структур в смежных комплексах или по их различному план-узору. Примером могут служить нуклеарные структуры литоплинтов и конформно причленяющиеся к ним линейные структуры более поздних этапов.

3. Регрессивные явления, наложенные на прогрессивно метаморфизованные породы. Это наиболее сложное видоизменение метаморфических пород, вносящее большие затруднения при определении первичной метаморфической фациальности.

Все эти особенности строения и состава метаморфических толщ требуют применения специальных методов их исследования, которые в настоящее время уже разработаны и применяются геологами. Конечно, ряд важных признаков исходных пород исчезает навсегда. Вместе с тем следует отметить, что региональный метаморфизм щадит

ряд признаков первичных пород и, в частности, их первичную стратификацию, которая даже при проявлении наиболее высокотемпературных изменений не исчезает вплоть до тонкой слоистости, наследуемой метаморфическими породами.

Принципы расчленения азоя. Выше уже отмечалось, что метаморфический процесс во времени постепенно ослабляется, причем это обычно совпадает со сменой стратиграфических комплексов. Такое явление неслучайно, и им подтверждается геоисторическое значение регионального метаморфизма, проявленного в разные этапы развития Земли в различных фациях.

Не подлежит сомнению, что наиболее древние толщи азоя, обнажающиеся на Земле и прежде включавшиеся в состав архея, всегда метаморфизованы наиболее интенсивно в гранулитовой фации с местными переходами к нижним ступеням амфиболитовой фации, обычно сопровождаясь реоморфическими образованиями, в том числе и различными анатектитами. В соответствии с подобным состоянием этих древних пород и их стратиграфическим положением представляется целесообразным относить их к нижнему азою, деля последний на две части. В состав этих пород обычно входят породы гранулитового комплекса, пироксеновые гнейсы и кристаллические сланцы, кварциты, высокоглиноземистые породы и другие образования. Тектоническая структура их отражает нуклеарное состояние земной коры. Породы нижнего азоя формируют первичные ядра платформ, так называемые литоплинты [3].

Выше их располагаются метаморфические породы, измененные в амфиболитовой фации с местным усилением метаморфизма до гранулитовой фации, проявленной локально. Породы этого комплекса представлены биотитовыми, амфиболовыми, биотит-амфиболовыми гнейсами, амфиболитами и др., образующими линейные тектонические структуры, конформно обрастающие литоплинты. В соответствии с их метаморфизмом и стратиграфическим положением они относятся к верхнему азою. В прежней стратиграфической схеме они включались в состав нижнего протерозоя.

Таким образом, комплекс азойских метаморфических пород, составляющих основу фундаментов, в зависимости от характера их метаморфизма разделяется на две подгруппы — нижнюю, из наиболее метаморфизованных пород, и верхнюю — из пород, измененных гораздо слабее. Обратных соотношений в метаморфическом состоянии древних пород нигде и никем не наблюдалось, что свидетельствует в пользу производимого расчленения. Последнее охватывает крупные комплексы с присущими им проявлениями магматизма и самостоятельной тектонической структурой. Все это подтверждает обоснованность производимого расчленения.

Если прослеживать далее во времени характер регионального метаморфизма, то мы увидим, что в более поздних образованиях протерозоя в новом понимании он сказывается уже в резко ослабленной форме, выраженный в зеленосланцевой фации с местными отклонениями как в сторону низкотемпературных субфаций амфиболитовой фации, так и в сторону еще более слабых изменений вплоть до образования филлитов. Такое изменение интенсивности процесса нельзя признать случайным, ибо оно четко фиксируется во времени и никогда не заменяется более резкими изменениями, если не считать местного и не всегда проявленного усиления процесса обычно в сторону наиболее низких горизонтов разреза.

В зеленосланцевых толщах могут возникать и дополнительные трудности, связанные с контактовым метаморфизмом, но они доступны отделению от региональных изменений, хотя и вызывают местные усложнения.

В заключение отметим, что протерозойские образования уже отчетливо разделяются на геосинклинальные и платформенные фации, отсутствующие в более ранних образованиях докембрия.

Если выделение азойских и протерозойских образований вместе с двумя подгруппами азоя в силу их геоисторичности могут рассматриваться, как подразделения общей геохронологической шкалы, то более дробное расчленение их, по-видимому, надолго сохранит региональное значение. Такое заключение основано на том, что формирование тех или иных частей азоя и отчасти протерозоя отражало местные условия накопления первичного осадочного вещества и не было связано с какими-либо общими закономерностями. Тем не менее в настоящее время широко используется метод расчленения древних толщ по формационным признакам, отраженным в разрезах их стратификацией и литологической индивидуализацией. Из числа формаций азоя, которые можно использовать при расчленении азойских толщ, нужно отметить хемогенные формации кварцитов, высокоглиноземистых, отчасти карбонатных пород, гиперстеновых гнейсов и кристаллических сланцев, в своих истоках связанные с вулканогенными образованиями, формацию железистых кварцитов, весьма характерную для верхнеазойских пород. Обособленность этих формаций в разрезе обычно и используется при его составлении. Их возникновение до сих пор не получило удовлетворительного объяснения. Н. В. Фролова [4] предполагает, что указанные формации связаны с дифференциацией первичного осадочного вещества, но вопрос этот остается до сих пор не решенным.

Заключение

Мы впервые попытались поставить в связь региональный метаморфизм с развитием Земли и с этих новых позиций отнестись к нему, как к явлению геоисторического значения. Единственный и вполне осязаемый признак древних пород — их метаморфизм — впервые возводится в меру времени. Такое отношение к региональному метаморфизму позволяет довести значение подгрупп азоя к подразделениям общей геохронологической шкалы и выделить их в кристаллических толщах фундаментов древних платформ на базе метаморфических фаций. Выделение азоя вместо прежних архея и отчасти протерозоя тоже есть, с нашей точки зрения, прогрессивное нововведение, поскольку впервые древние метаморфические толщи, связанные общностью происхождения, включаются в одно подразделение и не разносятся по разным группам, как это было до сих пор. Экстрактация древних метаморфических пород «очищает» протерозойскую группу от чуждых ей образований, оставляя в ней осадочные толщи, заключающие остатки первых биогенных форм. С этих позиций протерозой действительно становится эрой простейшей жизни и целиком подпадает под палеонтологический метод изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов В. В. Земная кора и верхняя мантия материков. Изд-во АН СССР, 1966.

2. Земная кора. Сб. статей. М., 1957.

3. Дзевановский Ю. К. и Судовиков Н. Г. Докембрий Алданского щита и хребта Станового. Международный геологический конгресс, XXI сессия, 1960.

4. Фролова Н. В. Об условиях осадконакопления в архейской эре. Тр. Иркутского ун-та, сер. геол., т. 5, вып. 2, 1951.