

ИДЕИ А.В. ПЕЙВЕ, П.Н. КРОПОТКИНА И Н.А. ШТРЕЙСА В СОВРЕМЕННОЙ ТЕКТОНИКЕ

Минули 100-летние юбилеи выдающихся геологов-тектонистов акад. А.В. Пейве, акад. П.Н. Кропоткина и проф. Н.А. Штрейса. Настало время оценить их вклад в тектоническую науку и современное развитие их идей. Этому была посвящена научная сессия Ученого совета Геологического института РАН, состоявшаяся 23 декабря 2011 г.

Значение работ А.В. Пейве, П.Н. Кропоткина и Н.А. Штрейса в тектонике

То, что данная сессия Ученого Совета посвящена трем виднейшим геологам-тектонистам Геологического института РАН, является выражением глубочайшей благодарности за их вклад в становление и развитие “гиновской” тектонической школы. Каждый из них, как личность, был совершенно индивидуален.

Александра Владимировича Пейве отличала способность проникать в глубинную суть геологических явлений. Свои мысли он излагал ясно и убедительно, выступая с пространственными докладами на заседаниях тектонического коллоквиума. С его именем связаны многие поворотные моменты в “гиновских” тектонических исследованиях. Так было в случае глубинных разломов, сдвиговых движений в земной коре и мантии, офиолитовой тектоники, учения о тектонической расслоенности литосферы, а также ряда актуальных геодинамических проблем.

Нельзя не упомянуть о деятельности Александра Владимировича как директора института. Помнятся его слова, что нет ничего более полезного для практики, чем хорошая теория. Он был директором 25 лет. При этом неизменно пользовался большим уважением как в институте, так и вне его. Он был трижды лауреатом Государственной премии, имел несколько орденов.

Петр Николаевич Кропоткин – потомок князя П.А. Кропоткина, знаменитого революционера, геолога и географа. Поразительной была широта научных познаний Петра Николаевича. Кроме геологии, он работал в области геофизики. Кстати, он рассказывал о том, что в молодые годы перед ним стоял вопрос: быть ли ему геологом или физиком. П.Н. Кропоткин создал в институте Лабораторию палеомагнетизма. Спи-

сок его работ включает как геологические, так и геофизические фундаментальные труды.

Исключительность П.Н. Кропоткина состояла в том, что когда все вокруг работали в русле геосинклиальной теории, он в одиночестве исповедовал мобилистскую тектонику, полностью разделяя доктрину Альфреда Вегенера. К чести института надо сказать, что несмотря на такую ситуацию работать Петру Николаевичу никто не мешал. Более того, за его талантливые труды в 1966 г. он был избран членом-корреспондентом Академии наук. Годом раньше этого события вышла в свет книга П.Н. Кропоткина и К.А. Шахварстовой: “Геологическое строение Тихоокеанского подвижного пояса”. Этот капитальный труд открывал новый этап в изучении планетарной Циркум-Тихоокеанской структуры – этап монографического освещения ее тектоники. Отличительной чертой П.Н. Кропоткина было желание делиться с коллегами свежими знаниями, которые он черпал из новейшей зарубежной литературы. Академиком он был избран в 1992 г. по вакансии: геология, геофизика, геохимия, горные науки. В институте Петр Николаевич проработал 60 лет. У него было много государственных наград. За выдающиеся достижения в области наук о Земле в 1990 г. ему была присуждена Демидовская премия.

Николай Александрович Штрейс был также очень яркой личностью. В институте Н.А. Штрейс начал работать в 1936 г., где через 55 лет и окончилась его деятельность. Это был талантливый ученик и ближайший сотрудник акад. Н.С. Шатского. За кандидатскую диссертацию, посвященную геологии зеленокаменной полосы Среднего Урала, ему была присуждена ученая степень доктора геолого-минералогических наук. Он был геологом в широком смысле слова. Его познания включали не только тектонику, но и стратиграфию, седиментологию, палеонтологию, петрологию, учение о рудных месторождениях. Как и все представители школы Н.С. Шатского, Николай Александрович был прекрасным полевым геологом.

