

УДК 552.11 + 553.06

ПРОБЛЕМЫ ПЕТРО- И РУДОГЕНЕЗИСА В ТРУДАХ АКАДЕМИКА А.Н.ЗАВАРИЦКОГО

В.В.ДОЛИВО-ДОБРОВОЛЬСКИЙ,
Ю.Б.МАРИН, П.А.СТРОНА

С именем академика А.Н.Заварицкого, одного из крупнейших ученых нашей страны, связан значительный этап в развитии советской петрографии и геологии рудных месторождений. При всей широте и многогранности научного творчества наиболее значительная часть его работ, безусловно, относится к области петрографии, особенно петрографии магматических горных пород. За долгие годы своей научной деятельности А.Н.Заварицкий смог охватить своим вниманием самые разнообразные группы магматических пород, от ультраосновных до кислых и щелочных, что нашло отражение в посмертно изданном обобщающем его руководстве "Изверженные горные породы" (М.-Л., Изд-во АН СССР, 1956), до настоящего времени являющемся настольной книгой каждого петрографа.

А.Н.Заварицкий всегда уделял много внимания описательной петрографии изучавшихся им магматических пород. Его монографические описания, включающие подробнейшие характеристики порообразующих минералов, структур, текстур и взаимоотношений различных горных пород, можно считать классическими. Глубоко были затронуты им и проблемы петрогенезиса. При этом, однако, все генетические заключения и выводы Александра Николаевича всегда опирались на тщательно и точно описанный фактический материал - научные спекуляции и умозрительные построения были ему глубоко чужды. Свое понимание задач научного исследования Александр Николаевич четко выразил в следующих словах: "Основной целью науки я считаю приобретение знания новых фактов о реальных вещах и точное их изложение, а не согласование с той или иной гипотезой тех или иных положений, представлений или мнений... Правда, были и существуют некоторые ученые, к счастью для науки - немногочисленные, которых разные мнения и представления, их согласованность и противоречия интересуют больше, чем реальные вещи, которыми занимается их наука. Однако пойти целиком по этому пути - это значит, по-моему, свернуть на путь лжон науки"^х. Этим принципам Александр Николаевич строго следовал в своей научной деятельности.

Одними из любимых объектов, которыми Александр Николаевич занимался в течение многих лет, начиная еще со студенческой скамьи, были массивы ультраосновных и основных магматических пород Урала. В моногра-

^х Заварицкий А.Н. Избранные труды. М., Изд-во АН СССР, 1956, т. 1, с.307-308.

фиях и статьях Александр Николаевич не только приводил подробнейшую характеристику ультраосновных, основных и других горных пород, слагающих эти массивы, но и затрагивал многие вопросы петрогенезиса. Ультраосновные породы габбро-перидотитовой формации Урала Александр Николаевич рассматривал как продукты дифференциации первичной габбровой (базальтовой) магмы. Подтверждение этому он видел в особенностях строения интрузивных тел и наблюдаемой последовательности в них горных пород, в деталях структур и взаимоотношений породообразующих минералов. Основным, ведущим типом дифференциации он считал кристаллизационную, механизм которой находился в полном согласии с накопленным к тому времени экспериментальным материалом (прежде всего, работами Боуэна и его школы) по кристаллизации двойных и тройных силикатных систем.

Придавая большое значение кристаллизационной дифференциации в петрогенезисе магматических пород, Александр Николаевич неоднократно подчеркивал важность эмпирически установленного закона параллелизма кристаллизации и дифференциации, выведенного на основании изучения минералогического состава горных пород и последовательности кристаллизации образующих их минералов. Он считал, что совершенно независимо от того, станет ли гипотеза кристаллизационной дифференциации прочно доказанной теорией, выведенный из непосредственного наблюдения параллелизм между кристаллизацией изверженных пород и дифференциацией магм останется руководящим принципом в объяснении разнообразия изверженных горных пород.

Наглядно отобразить закон параллелизма кристаллизации и дифференциации Александру Николаевичу удалось с помощью разработанных им и широко сейчас применяемых методов пересчета химических анализов горных пород и их изображения на диаграммах. Пользуясь этими методами, он показал глубокую аналогию в расположении на диаграммах фигуративных точек и векторов, соответствующих, с одной стороны, природным естественным ассоциациям вулканических пород, с другой — меняющимся в ходе кристаллизации составам расплавов в экспериментально изученных тройных системах.

Рассматривая временную последовательность, в которой образуются горные породы, составляющие ту или иную естественную ассоциацию, Александр Николаевич ввел понятие о гомодромном и антидромном порядке горных пород, т.е. о согласном или встречном направлении временной последовательности пород по отношению к направлению вариационной линии, указывающему на понижение температуры в процессе кристаллизации. Гомодромный порядок отвечает смене более основных пород более кислыми, антидромный же, наоборот, — смене более кислых пород более основными. Соответственно Александр Николаевич указал на два возможных типа проявления процесса дифференциации в изменении состава горных пород в естественных ассоциациях и связал их различия с отношением между скоростью протекания процессов дифференциации и частотой последовательного поступления магматических расплавов из дифференцирующегося очага.

