

Отзыв официального оппонента на диссертацию
Алексея Валентиновича Травина «Термохронология
субдукционно-коллизионных, коллизионных событий
Центральной Азии» представленной на соискание
учёной степени доктора геолого-минералогических наук
по специальности «петрология, вулканология»

В свое время Дж. Вассербург использовал в качестве эпиграфа к своей статье старинную китайскую поговорку, которая в переводе с китайского-английского-русского звучит следующим образом: «каждый мастер приступая к работе должен иметь остро оточенный инструмент». А.В. возможно не знает эту поговорку, но будучи Мастером (заглавная буква не опечатка) понимает, даже без совета восточных мудрецов, что использование негодного оборудования приведёт к соответствующим результатам. В работе используются два геохронологических метода K-Ar и U-Pb, если данные для второго получены на стороне, то все результаты первого в лаборатории А.В. Для их получения : 1. Используется современный вариант K-Ar метода, который обеспечивает максимальную точность измерений путём применения одной навески для измерения радиогенного аргона и содержания калия на одном масс-спектрометре, в одном эксперименте, для чего изотоп ^{39}K переводится в изотоп ^{39}Ar путём облучения образца в реакторе и что привело к сленговому названию метода : «39-40». 2. Для измерения изотопного состава аргона используется наиболее современный масс-спектрометр максимально приспособленный для работы с благородными газами. 3. В работе использована высоковакуумная аппаратура для ступенчатого нагрева проб и очистки газов на геттерах. 4. Высокое качество измерений обеспечено жёсткой привязкой к внутренним и международным стандартам. Перед облучением в реакторе образцы помещаются в кварцевые ампулы, которые откачиваются и запаиваются. Подобная процедура предотвращает потери ^{39}Ar и связанное с ними искажение измеренного возраста. В конце 60-ых гг А.Рублёв и автор отзыва обнаружили этот эффект работая с мелкодисперсными фракциями глауконитов и долго не могли понять в чём дело. В настоящее время установка А.В.Травина для метода «39-40» является наилучшей в России и вполне соответствует мировому уровню. Однако в задачу А.В. входит не только и не столько определение K-Ar возраста минералов, но и реконструкция тектоно-

«наложенные» процессы или «события», чтобы не оставаться просто словами с необходимостью требуют объяснения и «материализации» их происхождения, источника, особенно, если они имеют повторяющийся характер. Например, в случае контактового метаморфизма вмещающие породы прорываются вполне конкретными дайками, штоками сопровождаемыми определенными термическими импульсами и флюидом; можно измерить «отклик» изотопных систем в минералах из экзоконтактовых пород (см. пионерскую работу Стена Харта, 1964). В случае Чернорудной зоны, как и для других обсуждаемых объектов, природа «наложенных» процессов остается загадочной, более того, на рис.4.25 трудно идентифицировать значение температуры на оси ординат, видимо некоторые данные определены петрологическими термометрами, некоторые являются т.н. «температурами закрытия», то же, как будто, имеет место и в других случаях. Возрастные данные приведенные для минералов из пород черномырдинской зоны являются интегральными возрастными значениями, полученными путём суммирования всех фрагментов возрастного спектра. Если реальный смысл имеет интегральный возраст, то какой смысл имеет «возраст плато». тем более, что в спектре не редко обнаруживается два плато? Возможно А.В. знает ответ на этот вопрос, поскольку в одной из последних опубликованных работ А.В. отмечает: «Обращают на себя внимание термальные события в интервале 144-150млн.лет отчётливо отраженные на аргонограмме мусковита», Докл.РАН,2016г. (этот материал не вошел в текст диссертации). Заключение к которому подошёл А.В. поднимает вопрос о будущем метода «39-40». Является ли полученный в вакуумных лабораторных условиях возрастной спектр объективным неискаженным отражением природного процесса? Если ответ будет отрицательным, то разумнее отказаться от почти десятикратного увеличения трудозатрат на получение возрастного спектра и ограничиться полным однократным расплавлением образца(?).