В институте он занимал должность заведующего лабораторией сравнительной тектоники и магматизма. Он ввел в тектонику понятие о зонах проницаемости в земной коре. Показал, что возраст древних кристаллических пород в складча-



Рис. 1. А.В. Пейве и Н.А. Штрейс в экспедиции, 60-е годы (из архива В.Г. Трифонова)

тых поясах может быть не только архейским и протерозойским, как считалось до него, но и рифейским. Исключительно значимым оказалось введенное им определение геосинклинального процесса, как процесса преобразования океанической коры в континентальную. Оно послужило основой формулирования нового принципа тектонического районирования земной коры: по времени образования гранитно-метаморфического слоя. Н.А. Штрейс — автор новаторских построений в отношении происхождения бокситов Урала и железо-марганцевых руд Казахстана, он выдвигал идею об их вулканогенно-осадочном генезисе. Н.А. Штрейс воспитал большую плеяду геологов-тектонистов.

Развитие идей А.В. Пейве, П.Н. Кропоткина и Н.А. Штрейса в современной тектонике

На упомянутой выше сессии Ученого совета Геологического института РАН “Развитие идей А.В. Пейве, П.Н. Кропоткина и Н.А. Штрейса в современной тектонике” было представлено шесть докладов. Они были посвящены современному состоянию исследований в различных направлениях геотектоники, заложенных этими выдающимися учеными.

В докладе С.Д. Соколова “Тектоника коллизионных и аккреционных структур Востока Азии” развивались идеи А.В. Пейве, Н.А. Штрейса и их учеников (А.Л. Книппер, М.С. Марков, А.А. Моссаковский, А.С. Перфильев, С.В. Руженцев и др.) о периокеанической и межконтинентальной аккреции и связанных с ней покровно-складчатых структурах. На современном этапе эти теоретические разработки нашли отражение в выделении коллизионных и аккреционных складчатых сооружений. Первый тектонотип отличается от второго характерными особенностями:

(1) покровными и дивергентными структурами вместо аккреционных призм и чешуйчатых структурных ансамблей у второго типа; (2) коллизионными сутурами, зонами “корней покровов” в противоположность бескорневым аллохтонам; (3) мощными олистостромовыми толщами, генетически связанными с офиолитовыми аллохтонами, по сравнению с отдельными горизонтами олистостромов в аккреционных призмах второго типа; (4) S-типом гранитоидного магматизма по сравнению с адакитами и аккреционными плагиогранитами. В офиолитовых поясах континентальных окраин аккреционного типа установлен новый тип серпентинитовых меланжей — структурированные меланжи, в которых наблюдается определенная структурная и вещественная упорядоченность, как результат не только дезинтеграции, но и предшествовавшего процесса тектонического совмещения офиолитов различного генезиса. Генетическая типизация хаотических образований (меланжи и олистостромы) дополнена обнаружением своеобразных “осадочных серпентинитов”, формирующихся за счет размыва серпентинитовых диапиров и тектонических уступов в предостроводужной обстановке.

Доклад Г.Н. Савельевой “Геология раздела Мохоровичича и офиолиты” представлял собой развитие идей А.В. Пейве об офиолитах как реликтах древней океанской коры. Проблемы, связанные с формированием границы Мохоровичича, рассматривались А.В. Пейве в таких фундаментальных работах, как “Океаническая кора геологического прошлого” (1969) и “Геология раздела Мохоровичича” (1981). В Геологическом институте эти проблемы разрабатывались также Ю.М. Пущаровским, А.Л. Книппером, А.С. Перфильевым, Ю.Г. Леоновым и рядом других исследователей. Основное внимание докладчика было уделено ультраосновным комплексам офиолитов —