Детальные петрографические исследования магматических пород Урала, в частности горных пород горы Магнитной и Бердяшского массива, дали Алек-

сандру Николаевичу богатую фактическую основу для детальной разработки вопросов взаимодействия магмы с вмещающими горными породами, в том числе процессов ассимиляции и гибридизма, которым он придавал существенное значение в магматическом петрогенезисе. Отмечая неоднозначность трактовки различными исследователями понятий «гибридизм» и «гибридные породы», он полагал, что эти понятия необходимо ограничить теми случаями, «когда петрографические признаки породы (неоднородность сложения, наличие таких комбинаций минералов, которые не отвечают обычным равновесиям в магматических расплавах, особые структуры и т.д.) не позволяют поместить ее в ряд пород обычных, нормальных».^х

Александр Николаевич классифицировал типы гибридизма. Прежде всего он предложил различать два рода гибридизма: родственный, объединяющий явления усвоения магмой вещества других магматических пород, и ксеногибридизм, охватывающий случаи усвоения магмой чуждого ей осадочного материала. Родственный гибридизм Александр Николаевич расценил на мультоступенный (интродуцированная магма действовала на породы, образовавшиеся задолго до ее внедрения, может быть, даже относящиеся к другому вулканическому циклу) и паулопоступенный (интрузия магмы происходила непосредственно за застыванием породы, на которую она воздействовала). Еще более важным он считал разделение случаев, когда основная порода подвергается действию более кислой (нормальный гибридизм) и когда основная магма действует на более кислые породы (обратный гибридизм). Наконец, в качестве совершенно самостоятельного типа гибридизма Александр Николаевич выделил процессы мигматизации и образования мигматических гнейсов, которые протекают в совершенно различных условиях.

При изучении Бердяшского массива значительное внимание было уделено А.Н.Заварицким и проблеме происхождения щелочных пород - нефелиновых сиенитов. На основании результатов изучения геологических взаимоотношений магматических пород Александр Николаевич пришел к заключению, что нефелиновые сиениты Бердяуша возникли в результате эволюционного процесса дифференциации магмы, имевшей раньше, вероятно, гранитовый состав, причем эта дифференциация происходила в более глубоких частях магматического резервуара, чем обнаженные теперь части штока.

Нахождение Бердяшского массива среди карбонатных пород, естественно, наталкивало на мысль об образовании нефелиновых пород за счет десиликации гранитной магмы в результате ассимиляции ею карбонатного материала, в соответствии с гипотезами Дэли, Шенда и др. Подробно критически разобрав эти гипотезы, Александр Николаевич пришел к выводу, что если такой процесс имел место (что не противоречит наблюдаемым фактам), то он происходил в более глубоких частях массива, чем те, которые сейчас обнажены. Вместе с тем в проблеме генезиса щелочных пород Александр Николаевич особую роль отводил летучим компонентам, способствующим переносу легкорастворимых щелочных соединений (в первую очередь, силикатов и карбонатов натрия) и

^х Заварицкий А.Н. Избранные труды. М., Изд-во АН СССР, 1958, т. 2, с. 617.

обогащению ими некоторых частей магматического резервуара. Накопление щелочей в еще незастывших частях магматического бассейна могло изменить химические свойства магмы до состава нефелинового сиенита. Отмечая нечеткость ходячих представлений о «газовом переносе», Александр Николаевич специально остановился на особенностях этого процесса и указал на два возможных способа его осуществления: в виде пузырьков обособившейся газовой фазы (в гетерогенной системе) и при помощи диффузии (в гомогенной системе). Если в первом случае перемещение пузырьков происходит за счет силы тяжести, то во втором — вызывается разностью осмотического давления, которая может поддерживаться за счет удаления из магмы летучих составных частей. Александр Николаевич подчеркивал также возможную роль тектоники в дифференциации магмы, благоприятствующую в некоторых случаях образованию щелочных пород.

К процессам образования щелочных пород Александр Николаевич обращался неоднократно в связи с изучением Ильменских гор, Ишима, Китая и других районов. Большой интерес он проявлял к генезису лейцитовых пород; в частности, им был предложен термин «эпилейцитовые» для пород с постмагматическими псевдоморфозами ортоклаза и мусковита по лейциту, в отличие от псевдолейцита — псевдоморфоз ортоклаза и нефелина по лейциту, которые, вероятно, образовались в результате реакции лейцита с остаточным магматическим расплавом.

Большое значение имеют работы Александра Николаевича, посвященные проблеме генезиса пегматитов. Придерживаясь вначале теории эвтектической кристаллизации остатков гранитной магмы, позже он изменил точку зрения и углубил теоретические основы процесса пегматитообразования. Согласно взглядам А.Н.Заварицкого, особой пегматитовой магмы нет, но можно говорить о пегматитообразующем растворе, вызывающем перекристаллизацию породообразующих минералов материнской породы. Такая перекристаллизация характерна для первой стадии минералообразования в пегматитах, на последующих же стадиях, когда образуются более редкие минералы, важнейшую роль играют метасоматические процессы. Идеи Александра Николаевича в отношении пегматитообразования были сразу же подхвачены учеными и развиты в Ленинградском горном институте главным образом в трудах В.Д.Никитина и его учеников.