Диссертационная работа А.В.Травина незаурядна. Это первая в России работа посвященная новому направлению в геохронологии –термохронологии и она появляется в то время когда геохронология сталкивается с вызовами, которые ставят под сомнение реальность измеренного возраста, в том числе полученных K-Ar методом. Положение геохронологов можно уподобить судьбе мореплавателей находящихся в лодке в бурном океане. Волны «швыряют» их от уравнения объёмной диффузии и кинетических параметров определенных физическими методами к уравнению реакции первого порядка и «нулевого» радиуса диффузии, от эвристической формулы Додсона и

термических процессов, для этого кроме метода «39-40» был использован U-Pb метод. Уран-свинцовая изотопная система цирконов (+баддеилитов) является наиболее термоустойчивой и она же является «печкой» от которой могут отсчитываться обычно более молодые значения возраста полученные для минералов путём использования других изотопных систем, включая K-Ar данные для слюд и амфиболов полученные в работе. Комбинация наиболее и наименее термоустойчивых методов для термохронологических исследований представляется разумной. Однако есть ещё важное обстоятельство. Потеря радиогенных изотопов приводящее к омоложению минерала («дефициту возраста») определяется скоростью миграции (диффузии) ионов в кристаллической решётке, которая, в свою очередь, существенно зависит от наличия или отсутствия флюидной фазы. Отсутствие флюида-транспортёра может на несколько порядков величины уменьшить диффузию изотопов, включая радиогенные. В этой связи некоторые «горячие» головы предлагают даже заменить термин «термохронология» термином «флюидохронология». Атомы (не ионы) аргона-благородного газа связаны с решёткой только вандервальсовыми силами и не нуждаются в транспортирующем агенте для перемещения и удаления из решётки. Это не значит, что атомы аргона абсолютно свободны. Характер потерь радиогенного аргона из биотита в значительной степени зависит от условий окружающей среды: находится ли биотит в зоне P-T стабильности или вне зоны. Насколько это преимущество термохронологического метода «39-40» будет реализовано должны показать настоящие и будущие исследования.

Созданная аппаратура была применена для изучения термохронологии обширного круга высокобарических комплексов Зап.Сибири. В результате многолетней работы получен грандиозный объём K-Ar термохронологических данных для минералов, которые служат основой для последующих реконструкций. Остановимся на данных полученных для Чернорудной зоны (рис.4.7). Судя по результатам протяжённость метаморфического процесса составляет не менее 100 млн.лет (даже больше, если включить время окончательного охлаждения). На первый взгляд самое простое объяснение для полученных данных имело место более или менее плавное охлаждение от 500млн.лет ($T = 800^{\circ}\text{C}$) до прим.400млн.лет. обязанное эксгумации. Однако А.В. предлагает для объяснения более сложное по-этапное снижение температуры, «замораживание» на промежуточной глубине с последующим периодическим подогревом (рис.4.26). Я не вижу убедительных изотопных данных в пользу подобного сценария. Возможно есть надёжные геологические аргументы? Так называемые

вычисленных температур закрытия к «проклятому» вопросу о влиянии флюидной фазы на величину коэффициента диффузии. Причина по которой изотопная геохронология оказалась в критической ситуации достаточно понятна: имеет место практически полное пренебрежение методологическими проблемами изотопной геохронологии. В обозримом будущем это горько аукнется. Отсюда призыв к А.В.Травину его помощникам и ученикам: найдите время и силы для методологии!

А.В.Травин внёсший значительный вклад в геохронологическое изучение метаморфических комплексов Зап.Сибири безусловно заслуживает присуждения степени доктора геолого-минералогических наук (определенно запоздавшее признание). Опубликованные статьи и автореферат полностью отражают содержание диссертации. Относительно последнего надо заметить, что приложение к автореферату существенно увеличивает его информативность, которая будет увеличена на порядок, если материалы диссертации будут опубликованы в форме монографии. Однако перед передачей рукописи в печать автор должен привести в порядок таблицы и проверить соответствие таблиц и рисунков, в частности это замечание касается данных для Тарлашкинхемского участка (рис.5.3 биотит 86-135 !?, табл. 5.2).

Левский Лев Константинович ,д.х.н., проф.
зав.лаборатории гехронологии и геохимии изотопов, Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, С.Петербург ,199053, Наб. Макарова 2, тел.(812)328-45-52.
l.k.levskii@ipgg.ru

18.04.2016г.