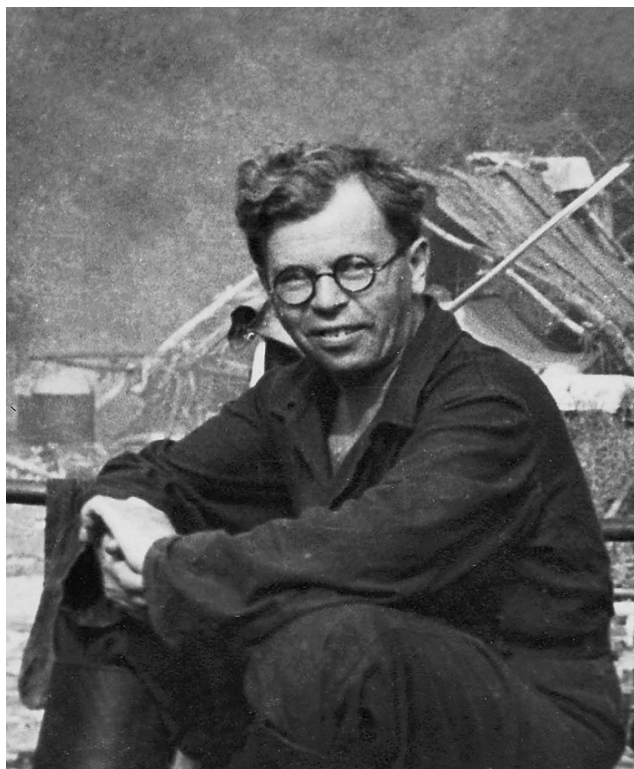


Рис. 2. П. Н. Кропоткин в экспедиции, 40-е годы (из архива семьи Кропоткиных)

индикаторам мантийных процессов, которые происходят при формировании океанской литосферы.

Рассмотрены структуры субсолидусного твердо-пластического течения перидотитов и дунитовых тел в мантийном разрезе офиолитов в разных геодинамических обстановках. Новые знания о формировании раздела Мохоровичича сводятся к следующему. (1) Выделены области преимущественного транспорта расплава в природных объектах — мантийных ультрамафитах и экспериментальных моделях. (2) Показано, что дуниты и пироксениты мантийного разреза офиолитов формируются при образовании зоны перехода кора—мантия. Реститовые гарцбургиты служили вмещающей матрицей для мигрирующих расплавов, имеющих надсубдукционные характеристики, на разных этапах магматической активности, разделенных десятками и сотнями млн. лет. (3) Процессы, ведущие к образованию раздела Мохоровичича, запечатлены в структуре и составе пород обширной области (до нескольких километров) верхнемантийных разрезов офиолитов. Именно с образованием этой критической зоны связано формирование полиформных хромитовых месторождений. (4) Деформационные структуры в области раздела Мохо развиваются на протяжении всей истории его формирования — от субсолидусных высокотемпературных в ман-

тийном разрезе до хрупко-пластических и хрупких на границе эмбриональной коры и мантии. Далее в литосфере происходят крупные тектонические срывы и горизонтальные движения вдоль мантийных и коровых комплексов.

В докладе В.Г. Трифонова и С.Ю. Соколова “Воздействие астеносферы как источник перемещения, деформации и преобразования литосферы” обсуждалось современное развитие идей А.В. Пейве о тектоническом взаимодействии внешних оболочек Земли, заложенных в его статье “Разломы и тектонические движения” (1967). Проанализированы мезозойско-кайнозойская история океана Тетис и возникшего на его месте Альпийско-Гималайского орогенического пояса, развитие в нем горообразовательных процессов с олигоцена поныне. Обосновано резкое усиление горообразования в последние 4—2 млн. лет. Представлены сейсмотомографические профили мантии от меридионально вытянутого Эфиопско-Афарского суперплюма через Аравийско-Кавказский и Гималайско-Тибетский сегменты пояса, а также через его Индонезийский сегмент.

На основе сопоставления этих данных показана важная и изменявшаяся со временем роль распространявшихся от суперплюма латеральных верхнемантийных потоков на развитие Тетиса и, позднее, — орогенического пояса. До второй половины эоцена астеносферные потоки обеспечи-

вали перемещение отторженных в зоне суперплюма фрагментов гондванских плит и их причленение к Евразии. Слэбы субдуцируемой океанской литосферы Тетиса переходили на глубинах 400–700 км в субгоризонтальные высоко-скоростные тела, направленные к Евразии. С закрытием Тетиса в конце эоцена и до начала плиоцена коллизия замедлила сближение гондванских плит с Евразией, но верхнемантийные потоки продвигались в прежнем направлении до северного края пояса, перерабатывая структуру верхней мантии и обогащаясь флюидами, источники которых находились на глубинах 400–700 км. Потоки деформировали литосферу и обеспечивали проникновение в нее флюидов, обусловив тем самым магматизм, тектоническое расслоение и большие латеральные перемещения. В областях деформационного утолщения коры формировались низко- и среднегорные поднятия. В плиоцен–квартере воздействие астеносферы привело к разуплотнению верхов мантии и низов коры, что резко усилило восходящие движения и создало современный горный рельеф пояса.