Наряду с крупными заслугами в области петрографии А.Н.Заварицкому принадлежит роль выдающегося теоретика и знатока месторождений полезных ископаемых. С 1919 по 1926 г. он заведовал кафедрой рудных месторождений Ленинградского горного института и продолжил научные поиски А.П.Карпинского и Е.С.Федорова. Характерной особенностью этих исследований являлось изучение месторождений полезных ископаемых в тесной связи с петрографией, поскольку горные породы и генетически связанные с ними руды представляют результат единых геологических процессов и вопросы происхождения руд не могут быть решены без выяснения процессов петрогенезиса.

Начиная с 1911 г. Александр Николаевич занимался изучением геологии крупнейшего на Урале железорудного месторождения горы Магнитной. Итогом его многолетних работ на этом месторождении явилась трехтомная моногра-

фия „Гора Магнитная и ее месторождения железных руд“ (Тр.Геслкома, новая серия, вып.122), вышедшая из печати в 1922-1927 гг. Для нее характерны не только образцовое описание геологии района и превосходная петрографическая характеристика горных пород, но и исчерпывающая ясность в доказательстве типа и генезиса самого месторождения. Александр Николаевич с полной очевидностью установил ошибочность гипотезы И.А.Морозевича и выдвинул и обосновал новое представление о контактово-метасоматическом происхождении железных руд горы Магнитной. В противовес взглядам В.М.Гольдшмидта Александр Николаевич доказал, что скарны и связанные с ними руды образуются не в процессе внедрения гранитов, а на послемагматическом этапе, позднее диасхистовых даек. Также впервые им показано, что алюминий, кальций и некоторые другие компоненты скарнов заимствуются из вмещающих пород, в то время как железо поступает из глубинных магматических очагов. Эта работа положила начало серии исследований скарновых месторождений, энергично ведущихся до настоящего времени многими советскими геологами.

В течение ряда лет А.Н.Заварицкий исследовал коренные месторождения платины. Вопреки существовавшим представлениям, им было доказано, что платина не принадлежит к ранним образованиям, возникшим путем аккумуляции в твердом виде. Первоначальный расплав Александр Николаевич представлял себе как раствор в силикатной магме не металлической платины, а некоторых ее соединений; выделение металлической платины явилось результатом распада таких соединений.

В результате изучения платиновых и других магматических месторождений Александр Николаевич пересмотрел классификацию всей группы магматических месторождений. Исходя из коренного различия между путями эволюции магматических расплавов - кристаллизационной дифференциации и ликвации, он выделил два класса и в каждом из них по два типа месторождений:

1) месторождения, образовавшиеся путем кристаллизационной дифференциации: а) аккумулятивные (сегрегационные) - шпировые месторождения ранних выделений рудных минералов; б) фузивные (гистеромагматические) - шпирь и реже отщепленные месторождения;

2) месторождения, образовавшиеся путем магматической дифференциации (ликвационные месторождения): а) собственно ликвационные; б) синтетктически-ликвационные, редко шпирь, обычно отщепленные месторождения.

Эта классификация вошла во все курсы учения о рудных месторождениях и послужила основой для дальнейших исследований в этом направлении.

Большое внимание А.Н.Заварицкий уделил также медно-колчеданным месторождениям, изучением которых он занимался на протяжении почти всей своей научной деятельности. Александр Николаевич пришел к новым, исключительно важным выводам о происхождении этих месторождений. В ряде своих работ он убедительно доказал, что колчеданные залежи Урала пространственно связаны с вулканогенными толщами или их метаморфическими разностями палеозойского возраста. Сравнительное изучение месторождений Южного, Среднего и Северного Урала привело к заключению о том, что в условиях регионального метаморфизма полному перерождению подвергаются и колчеданные

залежи. При этом метаморфизованные руды выглядят светлыми и создают ложное представление об их эпигенетическом образовании по отношению к вмещающим сланцам. Изучение этих явлений привело Александра Николаевича к общей проблеме метаморфизма руд, особенно сульфидных.

Особый интерес представляют также высказывания Александра Николаевича по проблеме гидротермального генезиса железных руд Бакала.

Говоря о вкладе А.Н.Заварицкого в теорию рудогенеза, нельзя не отметить, наконец, его небольшую, но принципиально важную работу «О картах прогноза» (Вестник АН СССР, 1939, № 8-9). В ней Александр Николаевич определил сущность прогноза, основывающуюся на соотношении фактов, характеризующих месторождение и геологическую обстановку его нахождения, и сформулировал основные требования к содержанию и форме прогнозных карт.

Без преувеличения можно сказать, что труды А.Н.Заварицкого в области магматических пород и рудных месторождений оказали огромное влияние на развитие петрологии, учения о месторождениях полезных ископаемых и геологических знаний вообще. Серия научных сессий, прошедших в нашей стране в 1984 г. и посвященных 100-летию юбилею ученого, — яркое подтверждение сказанному.