Доклад М.Г. Леонова “Линеаментные зоны концентрированных деформаций в структуре земной коры”, развивавший идеи А.В. Пейве о глубинных разломах, был посвящен своеобразной категории внутриплитных структур, характеризующихся резко выраженным линейным габитусом и чрезвычайно сложным внутренним строением. Дан обзор состояния проблемы, определены характерные особенности строения и эволюции таких зон, показано широкое их распространение в пределах платформ и складчатых поясов, перечислены модели их формирования.

Понятие “глубинные разломы” было введено А.В. Пейве в 1945 г. Он понимал их как дизъюнктивные поверхности или узкие зоны между подвижными блоками земной коры, характеризующиеся длительностью и многофазностью развития, большим пространственным протяжением, большой глубиной заложения и определенной связью с формациями горных пород. С течением времени и в связи со слишком широкой трактовкой этот термин утратил конкретность и, к сожалению, вышел из употребления, но структурное понятие, которое А.В. Пейве обозначил как глубинные разломы, сохранило значение. Их стали выделять как линеаменты, трансформные разломы, зоны смятия, коллизионные швы и т.д. Среди различных типов структур, которые прежде обозначались как глубинные разломы, выделяются узкие и протяженные зоны, для которых характерны: интенсивная структурная и вещественная переработка пород; резкое отличие строения от соседних зон; кулисное расположение сегментов; сдвигово-взбросовая кинематика; дислокационный метаморфизм; своеобразное формационное выполнение. Учитывая главную особенность этих

зон, а именно чрезвычайно высокую степень деформированности горных пород в их пределах, предложено именовать их зонами концентрированной деформации (high-strain shear zones). Они характеризуются следующими свойствами. (1) Внутриплитные зоны концентрированной деформации (ВЗКД) представляют собой протяженные пояса, обладающие характерными чертами пространственного расположения и внутренней структуры. Они образуют ограничения крупных структур земной коры или служат некими “направляющими”, которые определяют делимость и относительную независимость развития соседствующих сегментов коры и/или литосферы в целом. (2) В зависимости от способа заложения и характера эволюции среди ВЗКД различаются: изначально возникшие как зоны объемного сдвигового течения и отражающие спонтанную структурную делимость коры и литосферы; сформированные на месте морфоструктурных элементов земной коры (палеобассейнов или палеоподнятий) за счет сокращения пространства (сдвига, сплющивания) и последующего сдвигового течения. (3) ВЗКД имеют регулярное-дискретное расположение в пространстве, что, вероятно, отражает закономерность распределения напряжений в земной коре.

Итак, ВЗКД – это особая форма геоструктур, играющая существенную роль в тектогенезе Земли. В них концентрируются напряжения и деформации. Наличие таких зон свидетельствует, что привычное представление о жесткости и единстве литосферных плит справедливо лишь в первом приближении. На самом деле это ансамбли коровых и литосферных объемов, обладающих известной геодинамической автономностью, а ВЗКД – некие рельсы, определяющие структурное развитие заключенного между ними и обладающего объемной (3D) подвижностью мегаобъема земной коры. В то же время, ВЗКД, по-видимому, не могут рассматриваться как границы между полностью независимыми друг от друга территориями. В случае межплитных структур концентрированной деформации это возможно, но ВЗКД в своих структуре и вещественном выполнении содержат информацию о первичной взаимосвязи разделенных ими объемов земной коры и литосферы. Таким образом, идеи А.В. Пейве о глубинных разломах на современном этапе не только не утратили своего значения, но и определяют новые направления структурно-тектонических исследований.

В докладе К.Е. Дегтярёва, А.А. Третьякова и Д.В. Алексева “Новые данные о развитии Казахстана и Тянь-Шаня в позднем докембрии” развиваются идеи Н.А. Штрейса и А.В. Пейве о становлении континентальной коры. Обобщены материалы по геологии докембрийских комплексов Казахстана и Северного Тянь-Шаня, полученные в последние 10–15 лет. Эти данные подтверждают

представления Н.А. Штрейса (1960) о рифейском возрасте формирования докембрийской континентальной коры указанных регионов. Докембрийские комплексы приурочены к крупным массивам, которые обрамляются палеозойскими складчатыми зонами. На основании полученных данных о строении, составе и возрасте докембрийских комплексов выделены два типа массивов. В пределах массивов первого типа (Кокчетавский, Ишкеольмесский, Еремантау-Ниязский, Актау-Джунгарский, Северо-Тяньшаньский, Иссыккульский) формирование континентальной коры было завершено к середине среднего рифея (1150–1130 млн. лет), а в среднем–позднем рифее (1130–920 млн. лет) здесь накапливался субплатформенный кварцито-сланцевый чехол. Дальнейшая трансформация континентальной коры этих массивов связана с внутриплитным гранитоидным магматизмом (920 млн. лет). Формирование континентальной коры массивов второго типа (Улутауский, Чуйско-Кендыктасский, Таласско-Каратауский, Срединно-Тяньшаньский) продолжалось до середины позднего рифея (830–750 млн. лет), внутриплитный щелочной магматизм здесь проявился только в самом конце рифея (670 млн. лет) и был связан с заложением крупных рифтогенных прогибов. Особенностью докембрийских массивов обоих типов является весьма ограниченное распространение в современном эрозионном срезе ниже-протерозойских и более древних комплексов, которые служили источниками вещества для рифейских осадочных толщ и гранитоидов. Присутствие в пределах массивов первого типа различных гренвильских образований и средне-позднерифейского кварцито-сланцевого чехла может свидетельствовать о принадлежности этих массивов к центральным частям суперконтинента Родиния. Массивы второго типа, где гренвильские комплексы не обнаружены и широко развиты позднерифейские вулканы и граниты, могли располагаться в периферических частях активных окраин Родинии.

В докладе Н.М. Левашовой и М.Л. Баженова “Вендский палеомагнетизм западного Урала и палеогеография Русской платформы на границе докембрия и фанерозоя” развивались идеи П.Н. Кропоткина о значении палеомагнитных

исследований для тектоники плит. Палеогеография вендского времени “знаменита” своей противоречивостью, что в значительной степени связано со столь же противоречивыми палеомагнитными данными, в особенности для Лаврентии и Балтии. Для последней имевшиеся данные позволяли поместить континент куда угодно, от географического полюса до экватора. В докладе обобщены ранее опубликованные данные и представлены новые, пока предварительные, результаты палеомагнитного изучения верхневендских осадочных пород западной части Башкирского антиклинория, который представляет собой восточную окраину Балтии. В изученных серо-бурых песчаниках и алевролитах зиганской свиты (самая верхняя часть ашинской серии) с помощью детальной температурной чистки была успешно выделена высокотемпературная компонента намагниченности, о первичном возрасте которой говорит наличие прямой и обратной полярности и положительный тест обращения. Соответствующий палеомагнитный полюс хорошо согласуется с данными по “Зимнему берегу” Белого моря, расположенному в 1600 км от Южного Урала. Совместно эти данные говорят о том, что восточная окраина Балтии находилась в венде в приэкваториальных широтах ($<10^\circ$, С или Ю). Получен ряд веских свидетельств, что в этих породах не произошло заметного занижения наклона, и полученные палеошироты корректно отражают положение континента. Показано значение новых данных для глобальной палеогеографии вендского времени и кратко представлены проводящиеся исследования, направленные на увеличение надежности палеомагнитных данных и точное определение возраста изученных толщ.

Представленные доклады далеко не отражают всего диапазона научных направлений, заложенных А.В. Пейве, П.Н. Кропоткиным и Н.А. Штрейсом и получивших плодотворное развитие, но и эти доклады показывают то важное значение, какое имели идеи и разработки этих выдающихся ученых для тектонической науки.

Авторы благодарны докладчикам за предоставленные материалы для статьи.

Ю.М. Пушаровский, В.Г. Трифонов